ATOME PARAGUAY S.A.

Zona franca y Planta de Producción de Fertilizante Verde de ATOME Paraguay S.A.

Estudio de Impacto Ambiental y Social (EIAS)

Febrero de 2024

ATOME PLC

JGP Consultoria e Participações Ltda.
Rua Américo Brasiliense, 615 - São Paulo
CEP 04715-003 - Fone / Fax 5546-0733
e-mail: jgp@jgpconsultoria.com.br

Zona franca y Planta de Producción de Fertilizante Verde de ATOME Paraguay S.A.

Estudio de Impacto Ambiental y Social (EIAS)

Febrero de 2024

RESUMEN

Resumen Ejecutivo **i**

1.0 Justificación del Proyecto **i**

2.0 Descripción del Proyecto **ii**
2.1 Instalaciones de la Planta iii
2.2 Aspectos Constructivos iii
2.3 Aspectos de Operación y Mantenimiento iv

3.0 Estudio de Alternativas **ix**
3.1 Alternativas de Localización ix
3.2 Alternativas Tecnológicas y Económicas x

4.0 Diagnóstico (Línea Base) **xi**
4.1 Definición de Áreas de Influencia xi
4.2 Medio Físico xi
4.2.1 Clima xi
4.2.2 Recursos Hídricos xii
4.2.2.1 Recursos Hídricos Superficiales xii
4.2.3 Recursos Hídricos Subterráneos xiii
4.2.4 Geología xiii
4.2.5 Geotecnia xiv
4.2.7 Suelos xv
4.2.8 Calidad del Aire xv
4.2.9 Ruido xvi
4.3 Medio Biótico xviii
4.3.1 Vegetación y Flora xviii
4.3.2 Fauna Terrestre xix
4.3.3 Áreas de Interés para la Biodiversidad xxi
4.4 Medio Socioeconómico xxi

5.0 Lista de los Impactos y Riesgos Ambientales y Sociales Identificados **xxv**

6.0 Plan de Gestión Ambiental y Social (PGAS) **xxvii**

ATOME PLC

Resumen Ejecutivo

El Estudio de Impacto Ambiental y Social (EIAS) aporta los elementos necesarios para el análisis de la viabilidad ambiental y social del Proyecto correspondiente a la “Zona franca y Planta de Producción de Fertilizante Verde” de ATOME Paraguay S.A.

El Proyecto cuenta con licencia ambiental emitida por el Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES), pero para una Planta de hidrógeno y amoniaco verde. En vista de la inclusión de una planta de producción de fertilizante (Nitrato de Amonio Cálcico - CAN) como parte del Proyecto, se presentará el EIAS ajustado al MADES para obtener una rectificación de la licencia, de acuerdo con las negociaciones ya mantenidas con la agencia ambiental.

1.0
Justificación del Proyecto

El objetivo del Proyecto "Zona franca y Planta de Producción de Fertilizante Verde” es desarrollar una planta de producción de fertilizantes (Nitrato de Amonio Cálcico - CAN) verdes a escala industrial (270,000 ton/año de CAN), con el fin de descarbonizar la producción de alimentos a través del abastecimiento a Paraguay y a los mercados agrícolas y alimentarios de la región del Mercosur con alternativas sostenibles.

Los fertilizantes sintéticos han sido cruciales para sostener el crecimiento de la población mundial. Sin ellos, aproximadamente el 50% de la población mundial pasaría hambre. Sin embargo, la producción y el uso de fertilizantes tienen un coste medioambiental de 2,600 millones de toneladas de emisiones de carbono al año (5% de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero). Esto supone más emisiones que los sectores mundiales de la aviación y el transporte marítimo juntos. Dado que la población mundial crece en 1,000 millones de personas cada 10 años, el reto es cómo seguir alimentando al mundo de forma más sostenible.

Los fertilizantes verdes son clave para esto, y las compañías internacionales de agricultura y alimentación están empezando a fijar objetivos agresivos para descarbonizar sus productos empleando fertilizantes sostenibles.

En ese contexto, ATOME ha identificado la oportunidad de producir el primer fertilizante verde con cero emisiones de carbono en Paraguay, a un costo competitivo, en los mayores mercados importadores de fertilizantes en el mundo.

Actualmente el 80% de los fertilizantes en el mundo se produce utilizando amoníaco sintetizado a partir de hidrógeno producido con combustibles fósiles. ATOME propone producir hidrógeno verde utilizando la hidroenergía disponible en Paraguay para la síntesis de amoníaco mediante el proceso Haber-Bosch y fertilizante verde (CAN) en la propia Planta. De esta manera, el Proyecto tendrá la capacidad de desplazar alrededor de 600,000 tCO_2-eq/año de emisiones de carbono en el sector de fertilizantes. Al considerar la vida útil del Proyecto (25 años), este impacto se traduciría en 15,000,000 t CO_2-eq evitados.

ATOME PLC

La selección del CAN como producto final radica en que es un fertilizante a base de nitrógeno ampliamente utilizado en la agricultura a nivel mundial debido a su adaptabilidad para diferentes tipos de cultivos, suelos y climas. Además, es un producto estable y seguro para su distribución.

Los fertilizantes a base de NO_3^-, como el CAN, constituyen la fuente de nitrógeno más eficiente y confiable que existen, además están rápida y fácilmente disponibles para la absorción de las plantas, proporcionando un rendimiento económico más constante y fiable.

El CAN puede suministrar nutrientes nitrogenados tanto de liberación rápida como lenta a la planta. El NO_3^- es fácilmente absorbido por las plantas a altas tasas. A diferencia de la urea o el amonio, el NO_3^- está disponible de forma inmediata y completa como nutriente. El NO_3^- es muy móvil en el suelo y llega a las raíces de las plantas rápidamente. La aplicación de nitrógeno como nitrato amónico (NA) o CAN proporciona un suministro de nutrientes directamente disponible.

Las perspectivas en relación con el mercado del fertilizante CAN son favorables, con crecimiento mundial a un ritmo medio del 1.5% entre 2025 y 2045, siendo de 4.8% en el Mercosur, comportándose como la región de mayor demanda mundial.

ATOME PLC

2.0
Descripción del Proyecto

El Proyecto consiste en la construcción y operación de una Planta de producción de fertilizante (Nitrato de amonio cálcico – CAN) verde. La Planta se ubicará en la localidad denominada Puerto Sara en Surubi'y, al sur de la ciudad de Villeta, Paraguay, cerca de la orilla oriental del río Paraguay, 50 km al sur de la ciudad de Asunción, junto a la carretera Villeta-Alberdi y la SE Buey Rodeo.

La Planta se basará en la electrólisis del agua para producción del H_2 y en la tecnología Haber-Bosch para la síntesis de NH_3. El agua será captada del río Paraguay mientras que la energía eléctrica de 220 kV provendrá de la subestación eléctrica (SE) Buey Rodeo de la ANDE, cercana a la Planta, alimentada por la presa hidroeléctrica de Itaipú. El suministro de energía para la Planta está limitado a 120 MW.

Para producir el fertilizante CAN, la Planta de Atome incluirá una Planta de Ácido Nítrico, una Planta de Solución de Nitrato Amónico y una Planta de Granulación, donde se produce el fertilizante granulado CAN mediante una combinación de la solución de nitrato amónico con agua, dolomita triturada y agente de recubrimiento.
Otros componentes que forman parte del proyecto son los siguientes:

- Línea de transmisión eléctrica (LT) de 220 kV y cerca de 550 m de longitud.
- Infraestructura de captación, bombeo y tubería para la provisión de agua, desde el río Paraguay hasta la Planta de ATOME y tubería de vertido de efluentes.

2.1
Instalaciones de la Planta

Las *instalaciones principales* del proceso de producción de H_2 y NH_3 son las siguientes:

- Planta de Hidrógeno (H_2) Verde
- Unidad de Separación de Aire (USA)
- Unidad de Síntesis de Amoníaco (NH3)
- Planta de Ácido Nítrico (AN)
- Planta de Solución de Nitrato de Amonio (SNA)
- Planta de Granulación (GRAN)
- Sistema de Antorchas

Las *instalaciones auxiliares* del proceso, a su vez, consisten en:

- Sistema de Captación de Agua Cruda
- Planta de Pre-tratamiento y Tratamiento de Agua Cruda
- Sistema de Almacenamiento y Distribución de Agua de Servicio
- Sistema de Almacenamiento de Agua Desmineralizada
- Sistema de Refrigeración
- Sistema de Aire para Instrumentos y Planta
- Sistema de Nitrógeno Utilitario y Nitrógeno Líquido
- Sistema de Extinción de Incendios
- Estación de Tratamiento de Aguas Residuales (ETAR)

Además de las instalaciones principales y auxiliares, cabe destacar también la Subestación eléctrica de la Planta y la línea de transmisión (LT) de 220 kV.

2.2
Aspectos Constructivos

Para la implementación del Proyecto se prevén las siguientes actividades:

<u>Servicios Preliminares</u>

- Replanteo de la huella de construcción;
- Delimitación de la Franja de Servidumbre;
- Corte y limpieza de vegetación;
- Implementación de caminos de acceso;
- Implementación de instalaciones de apoyo:
  - Para apoyar los trabajos de construcción el Proyecto considera instalaciones auxiliares en el entorno de trabajo. Estas instalaciones comprenden parque de maquinaria, oficinas para los EPCistas, CASALE y ATOME con los correspondientes servicios básicos (sanitarios, agua corriente, fosa séptica, agua potable, energía eléctrica, drenaje), zona de acopio de tierras y materiales, sala de primeros auxilios/enfermería. El campamento no prevé alojamiento para trabajadores.

ATOME PLC

Obras civiles

- Movimiento de tierras:
- El área del terreno de la Planta de ATOME que necesitará ser rellenada tiene cerca de 255,000 m^2, y la altura del relleno es de 0.6 m. También se rellenará el tajamar existente. El volumen necesario de material para el relleno es de 153,000 m^3. Se obtendrá el material para el relleno de una cantera de ripio en Surubi'y, o se optará por el método de refulado con arena proveniente de banco de sedimentos en el río Paraguay. Si se elige esta opción, se llevarán a cabo los estudios complementarios necesarios. Se prevén excavaciones de 102,000 m^3 para cimentaciones y edificaciones.
- Ejecución de fundaciones;
- Ejecución de los edificios;
- Montaje;
- Desmovilización y Recuperación de Obra Operación y Mantenimiento;
- Mano de Obra de Construcción, Equipos y Maquinarias
- Se emplearán 1,333,381 horas-hombre, con un pico de personal en los meses 17-18 de 461 personas. Además, se necesitan unos 40-50 trabajadores para cada componente de construcción y montaje de la LT y el sistema de captación de agua y tuberías de agua y efluentes;
- Los trabajadores serán transportados al lugar de trabajo en autobuses, con 8 viajes diarios en el pico entre Asunción y la obra;
- Se utilizarán equipos y maquinaria, además de vehículos leves y pesados, incluyendo camiones para transporte de material de relleno, de contenedores con mercancías importadas y de cargas sobredimensionadas.

Cronograma

Se estima que la implementación del Proyecto tendrá una duración de 31 meses. Las obras y el montaje se estiman en una duración de 29 meses, iniciando en el mes 19 el precomisionamiento y el comisionamiento en el mes 21, con una duración de 11 meses. Para la LT, el periodo de construcción y puesta en servicio se estima en 140 días (cerca de 4.5 meses).

ATOME PLC

2.3
Aspectos de Operación y Mantenimiento

Capacidad Productiva

H_2 Tasa de producción	1,802.0 kg/h
Tasa de producción de N_2 (para proceso)	8,363 kg/h
Producción de NH_3	10,165 kg/h
Producción de AN (base seca)	18,333 kg/h
Producción AN (solución)	29,542 kg/h
SNA Tasa de producción (base seca)	23,208 kg/h
SNA Tasa de producción (solución)	24,458 kg/h
Tasa de producción de CAN	31,958 kg/h

Materia Prima, Fuente y Cantidad

Materia prima	Fuente	Cantidad
Agua cruda tratada	Río Paraguay o Río Paraguay y pozos profundos (solo para el sistema de combate de incendios)	165.4 m^3/h
Aire ambiente	Unidad de Separación de Aire	201 ton/día
Energía eléctrica (hidroenergía)	Subestación Buey Rodeo de la ANDE a través de una LT de 220 kV	Consumo de energía eléctrica total = 112.9 MW.
Dolomita	Canteras existentes en evaluación	173 ton/día

Efluentes Líquidos

Los efluentes generados en la operación de la Planta, que se tratarán en la ETAR, incluyen efluentes del tratamiento de agua cruda, aguas sanitarias, efluentes de separadores de aceite, efluentes de la red no oleosa, y de la purga de la torre de refrigeración. Teniendo en cuenta estos tipos de efluentes, el caudal medio estimado es de 77.30 m^3/h.

Asimismo, durante la O&M habrá efluentes que serán tratados y dispuestos por gestores externos autorizados. Son ellos:

- Aguas de proceso contaminadas con NH_3: 40 m^3/año
- Aguas de proceso contaminadas con KOH: 150 m^3/año
- Aguas de proceso contaminadas con aditivos químicos de refrigeración / o tratamiento agua: 200 m^3/año. Las aguas de proceso serán dirigidas a la ETAR para homogenizar y estabilizar previa a su descarga a la red de drenajes.
- Aceite usado, compresores, transformadores y motores: 60 m^3

Residuos Sólidos

Tipos y cantidades estimadas de residuos a ser generados en la operación de la Planta:

- Lodos generados en las plantas de tratamiento de agua y efluentes: 900 m^3/año
- Basura (residuo orgánico generados por el personal de planta): 8,000 kg/año
- Basura (residuo sólido generados por el personal de planta): 30,000 kg/año
- Residuos eléctricos: 800 kg/año
- Residuos mecánicos (filtros, piezas metálicas, chatarra, plásticos, fungibles…): 5,000 kg/año

ATOME PLC

Emisiones Atmosféricas y Ruido durante la Operación

Las emisiones atmosféricas previstas en el proceso de producción de la Planta son:

Descripción	Tipo de Emisión	Funcionamiento	Caudal (kg/h)	Composición (%Vol)
USA	Salida de aire enriquecido con O_2	CONTINUO	13,200	Aire ambiente enriquecido en O_2 (90% O_2, 10% N_2, <0.5% Ar y trazas de CO_2)
Planta de Electrólisis	Venteo de O_2 en dos puntos	CONTINUO	17,820	98.5% O_2; 1.5% H_2; 4g/ Nm^3 de H_2O y 1 mg/Nm^3 de KOH
	Venteo de H_2 en dos puntos	EVENTUAL <500h/año	1,980	98.5% H_2; 1.5% O_2, 4g/ Nm^3 de H_2O y 1 mg/ Nm^3 de KOH
Antorcha Principal	Combustión (quema)	EVENTUAL <500h/año	29,626	**Quemador + piloto:** 22.38 kg/h CO_2, 6,664.22 kg/h H_2O, 22,920.34 kg/h N_2, 2.28 kg/h NOx, 12.42 kg/h CO, inquemados 4.70 kg/h Piloto: 22.38 kg/h CO_2, 12.22 kg/h H_2O, 89.34 kg/h N_2, 0.010 kg/NOx, 0.055 kg/h CO, inquemados 0.021 kg/h
	Llama Piloto	CONTINUO	124	
Descarga de la Planta de AN tras abatimiento	-	CONTINUO	73,929	Aire con NOx 10 ppmv, NH_3 5 ppmv, N_2O 20 ppmv
Unidad de Síntesis de NH3	Venteo de gas proceso	CONTINUO	5	53% H_2, 43% N_2, 2% Ar y 0.3% de H_2O
Antorcha Secundaria	Combustión (quema)	EVENTUAL <500h/año	29,626	**Quemador + piloto:** 22.38 kg/h CO_2, 6,664.22 kg/h H_2O, 22,920.34 kg/h N_2, 2.28 kg/h NOx, 12.42 kg/h CO, inquemados 4.70 kg/h Piloto: 22.38 kg/h CO_2, 12.22 kg/h H_2O, 89.34 kg/h N_2, 0.010 kg/NOx, 0.055 kg/h CO, inquemados 0.021 kg/h
	Llama Piloto	CONTINUO (piloto)	124	
Planta Granuladora	Descarga de molienda	CONTINUO	<0.629 PM_{10} 0.221 $PM_{2.5}$	Aire con <37 mg/Nm^3 PM_{10} y 13 mg/Nm^3 $PM_{2.5}$
	Descarga del scrubber de molienda	CONTINUO	269,500	Aire con <50 mg/ Nm^3 polvo, y <50 mg/ Nm^3 NH_3
Generador diésel del sistema contraincendios	Combustión diesel	EVENTUAL 0h/año	1,078	71% N_2, 9.5% H2O, 9% CO_2, 8,5% CO, 2% Ar <2500 mg/ Nm^3 NOx, <25 mg/ Nm^3 PM, <450 mg/ Nm^3 CO, <125 mg/ Nm^3 HC, SO_2 dependerá de contenido S en diésel

ATOME PLC

Descripción	Tipo de Emisión	Funcionamiento	Caudal (kg/h)	Composición (%Vol)
Generador de emergencia	Combustión diesel	EVENTUAL <500h/año	1,594	71% N_2, 9.5% H_2O, 9% CO_2, 8,5% CO, 2% Ar <2,500 mg/ Nm^3 NOx, <25 mg/ Nm^3 PM, <450 mg/ Nm^3 CO, <125 mg/ Nm^3 HC, SO_2 dependerá de contenido S en diésel
Chimenea de escape de la caldera auxiliar de la Planta de AN	Combustión diesel	EVENTUAL <500h/año	1,078	71% N_2, 9.5% H_2O, 9% CO_2, 8.5% CO, 2% Ar <2,500 mg/ Nm^3 NOx, <25 mg/ Nm^3 PM, <450 mg/ Nm^3 CO, <125 mg/ Nm^3 HC, SO_2 dependerá de contenido S en diésel

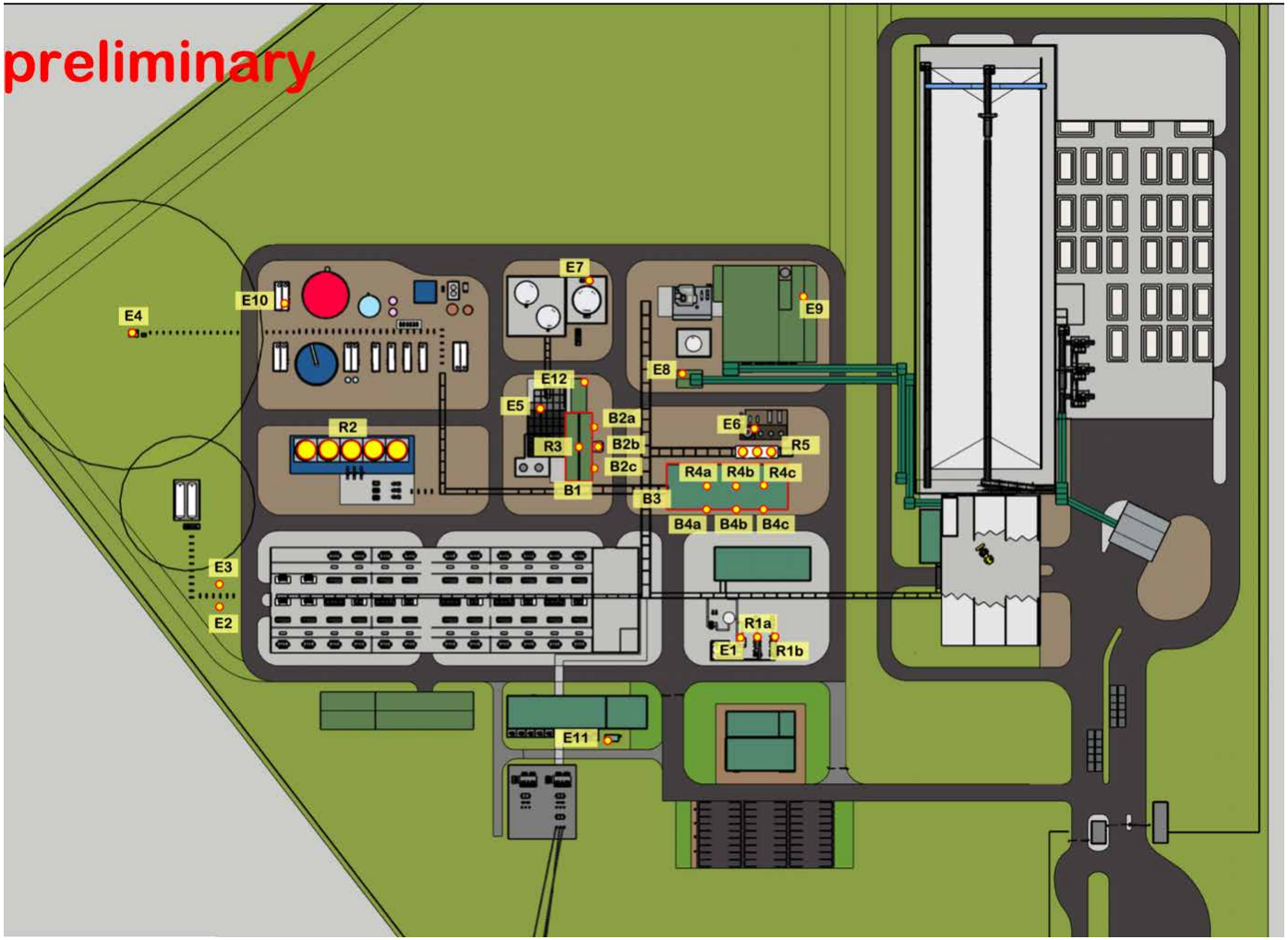
En cuanto al ruido, los equipos que más emiten en la operación de la Planta son:

- Compresores de la USA (principal y de reserva)
- Torre de refrigeración (5 células)
- Turboset
- Compresor de *syngas* y compresor de reserva
- Compresor de Unidad de Síntesis de NH_3
- Refrigerador de la Unidad de Síntesis de NH_3
- Ventilación Turboset A
- Ventilación Turboset B
- Ventilación del edificio de los compresores A, B y C

Estos equipos estarán diseñados para emitir un nivel de ruido máximo de 85 dBA a 1 m del equipo (distancia en cota de suelo). Habrá medidas de reducción de ruido para los equipos principales con el fin de cumplir con los estándares de ruido aplicables de Paraguay y de la CFI.

ATOME PL

Figura 2.3.a
Ubicación de las instalaciones que emiten gases en la operación (E1 a E12 en la Figura) y las que emiten ruido (R1 a R5)



Transporte y Comercialización de los Productos

El fertilizante CAN será transportado en camiones hasta diferentes destinos, por medio de camiones vía carreteras y por vía fluvial desde el puerto Terport, ubicado 33 km aguas arriba del terreno de la Planta, y aproximadamente 15 km por la Ruta Villeta – Alberdi.

Para el transporte de las 770 ton/día de fertilizante (en big bags o granel) hasta el Puerto se prevén 50 viajes de camiones (vacíos + cargados). El camión a ser utilizado es el tractor tipo Scania + semirremolque con longitudes de 16 m, incluso menores. La longitud máxima de esta configuración es de 18.15 m. El transporte se realiza en big bags de 1,000 kg cada una, totalizando cargas de hasta 30,000 kg (30 big bags). Lo máximo que se puede cargar es 33 ton.

Mano de Obra de Operación y Mantenimiento

La operación de la Planta involucrará operadores en los distintos bloques de procesos, la Planta de tratamiento de agua cruda y la ETAR, la expedición de productos, la línea de transmisión y SE de la Planta (que serán operadas por la ANDE), además de trabajadores de las áreas administrativas, mecánicas, entre otros. Se calcula que en esta fase se generarán los siguientes puestos trabajo directos e indirectos:

- 90 puestos permanentes para la O&M de la planta.
- Hasta 25 puestos permanentes en trabajos de subcontratación.
- 15 puestos para refuerzo tareas de mantenimiento programado.
- Hasta 30 puestos temporales para trabajos subcontratados.

Además, las plantas similares requieren profesionales para supervisar las operaciones, como ingenieros medioambientales, técnicos químicos y de laboratorio, personal de logística y de la cadena de suministro, directivos, personal de alto nivel, especialistas en RRHH, personal jurídico, comercial y administrativo, entre otros. Esto se traduce en la creación de unos 290 puestos de trabajo indirectos.

Con la expansión de la cadena de valor de ATOME a CAN, se estima que se crearán 80 puestos de trabajo directos y 584 indirectos.

Por tanto, el número total de trabajadores directos contratados en esta fase es de 240, de los cuales 195 son fijos y 45 temporales. El número total de empleos indirectos que se crearán podría alcanzar los 874.

3.0
Estudio de Alternativas

3.1
Alternativas de Localización

El estudio de alternativas evaluó tres alternativas de localización del terreno para la construcción de la Planta, que se compararon en relación con los siguientes criterios y restricciones ambientales y sociales:

ATOME PLC

- Disponibilidad de superficie y el formato de las parcelas;
- Uso y ocupación del entorno de los terrenos;
- Proximidad a la Subestación (SE) Buey Rodeo, lo que reduciría en gran medida la longitud de la línea de transmisión (LT) que habría que construir;
- Aspectos del Medio Físico, tales como geología, hidrogeología, suelos, relieve e hidrografía;
- Cobertura vegetal y uso del suelo.

También se estudiaron trazos alternativos para la LT y las tuberías de agua y efluentes, evaluando 3 alternativas para cada caso.

3.2
Alternativas Tecnológicas y Económicas

También se evaluaron alternativas tecnológicas y económicas, abarcando los siguientes aspectos:

- Alternativas de Tecnologías de Electrólisis de H_2, incluyendo:
  - Membrana Electrolítica Polimérica (MEP) Presurizada
  - MEP Atmosférica
  - Alcalina Presurizada
  - Alcalina Atmosférica
  - Pila Electrolizadora de Óxido Sólido (PEOS)
  - Membrana de Intercambio Aniónico (MIA)
- Alternativas de Recuperación de Productos del Aire
- Alternativas de Tecnologías de Síntesis de NH_3
  - Haber-Bosch
  - Síntesis Electroquímica
  - Síntesis por Plasma no Térmico
  - Síntesis de Amoníaco en Estado Sólido
- Alternativas de Tecnologías de Almacenamiento de CAN
  - A largo plazo: silo horizontal y silo vertical
  - A corto plazo: depósito de almacenamiento de CAN empaquetado en big bags
- Alternativas de Sistema de Refrigeración
  - Sistema de refrigeración húmeda: torre de refrigeración
  - Sistema de refrigeración seca: refrigeradores de aire
- Alternativas de Tratamiento del Agua
  - Estación de tratamiento de agua (ETA) basada en ósmosis inversa (OI) y electrodesionización (EDI)
  - ETA basada en OI y lechos de resinas de intercambio iónico (CB+MB)
- Alternativas de Fuente de Agua
  - Superficial
  - Subterránea
  - Mixta

Para los procesos de producción de Ácido Nítrico (AN), de solución de Nitrato de Amonio (SNA) y de Granulación (GRAN) no se evaluaron alternativas, ya que las adoptadas en el Proyecto son

ATOME PLC

las mejores disponibles en términos técnicos, ambientales y económicos. Su descripción en detalle se incluye en el Estudio de Impacto Ambiental y Social, **Sección 2.3.2**.

4.0
Diagnóstico (Línea Base)

4.1
Definición de Áreas de Influencia

En este estudio se definieron tres unidades de análisis:

- Área de Influencia Indirecta (AII), que es un área amplia donde los impactos indirectos del proyecto tienen alcance;
- Área de Influencia Directa (AID);
- Área Directamente Afectada (ADA).

Para los Medios Físico y Biótico, se consideró como AII el límite de la Cuenca Arroyo Surubiy, parte de la Unidad Hidrográfica Tebicuary Baja (Resolución SEAM Nº 376/12). Para el Medio Socioeconómico, se consideró el límite administrativo del Municipio de Villeta como área de estudio para la línea de base. Sin embargo, los impactos sociales indirectos de este proyecto pueden tener un alcance más difuso e ir más allá de esta área de influencia.

El Área de Influencia Directa (AID) para todos los medios fue definida como un buffer de 1 km de radio alrededor del área de la Planta, que incluye la Subestación Buey Rodeo y la línea de transmisión que suministrará energía al proyecto. También se consideran la franja de 1 km (500 m para cada lado del eje) alrededor de las tuberías de agua y efluentes, el acceso entre la planta y el puerto de exportación y otros accesos que se utilizarán durante la construcción y en la operación. El Área Directamente Afectada (ADA) constituye el terreno de la Planta, con superficie de 30 ha, además de las franjas de servidumbre de la LT (con 2.75 ha) y de las tuberías (con 1.15 ha).

4.2
Medio Físico

4.2.1
Clima

La zona del Proyecto se clasifica según el clima como Cfa, aunque pude existir una transición, a norte, para el clima Aw. El tipo climático “Cf” se caracteriza por lluvias uniformemente distribuidas a lo largo de todo el año, sin una estación seca clara, con la altitud de lluvia del mes más seco superior a 30 mm. El tipo climático “Cfa”, subtropical, además de las definiciones conjuntas ya presentadas anteriormente, se caracteriza por un verano caluroso, en el que la temperatura promedio del mes más caluroso se mantiene por encima de los 22ºC.

En la región donde se ubica el proyecto, el Noroeste, la precipitación promedia anual es de unos 600 mm, lo que se debe principalmente a la distancia del océano. Los datos de la estación Aeropuerto Silvio Pettirossi (Luque), ubicada a 54 km del área del proyecto, muestran que para

ATOME PLC

los meses entre julio y agosto la precipitación es inferior a 60 mm, lo que refleje los meses más secos. Los meses más lluviosos son noviembre y diciembre, cuando los promedios son superiores a 170 mm.

En cuanto a los acontecimientos climáticos extremos, los datos analizados y monitoreados por la Secretaría de Emergencia Nacional de Paraguay muestran que los mayores riesgos para el proyecto propuesto son las heladas, los incendios forestales y, especialmente, las tormentas severas.

4.2.2
Recursos Hídricos

4.2.2.1
Recursos Hídricos Superficiales

Los cuerpos de agua del AII drenan hacia la margen izquierda del río Paraguay. Los afluentes más importantes son el Arroyo Surubiy y el Arroyo Zanja Mercedes, no ubicados en el AID e ADA del proyecto.

Los datos de captación de agua para el Distrito Central (al que pertenece el AII), entre los años de 2019 y 2023, muestran un total de 7,899 registros. De este total 53.27% corresponden a uso doméstico; 21.34% a sistema de agua potable; 16.18% a otros; 6.79% para industrial – lavado y/o refrigeración; y 0.54% para industrial – materia prima.

Los análisis de la calidad del agua realizados para el proyecto incluyeron muestreo en 03 (tres) puntos del río Paraguay, uno de ellos en el lugar donde se estima que se captará agua para el Proyecto, y los otros dos, aguas abajo del mismo, estando uno de ellos aguas arriba y el otro aguas abajo del posible punto de vertido de los efluentes tratados. Se realizaron dos campañas de muestreo, la campaña 1 (C1) en marzo y la campaña 2 (C2) en junio, ambas en el año 2023. Los resultados se compararon con los límites establecidos por la Resolución Nº 222/2002, teniendo en cuenta la clasificación de los cuerpos de agua en el área de estudio como Clase 2.

Todos los puntos mostraron niveles elevados de coliformes totales (entre 24.000 y > 240.000 NMP/100mL) en la C1, pero sólo el punto Py 2 superó el límite de 1.000 NMP/100 mL de coliformes fecales establecido en la Resolución Nº 222/2022 para aguas Clase 2 (Art. 3º). En la C2, los valores de ambos parámetros (coliformes fecales y totales) disminuyeron y no hubo incumplimiento a la normativa. También relacionado a los parámetros orgánicos, se verificó que el nitrógeno total y el fósforo total superaron los límites establecidos por la legislación para aguas Clase 2 en C1 y C2. La extrapolación fue por lo menos de 2 y 1.5 veces al límite de nitrógeno total y 6.8 y 2 veces superior al límite de fósforo total, respectivamente en C1 y C2. En cuanto al oxígeno disuelto (OD), los resultados no cumplieron el límite mínimo de 5 mg/L en C1 y las concentraciones fueron 3 veces o más bajas que ese valor. Estos resultados, asociados a la presencia de bancos de macrófitos y grandes cantidades de algas en el lugar de recogida, según las observaciones del equipo del laboratorio durante la campaña, son indicativos de la eutrofización del cuerpo de agua. El equipo también informó haber observado peces muertos en el lugar.

A pesar de las bajas concentraciones de OD en el agua registrados en C1, la DBO en el mismo período, en los tres puntos de muestreo, se mantuvo dentro del límite establecido en la legislación (≤ 5 mg/L), aunque en valores cercanos a este límite máximo, especialmente en el PY 1 (4.7 mg/L). Valores de DBO que cumplen los límites máximos de la legislación asociados a concentraciones de OD evaluadas se debe a que el nivel de OD en el agua está influenciado por otros factores además de la descomposición de la materia orgánica, como las pérdidas a la atmósfera, la respiración de los organismos acuáticos y la oxidación de iones metálicos (ESTEVES, 1998). Sin embargo, ambos parámetros están relacionados entre sí y las oscilaciones en la tasa de OD dan lugar a oscilaciones en la concentración de DBO. Por lo tanto, el aumento de la concentración de OD durante C2 resultó en valores de DBO inferiores a los observados en C1.

En disconformidad con los padrones de calidad, la presencia de aceites y grasas también fue observada con concentración entre 7 y 9 mg/L en las muestras de los 3 puntos en ambas campañas. Tampoco se cumplieron los límites de color, aluminio y hierro soluble en ambas campañas, además de manganeso en C1. Para los demás parámetros se cumplieron los límites establecidos por la legislación para aguas Clase 2. Para manganeso los valores no conformes observados en la primera campaña fueron 3 veces superiores al límite establecido por la Resolución y para el aluminio y el hierro soluble, los valores muestreados fueron al menos 6 y 3 veces superiores, respectivamente. Es posible que estas concentraciones más elevadas reflejen una característica del medio, ya que los muestreos realizados en la región en años anteriores para otro proyecto también indicaron valores superiores al límite para estos parámetros, como se comenta más adelante.

4.2.3
Recursos Hídricos Subterráneos

Según el Mapa Hidrogeológico de la Cuenca del Plata (CIC; CPRM, 2015), todo el AII y AID se ubican en la unidad hidroestratigráfica denominada Qa – Sedimento Cuaternario.

En la propiedad en donde se instalará el Proyecto se cuenta con un pozo perforado profundo, con caudal de 50,000 litros por hora, nivel dinámico a una profundidad de 22 m y una profundidad máxima de 96 m. El análisis de calidad del agua del pozo indicó que la misma está mineralizada y contiene contaminación orgánica, pudiendo ser considerada no potable, por lo tanto, no apta para el consumo humano sin tratamiento.

Adicionalmente, se analizó el agua de un piezómetro de 3 m también existente en la propiedad. El análisis dio como resultado el incumplimiento de la Resolución Nº 222/2002 del MADES en nueve parámetros: DBO, Oxígeno Disuelto (OD), Nitrógeno Total, Sólidos Totales Disueltos, Aceites y grasas, Hierro Soluble, Manganeso, Arsénico y Fósforo Total.

4.2.4
Geología

Las unidades estratigráficas encontradas en el AII son las rocas del Grupo Caacupé, ubicadas en una porción restringida del AI, y los Sedimentos Cuaternarios, asociados en el AII a depósitos sedimentarios, depositados en una amplia faja a lo largo del río Paraguay y que marcan la planicie fluvial.

ATOME PLC

4.2.5
Geotecnia

Ensayos SPT, en conjunto con otros ensayos realizados (CPTu y DPSH) y muestreos en calicatas llevados a cabo en el terreno, permitieron caracterizar la presencia de un estrato superior de suelos finos, caracterizados principalmente como arcillas limosas, hasta profundidades que van hasta los 10.00 m a 15.00 m aproximadamente. Estos suelos presentan resistencia baja en los primeros 10.00 m a 12.00 m, luego con picos en profundidad. A partir de los 20.0 m aproximadamente, en todos los casos, se encuentran arenas limosas muy densas y sin presencia de rocas hasta los 40.0 m de profundidad.

A partir de los datos secundarios recopilados, atributos obtenidos en los estudios geotécnicos realizados en el ADA y alrededores del Proyecto, además de las observaciones de campo, fue posible identificar los principales problemas y debilidades asociados a los materiales geológicos presentes. La **Tabla 4.2.5.a** muestra un resumen de estos posibles problemas y debilidades, con el fin de predecir su comportamiento, impactos y posibles degradaciones ambientales durante la ejecución del proyecto, y prever las medidas y mejores prácticas de gestión a ser adoptadas por el contratista EPC para evitar tales impactos potenciales.

Tabla 4.2.5.a
Principales problemas y debilidades asociados a los sedimentos cuaternarios que ocurren en el área de la Planta de ATOME y entorno

TIPOS DE MATERIALES	DEBILIDADES
Sedimentos Cuaternarios Arena, arcilla, limo y lentes de grava.	• Inundaciones estacionales en las Llanuras de Inundación Actuales y ocasionales en las Llanuras Subrecientes; • Riesgo de contaminación de la capa freática somera; • Inundaciones en áreas de relieve plano y con capa freática suspendida sobre estratos arcillosos; • Erosión lateral y vertical del cauce y bordes durante la época de lluvias y/o en el caso de terraplenes, incluyendo deslizamientos y caída de bloques de suelos; • Posibilidad de estabilidad precaria de los muros de excavación, principalmente a profundidades mayores que 3 m; • Baja capacidad de apoyo en puntos donde ocurren estratos inconsistentes; • Formación de tubificaciones en suelos dispersivos; • Represión de fundaciones y de las redes subterráneas en caso de suelos dispersivos superficiales; • Sedimentación intensa de canales de drenaje; • Necesidad de utilizar material de préstamo en áreas con suelos dispersivos, con presencia de sales e índices de expansión elevados.

4.2.6
Geomorfología

Con base en las informaciones secundarias y los levantamientos en campo, fue posible identificar tres tipos de unidades de relieve a lo largo de la AII del Proyecto: cerros, llanuras bajas y llanuras de inundación.

ATOME PLC

Casi toda la extensión del AII, incluyendo AID/ADA, se encuentra en relieve de llanuras bajas. Las llanuras de inundación se ubican principalmente en cotas inferiores a los 60 m, correspondientes a las actuales y sub-recientes llanuras de inundación del río Paraguay. Los cerros son elevaciones entre 70 y 90 m, uno ubicado como cuerpo aislado cerca del cauce del Arroyo Surubiy y otro cerro al noreste del AII y que tiene continuidad más allá de los límites de la AII, ya en la zona del Distrito de Nueva Italia.

4.2.7
Suelos

En el AII se mapearon 3 consorciaciones y 3 asociaciones de suelos: los Alfisol (subgrupos *Typic Albaqualf*, *Typic Natrudalf*, *Aquic y Albaquic Paleudalf*), los Entisol (Subgrupos *Typic Udifluvent* y *Aquic Udifluvent*), los Ultisols (Subgrupo *Rhodic Paleudult*).

4.2.8
Calidad del Aire

La línea de base de calidad del aire llevada a cabo en el terreno del proyecto incluyó mediciones de Material particulado (MP) (Partículas Totales – PTS, Partículas inhalables – PM_{10} y Partículas inhalables – $PM_{2.5}$), Dióxido de azufre (SO_2), Monóxido de carbono (CO), Dióxido de carbono (CO_2), Ozono (O_3) y Dióxido de nitrógeno (NO_2), contaminantes regulados para los cuales existen límites permisibles a nivel nacional e internacional. Las mediciones se realizaron en el período comprendido entre el 12 de mayo y el 02 de junio de 2023, totalizando entre 18 y 22 días de medición considerando los distintos parámetros.

El Índice de calidad del aire (ICA) calculado teniendo en cuenta los parámetros medidos se ha mantenido durante el período monitoreado con la calidad “Buena”, valores adimensionales entre 0 y 50.

La **Tabla 4.2.8.a** a continuación presenta los valores más altos obtenidos para cada uno de los parámetros y su comparación con la legislación.

Tabla 4.2.8.a
Valores más altos obtenidos en la línea base de calidad del aire

Parámetro	Máximo valor medido	Fecha	Res. SEAM 259/2015	OMS 2021
$PM_{2.5}$, media 24 horas	10.0 µg/m³	14/05/23	30 µg/m³	15 µg/m³
PM_{10}, media 24 horas	15.0 µg/m³	17, 18, 19 y 20/05/23	150 µg/m³	45 µg/m³
PTS, media 24 horas	22.53 µg/m³	19/05/23		
O_3, media 8 horas	43.19 µg/m³	24/05/23	120 µg/m³	100 µg/m³
NO_2, media 1 hora	3.76 µg/m³	25/05/23	200 µg/m³	
NO_2, media 24 horas	2.71 µg/m³	25/05/23		25 µg/m³
SO_2, media 24 hora	2.62 µg/m³	14/05/23	20 µg/m³	40 µg/m³
CO, media 8 horas	0.4 mg/m³	26/05/23	10 mg/m³	
CO, media 24 horas	0.4 mg/m³	26/05/23	4 mg/m³	4 µg/m³

ATOME PLC

Como se puede ver en la Tabla, los resultados más altos de los parámetros medidos están muy por debajo de las normas nacionales e internacionales, por lo que la calidad del aire se considera buena.

El CO_2, media 24 horas, ha variado de 463.8 ppm (24/05/23) a 505.0 ppm (2/06/23). El CO_2 no está regulado por la Resolución SEAM 259/2015 y la Guía de la OMS.

4.2.9
Ruido

La línea de base del ruido se llevó a cabo en una campaña de campo con mediciones en cuatro (4) puntos (ver **Figura 4.2.9.a**) seleccionados en función de los usos de suelo y las fuentes de ruido, dos de ellos en los límites de la planta (P1 en el acceso principal y P2 en el límite de la propiedad lindante con el vecino), P3 en el acceso principal de la vivienda del vecino y P4 en la futura ubicación de fuentes fijas sonoras de la industria (por ejemplo, compresores). La colecta de datos se realizó durante 20 horas continuas en los 4 puntos de medición. La metodología de análisis de los resultados evaluó los valores L_{Aeq} horarios. A los efectos de caracterizar los períodos diurnos y nocturnos mediante un único valor representativo de cada período en cada punto relevado, se consideró el L_{Aeq} de la totalidad del período de medición dentro de la franja horaria considerada para cada caso.

En el Punto 1 el valor máximo del $LA_{eq1hora}$ fue de 65.3 dBA y el mínimo fue de 57.1 dBA. En cuanto a niveles sonoros instantáneos, el máximo registrado por el sonómetro fue de 89.4 dB; producido por la explosión de una cubierta de un camión de carga de mediano porte que transitaba por la Ruta Villeta-Alberdi, aproximadamente a unos 30 metros de distancia donde se encontraba el sonómetro.

ATOME PLC

Figura 4.2.9.a
Puntos de medición de ruido de la tercera campaña



En el Punto 2 el valor más elevado de $LA_{eq1hora}$ fue de 59.9 dBA y el mínimo de 56.62 dBA. Los niveles sonoros instantáneos más altos fueron de 83.6 dB y producidos por los equinos que transitaban hacia el establo, relinchando y galopando. Además, otros valores que superan los 70 dB se podrían adjudicar a los demás animales de la granja en las cercanías del punto de medición. En horas de la noche y madrugada los caninos con sus ladridos se convirtieron en fuentes generadoras de ruido.

En el Punto 3 el $LA_{eq1hora}$ más elevado fue de 73.1 dBA y el mínimo de 61.2 dBA. Los niveles sonoros máximos registrados por el sonómetro se relacionaron con diferentes actividades de cuidado y mantenimiento de la granja. Además, se percibía la contribución de fuentes móviles que transitaban a altas velocidades por la Ruta Villeta-Alberdi.

En el Punto 4 el valor 63.2 dBA fue el $LA_{eq1hora}$ más elevado y el mínimo fue 52.9 dBA. El nivel sonoro instantáneo más alto fue de 80.5 dB, el cual se presume está asociado a un caso aislado ocasionado por bandadas de aves o mamíferos cercanos al equipo de medición.

El informe concluye que en general, en los 4 puntos de registro durante las 20 horas de medición se presentó un nivel de cumplimiento del 81% para la Ley N° 1100/97. En cuanto a las Guías Generales sobre Medio Ambiente, Salud y Seguridad de la CFI se registró 98% de cumplimiento.

4.3
Medio Biótico

4.3.1
Vegetación y Flora

Según el mapa de 2021 del Mapbiomas, en el AII del proyecto, la cobertura del suelo se clasifica en vegetación leñosa natural (incluyendo los bosques y sabanas); vegetación natural no leñosa, que incluye los pastizales naturales, inundables o no, y los humedales; las áreas antrópicas (principalmente áreas urbanizadas) y cuerpos de agua.

La vegetación natural no leñosa representa 68.23% del AII, y la vegetación leñosa el 23.66%. Sin embargo, como ya mencionado, parte de los pastizales naturales son utilizados para ganadería, entonces la vegetación nativa en estos hábitats naturales puede encontrarse en diferentes niveles de conservación.

El mapeo de cobertura vegetal y uso del suelo en el AID resultó que predomina la cobertura vegetal nativa (65.25%), representada principalmente por Sabana hidromórfica (42.89% del AID). El Bosque subhúmedo semicaducifolio corresponde a 22.26% del AID. Los usos antrópicos del suelo ocupan 32.36% del AID e incluyen cultivos, pastos y uso silvopastoril, caminos asfaltados y no asfaltados, la subestación de energía y las líneas de transmisión y distribución, y pequeños lagos artificiales.

De manera semejante al AID, el ADA del terreno donde se ubicará la Planta está mayormente cubierta por vegetación nativa (99.18%), constituida principalmente por Sabana hidromórfica (78.76%) y Bosques (20.41%). En la franja de servidumbre de la LT, la vegetación nativa representa solo el 23.73%, siendo 0.38% de Bosques y 23.36% de Sabana. En la servidumbre de las tuberías, la vegetación nativa predomina también, ocupando 60% del área de la franja, con 11.6% correspondientes al Bosque y 48.4% a la Sabana.

El muestreo de vegetación y flora en el terreno de la Planta llevado a cabo en marzo de 2023 registró 169 especies, dentro de 59 familias botánicas. Las familias con mayor cantidad de representantes fueron Fabaceae, Asteraceae, Cyperaceae y Poaceae, con 18, 12, 10 y 9 especies, respectivamente. Del total de especies registradas, 90 fueron observadas en los transectos de Bosque, 46 en los transectos en la Sabana, y 33 especies fueron registradas en ambos tipos de vegetación. En relación con el tipo de hábito, 64% de las especies registradas son hierbas, y el 23% son árboles o arbustos. De las especies registradas, 36 tienen valor cultural debido a su uso en medicina popular, 4 especies se reportan como fuente de madera, 4 de uso forrajero, 3 como materia prima para productos artesanales y 2 como ornamentales. Considerando los datos de la primera y la segunda campaña combinados, la riqueza total de especies registradas en los bosques resultó en un total de 121 especies. Para la Sabana, el total fue de 125 especies.

Cuatro especies se encuentran con categoría de amenaza según la Resolución N° 470/2019 del MADES (**Tabla 4.3.1.a**). Ninguna de ellas se encuentra en la lista roja de la UICN1 y tampoco fueron registradas especies endémicas.

1 Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza: IUCN Red List of Threatened Species

ATOME PLC

Tabla 4.3.1.a
Especies amenazadas presentes en el sitio con sus categorías según el MADES

Especie	Nombre común	Estado de conservación
Cohniella jonesiana (Rchb. F.) Christenson	Orquídea	En Peligro de extinción
Libidibia paraguariensis (D. Parodi) G.P. Lewis	Guayacán	En Peligro de extinción
Monteverdia ilicifolia (Mart. Ex Reissek) Biral	Kangorosa	En Peligro de extinción
Prosopis nigra (Griseb.) Hieron	Algarrobo negro	Amenazada de extinción

Fuente: elaboración propia.

4.3.2
Fauna Terrestre

La primera campaña de levantamiento de fauna se llevó a cabo del 4 al 8 de marzo de 2023 y la segunda del 20 a 24 de junio de 2023. Los métodos de muestreo fueron:

- Aves: observación directa, a simple vista o con binoculares Swarovski 8x32, registros auditivos por la técnica de "*playback*" y por comparación con grabaciones de las voces de las especies con un reproductor Samsung Galaxi A72.
- Anfibios y Reptiles: recorridos a pie por todo el terreno de la Planta, de manera aleatoria en donde se seleccionaron los diferentes estratos/ambientes encontrados en los enclaves de muestreo, y dentro de los mismos se realizaron búsquedas aleatorias, lo cual implicó búsqueda activa de anfibios y reptiles, examinando todo tipo de potenciales refugios tales como hojarasca, piedras, troncos, huecos, etc.
- Mamíferos terrestres medianos y grandes: observación directa e indirecta con tiempo limitado, cuatro horas por la mañana y cuatro horas entre los periodos crepuscular y nocturno, seguimiento con cámaras trampa y entrevistas con residentes locales.
- Murciélagos Insectívoros Aéreos: registro ultrasónico utilizando el equipo Song Meter.

Resultados

Aves

Considerando los resultados obtenidos en las dos campañas de campo, se han realizado un total de 2,140 registros pertenecientes a 138 especies de aves, que se distribuyen en 22 órdenes y 43 familias.

La lista combinada de aves considerando datos primarios y secundarios resulta en 195 especies clasificadas en 23 órdenes y 52 familias.

Registros relevantes: Parakáu, Paragua o Loro hablador (*Amazona aestiva*); Pato bragado, pato negro ype hû (*Cairina moschata*); y Chiripepe (*Pyrrhura frontalis*), considerada endémica al Bosque Atlántico, pero también habita en el Chaco húmedo.

Especies amenazadas: ninguna especie es considerada amenazada según la Resolución No 254/19. Para la UICN (2022), solamente el loro manchado menor (Amazona aestiva) está clasificada como "Casi Amenazada – NT" de extinción. Según la CITES (2023), sólo el yabirú (Jabiru mycteria) está en el Apéndice I. Por otro lado, 22 especies registradas están insertas en el Apéndice II.
Especies migratorias: en las dos campañas de levantamiento se registraron 12 especies que

ATOME PLC

presentan algún tipo de comportamiento migratorio.

Especies endémicas: dos especies registradas en las campañas de relevamiento son clasificadas como endémicas del Chaco: el carpintero lomo blanco (*Campephilus leucopogon)* y el trepador gigante (*Xiphocolaptes major*). Además de estos, el chiripepé cabeza verde *(Pyrrhura frontalis*) está clasificado como endémico de los dominios del bioma Mata Atlántica. Todas esas especies tienen amplia distribución.

Ninguna especie registrada en campo es introducida. Solo dos especies de la lista secundaria son clasificadas como introducidas, la paloma doméstica (*Columba livia*) y la cobartita (*Passer domesticus)*.

Anfibios y Reptiles

La diversidad obtenida al consolidar los resultados de las dos campañas de campo resulta un total de 27 especies, de las cuales 21 representan al orden Anura y seis al orden Squamata. Considerando la riqueza total estimada, basada en datos primarios y secundarios, hay 63 especies, distribuidas en seis familias del orden Anura y 12 de Squamata.

Especies amenazadas: entre las especies de reptiles y anfibios registradas, ninguna se encuentra en peligro de extinción en las listas MADES y UICN consultadas. En cuanto a CITES, dos especies, la anaconda (*Eunectes notaeus*) y el lagarto overo (*Salvator merianae*) están incluidas en el Apéndice II.

Especies endémicas: no se registran especies endémicas de herpetofauna en el área de trabajo.

La única especie exótica de reptiles presente de manera residente en Paraguay es *Hemidactylus mabouia*.

Murciélagos Insectívoros Aéreos

Considerando los resultados obtenidos en las dos campañas de levantamiento de murciélagos, se han realizado un total de 591 registros pertenecientes a 14 taxones, que se distribuyen en tres familias. La lista de especies esperadas para el Proyecto basada en datos secundarios registra 28 especies de murciélagos, pertenecientes al orden Chiroptera y distribuidas en tres familias.

Especies amenazadas: de acuerdo con el listado nacional (Resolución SEAM N° 632 de 2017), ninguna especie fue categorizada en peligro de extinción. Así mismo, no se registran especies categorizadas según la clasificación internacional de la UICN (2022) y CITES (2023). Teniendo en cuenta los datos secundarios, una especie se considera amenazada a nivel nacional (*Peropteryx macrotis*) y una casi amenazada por la UICN (*Myotis ruber*).

Especies endémicas: no se registraron especies consideradas endémicas del bioma.

ATOME PLC

Mamíferos Terrestres

Considerando los resultados obtenidos a lo largo de las dos campañas de campo, se han realizado un total de 85 registros pertenecientes a 12 taxones, que se distribuyen en siete órdenes y nueve familias. Al considerar tanto los estudios primarios como los secundarios, se cuenta con un total de 47 taxones, distribuidos en nueve órdenes y 19 familias.

Especies amenazadas: En cuanto al estado de conservación de las especies registradas en las campañas de campo, según el listado nacional de especies protegidas de fauna silvestre de la clase Mammalia (Resolución SEAM N° 632 de 2017), ninguna ha sido categorizada en peligro de extinción. Así mismo, no se registraron en campo especies categorizadas según la clasificación internacional de la UICN (2022). Por otro lado, considerando la lista de probable ocurrencia en la región (datos secundarios), hay 4 especies vulnerables (VU) según la UICN (*Leopardus tigrinus*, *Tapirus terrestres*, *Blastocerus dichotomus* y *Tayassu pecari*). Otras dos se consideran en peligro (EN) (*Pteronura brasiliensis* y *Catagonus wagneri*). Por último, *Lontra longicaudis*, *Leopardus braccatus*, *Leopardus wiedii* y *Panthera onca* están clasificados como casi amenazadas (NT). Para la lista internacional CITES (2023), 9 especies figuran en el Apéndice I, de las cuales sólo 1 (*Leopardus geoffroyi)* se registró en campo. En el Apendice II figuran 17 especies, siendo 4 registradas en el campo.

Especies endémicas: ninguna de las especies registradas se considera endémica del bioma.

Especies exóticas, introducidas, invasoras o nativas invasivas: no se registraron especies exóticas, introducidas, invasoras o nativas invasoras de mamíferos medianos y grandes.

4.3.3
Áreas de Interés para la Biodiversidad

Áreas Silvestres Protegidas (ASP)

El AII del proyecto no se superpone con ninguna área silvestre protegida. Las ASP más cercanas son la Reserva Natural Guyrati y el Parque Nacional Lago Ypoá, que se encuentran a unos 3 kilómetros del límite del AII.

Otras Áreas de Interés para la Biodiversidad

Cerca del AII del Proyecto existen otras áreas importantes para la biodiversidad e internacionalmente reconocidas. Un Área Importante para la Conservación de Aves (IBA) en territorio argentino y el Lago Ypoá, también considerado IBA y Sitio Ramsar.

4.4
Medio Socioeconómico

AII

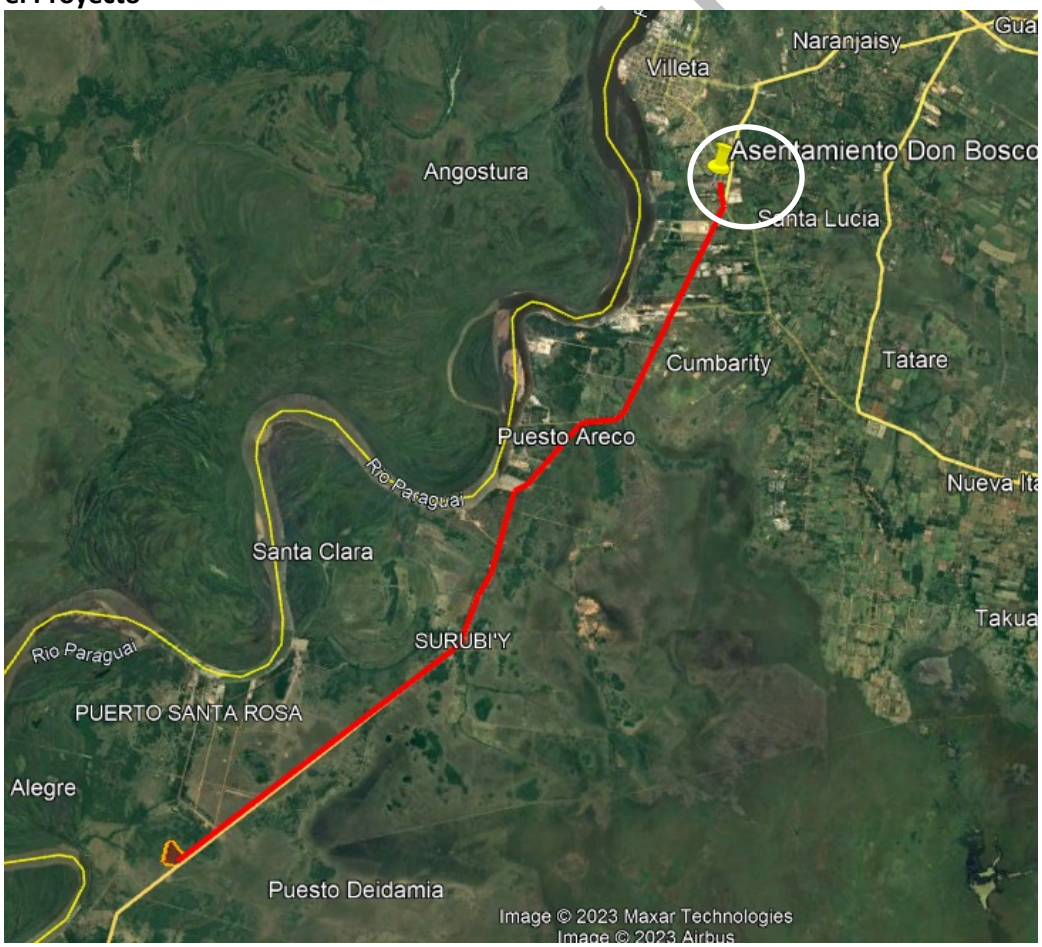
Para el AII fueron recogidos datos secundarios para el Municipio de Villeta, incluyendo datos demográficos; nivel socioeconómico de la población; características de las viviendas e infraestructura de los servicios básicos (suministro de agua, desagüe sanitario, disposición de la

ATOME PLC

basura, energía eléctrica, seguridad ciudadana); aspectos económicos (tasas de actividad, ocupación y desempleo de la población activa; actividades económicas predominantes en el área de estudio; actividad pesquera); información sobre servicios públicos (salud, educación, transporte); información sobre organizaciones sociales presentes y sobre existencia de población indígena. En relación con este último punto, cabe mencionar que los datos oficiales apuntan que la más cercana es la comunidad Cerro Poty, en el barrio Jukyty de Asunción, a 42 km del terreno aproximadamente.

Durante una entrevista realizada en el trabajo de campo, sin embargo, se mencionó la presencia de una pequeña comunidad Ava Guaraní en el Asentamiento Don Bosco de Villeta. La búsqueda de información sobre esta comunidad reveló que en realidad se trata de la comunidad Takuapumirî, de la etnia Mbya Guaraní, situada en Guasu Corá, y distante cerca de 26 km del Proyecto de ATOME por carretera (ver **Figura 4.4.a**). Las coordenadas del Asentamiento Don Bosco o Territorio Social Don Bosco, donde la comunidad indígena está ubicada (P1 – 445,048 m E y 7,175,415 m S; P2 – 445,027 m E y 7,175,613 m S – ver Detalle de la **Figura 4.4.a**), se obtuvieron del Ministerio de Urbanismo, Vivienda y Hábitat (MUVH) de Paraguay2.

Figura 4.4.a
Ubicación de la comunidad indígena Ava Guaraní del Asentamiento Don Bosco en relación con el Proyecto



2 https://www.muvh.gov.py/sitio/wp-content/uploads/2021/09/IM-P02-08-FONAVIS.pdf

Detalle



Según la información encontrada3, la comunidad está formada por un total de 33 familias, entre niños, jóvenes y adultos. La comunidad Takuapumirî subsiste de la artesanía, algo de agricultura familiar y de aportes de los ciudadanos y no cuenta con el apoyo del INDI. El tallado de madera es una de las formas de subsistencia de la comunidad, realizando diversas formas y figuras de animales y con énfasis en las especies que están en peligro de extinción.

El Asentamiento Don Bosco donde viven los indígenas se encuentra en la zona de expansión urbana de Villeta, vecina al asentamiento Sol Naciente. Está lejos del Proyecto Atome, pero relativamente cerca de la Ruta Villeta – Alberdi, que, en este tramo, será utilizada por el Proyecto durante las fases de construcción y operación por los autobuses que transportarán a los trabajadores. Sin embargo, esta comunidad no se verá directamente impactada por el Proyecto ya que se encuentra en los márgenes de la Ruta Villeta – Nueva Italia, paralela a la Ruta Villeta – Alberdi y sus límites se encuentran a unos 220 metros de esta última, no afectando sus tierras ni territorialidad (ver Detalle de la **Figura 4.4.a**).

ATOME

AID

En relación al Patrimonio Arqueológico y Cultural, en los recorridos realizados en campo no se encontraron elementos o vestigios culturales, debido a las formaciones vegetales presentes, además de presentar modificaciones en el uso del suelo y remoción. Por lo tanto, se deberá considerar el acompañamiento arqueológico durante el movimiento de suelos ante potenciales hallazgos fortuitos, y proceder en los casos, a elaborar un Protocolo de Actuación en Arqueología Preventiva.

3 https://tucronista.com/news.php?slug=comunidad-ind-gena-takuapumir-de-villeta-solicita-atenci-n-al-indi

El uso y ocupación del suelo en el entorno de la Planta está compuesto básicamente por vegetación nativa de Sabana y Bosque y áreas de cultivo y pasto.

Las áreas de cultivo se encuentran en la margen opuesta de la Ruta Nacional PY19 a la margen donde se ubica el terreno del Proyecto, y consisten en grandes extensiones de plantaciones de arroz irrigadas. De este mismo lado de la ruta se encuentra la SE Buey Rodeo de la ANDE. Al lado de la SE, se encuentran áreas de pastos, en mosaico con áreas de Sabana.

Del mismo lado de la carretera donde se encuentra el terreno de la Planta, el uso predominante corresponde a áreas de Sabana, con fragmentos de bosque sub húmedo. Al borde de la carretera y colindante al terreno de la Planta existe una propiedad donde hay usos silvopastoriles. El área del terreno de la Planta de ATOME está ocupada por sabanas hidro mórficas arboladas con palma negra o Karanda´'y (*Copernicia alba*) e islas de bosques, con uso ganadero reciente. Hay un tajamar formado por la explotación de material de préstamo para obras viales, casi enteramente dentro del terreno de la Planta y con una pequeña parte localizada en el terreno vecino.

En relevamientos de campo se constató que la finca vecina consiste en una unidad productiva pecuaria llamada "Ganadera San Rafael", de aproximadamente 7 hectáreas detentadas en propiedad y 100 hectáreas adyacentes poseídas bajo el régimen de arriendo. La unidad explota la producción de patos marruecos, ovejas (22 cabezas), cabras (28) (**Fotos 14 y 15**), burros (6), caballos (10), y vacunos (55).

La finca cuenta con una vivienda de material cocido, corral con bretes y un establo muy próximo al límite de la finca de ATOME. El establecimiento cuenta con un pozo artesiano de 20 metros de profundidad del que se extrae agua para beber, para limpieza y algunas tareas domésticas. Las aguas residuales van a un pozo ciego. La basura que se produce en el lugar es eliminada con su quema. Como fuentes de energía utilizan electricidad, gas y leña.

El propietario, que adquirió la propiedad hace 10 años, no reside en la finca en forma permanente. En el lugar residen aproximadamente cuatro personas, tres de los cuatro son empleados del propietario que desarrollan actividades de mantenimiento y cuidado de animales de granja y una cocinera que habita con su hija temporalmente. No obstante, varía de acuerdo con las actividades necesarias en la finca, con aproximadamente 4 a 5 personas trabajando y viviendo en la casa.

ATOME PLC

5.0
Lista de los Impactos y Riesgos Ambientales y Sociales Identificados

A partir de las características técnicas del proyecto y los resultados obtenidos durante la etapa de diagnóstico (línea de base), se identificaron y evaluaron los impactos y riesgos ambientales y sociales.

Según la definición de las Normas de desempeño de la CFI sobre Sostenibilidad Ambiental y Social (CFI, 2012), los impactos ambientales y sociales se refieren a cualquier cambio, potencial o real, en el medio físico, natural o cultural y en la comunidad circundante o en los trabajadores resultantes del proyecto. Los riesgos ambientales y sociales, a su vez, son una combinación de la probabilidad de que ocurra un determinado peligro y la gravedad de los impactos derivados de tal ocurrencia.

La identificación de los impactos se basó en el cruce de los componentes ambientales y sociales susceptibles de ser alterados por el Proyecto con las acciones de las distintas fases del Proyecto susceptibles de interferir en dichos componentes. Como resultado, se identificaron los impactos potenciales del Proyecto y, a continuación, se clasificaron los impactos resultantes, considerando los efectos de la aplicación de las medidas propuestas en el PGAS. La lista de impactos identificados para el Proyecto se presenta en el siguiente **Cuadro 5.0.a**.

Cuadro 5.0.a
Impactos identificados para el Proyecto

Impactos en componentes del Medio Físico	
Impactos en el Suelo/Relieve	Ocurrencia y/o intensificación de procesos erosivos durante la fase de construcción
	Aumento de la impermeabilización del suelo y alteración del régimen de drenaje actual
Impactos en los Recursos Hídricos Superficiales y Subterráneos	
	Impactos en la calidad del agua del río Paraguay debido a la reducción del caudal y al vertido de los efluentes tratados durante la operación
	Riesgo de impacto en la calidad del agua del río Paraguay durante la implantación de infraestructura de captación de agua (1)
Impactos en la Calidad del Aire	Impacto en la calidad del aire durante la construcción
	Impacto en la calidad del aire durante la operación
	Reducción de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y de la huella de carbono en la producción de H2, NH3 y fertilizantes verdes
Impactos en componentes del Medio Biótico	
Impactos en la Flora y Vegetación	Pérdida de cobertura vegetal y afectación de individuos de flora
Impactos en la Fauna	Pérdida de hábitats de la fauna terrestre
Impactos en componentes del Medio Socioeconómico	
Impactos en el Empleo y la Economía Local	Generación de empleos directos e indirectos durante las fases de planificación y de obras
	Generación de empleos directos e indirectos en la fase de operación
	Dinamización de la economía local en la fase de obras
	Desplazamiento físico y/o económico por la adquisición de tierras y establecimiento de servidumbres

ATOME PLC

Impactos en Infraestructura, Equipamiento Social y Servicios Públicos	Apropiación de la capacidad de las carreteras de acceso al proyecto en la fase de obras
	Apropiación de la capacidad de las carreteras de acceso al proyecto en la fase de operación
	Apropiación de la capacidad de la Hidrovía Paraguay – Paraná
	Sobrecarga de los sitios de eliminación de residuos sólidos en la fase de obras
	Impacto en la circulación de la Ruta Nacional PY19 durante el tendido de los cables de la LT
Impactos en la Calidad de Vida de la Población	Generación de expectativas
	Molestias causadas por las actividades de construcción
	Molestias por ruido en la fase de operación
	Molestias por olores en la fase de operación

(1) por posibles derrames y actividades de dragado

De los impactos mencionados en el **Cuadro 5.0.a** anterior, el impacto positivo más importante del Proyecto es la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y de la huella de carbono en la producción de fertilizantes verdes.

Considerando los totales de t CO_2-eq/año para la producción y distribución del fertilizante CAN estimados para la Planta verde de ATOME comparados a los de una Planta gris, se observa que el total de la verde corresponde al 28.6% del valor total en la gris. Teniendo en cuenta estas cifras, se observa que el proyecto de ATOME tiene una capacidad de desplazamiento de alrededor de 600,000 t CO_2-eq/año, con un total de 15,000,000 t CO_2-eq si se tiene en cuenta la vida útil del Proyecto de 25 años.

La lista de riesgos identificados para el Proyecto se presenta en el **Cuadro 5.0.b** a continuación.

Cuadro 5.0.b
Riesgos de impactos del Proyecto

Riesgos de impactos asociados a componentes del Medio Físico	
Riesgos de impactos en los Recursos Hídricos Superficiales y Subterráneos	Riesgo de impacto en la calidad de las aguas subterráneas durante la fase de construcción
Riesgos de impactos en el Suelo/Relieve	Riesgo de contaminación del suelo durante la fase de construcción
	Riesgo de contaminación del suelo en la fase de operación
Riesgos de impactos asociados a componentes del Medio Biótico	
Riesgos de impactos en la Flora y Vegetación	Riesgo de propagación de especies invasoras
Riesgos de impactos en la Fauna	Riesgo de impactos sobre la fauna durante la construcción
Riesgos de impactos asociados a componentes del Medio Socioeconómico	
Riesgos de impactos en la Infraestructura, Equipamiento Social y Servicios Públicos	Riesgo de aumento de la demanda de servicios de salud
Riesgos de impactos en la Salud y la Seguridad de la Comunidad y de los Trabajadores	Riesgos para la salud y la seguridad de los trabajadores durante la construcción
	Riesgos para la salud y la seguridad de los trabajadores durante la operación
	Riesgo para la salud y la seguridad de los trabajadores de otras partes interesadas durante la operación (trabajadores del transporte fluvial y terrestre, trabajadores de Terport, otros)
	Riesgo de para la salud y la seguridad de la comunidad durante la construcción y operación
Riesgos de impactos en el Patrimonio Arqueológico y Cultural	Riesgo de daños al patrimonio arqueológico o cultural durante el movimiento de tierras

ATOME PLC

6.0
Plan de Gestión Ambiental y Social (PGAS)

Las medidas de prevención, mitigación, control y monitoreo y la compensación por los impactos ambientales y sociales propuestos para el Proyecto “Zona franca y Planta de producción de fertilizante CAN verde” se reunieron en el Programa de Gestión Ambiental y Social (PGAS), que se subdivide en diversos Programas para facilitar su implementación y gestión a lo largo de las etapas de planificación (pre-construcción), construcción y operación del Proyecto. Los Programas que componen el PGAS son aquellos cuya necesidad ha sido verificada para satisfacer el conjunto de impactos evaluados para las diferentes fases del Proyecto.

Los Programas del PGAS, y las medidas relacionadas, aseguran que todos los impactos directos e indirectos de la implementación del proyecto sean abordados, mitigados y/o compensados. El conjunto de Programas y medidas del PGAS se presentan en el siguiente **Cuadro 6.0.a**.

ATOME PLC

Cuadro 6.0.a
Programas y medidas del PGAS

Programas	Medidas	Cronograma
P.01 – Programa de Control Ambiental de la Construcción	• Gestión de las actividades de movimiento de tierras • Prevención y control de la contaminación del suelo • Gestión de agua y efluentes • Control y monitoreo de emisiones atmosféricas • Control y monitoreo de ruido y vibraciones • Control de las actividades de supresión de vegetación • Gestión de las instalaciones temporales/campamento de construcción • Gestión de residuos sólidos • Manejo de materiales peligrosos • Control de tráfico de construcción • Promoción y desarrollo de proveedores locales • Recuperación de áreas degradadas por las obras	• Durante toda la fase de obras y montaje (31 meses). • Gestión y monitoreo a ser realizados por los Contratistas: • Gestión y monitoreo de efluentes generados en la caja separadora de agua y aceite: periodicidad mensual; • Monitoreo visual de emisiones (escala Ringelmann): como mínimo una vez al año; • Monitoreo de la cantidad de combustible consumido por fuentes fijas (motores y generadores de energía, a ser utilizados solo en caso de emergencia): periodicidad anual; • Gestión y monitoreos mensuales de ruido ambiental.
P.02 – Programa de Gestión Ambiental y Social	• Organización y equipo • Supervisión de la construcción • Procedimiento de garantía de conformidad • Coordinación de programas ambientales y sociales del PGAS • Gestión de las emisiones de gases de efecto invernadero • Procedimientos de negociación y adquisición de tierras y establecimiento de servidumbres • • Medidas de monitoreo de calidad ambiental – Monitoreo de la calidad del aire: PM_{10}, $PM_{2.5}$, SO_2, NO_2, CO y O_3. – Monitoreo de la calidad del agua del río y aguas subterráneas	• Durante las fases de construcción, montaje y desactivación de las obras. • Supervisión periódica de obras (inspecciones de rutina) para evaluar las actividades de los contratistas; • Procedimientos de establecimiento de las franjas de servidumbre: empezaran en la etapa de planificación, con contactos con los propietarios y el establecimiento del documento de constitución de servidumbre. de tránsito. Monitoreo de la calidad del aire: periodicidad anual, preferiblemente en la estación seca. • Monitoreo de la calidad del agua del río y aguas subterráneas: periodicidad semestral.
P.03 – Programa de Participación de las Partes Interesadas	• Identificación y análisis de las partes interesadas • Consulta pública • Subprograma de Comunicación Mecanismo de gestión de quejas, consultas y sugerencias	• Comienza antes de la construcción, con el mapeo de las partes interesadas y las entrevistas para el EIAS y sigue por toda la operación. • Consulta Pública en el marco del cumplimiento de las normativas internacionales: antes del inicio de las obras; • Distribución de boletines, visitas y/o reuniones puntuales con una periodicidad mínima trimestral durante la construcción; • Mecanismo de manejo de reclamos: toda la fase de construcción y en la operación.

ATOME PLC

Cuadro 6.0.a
Programas y medidas del PGAS

Programas	Medidas	Cronograma
P.04 – Programa de Salud y Seguridad Laboral en las Fases de Construcción y Operación	• Preparación de un Plan Integral de Salud y Seguridad (PISS) • Personal para el manejo de salud y seguridad • Requisitos legales y buenas prácticas internacionales para Procedimientos de Trabajo Seguro • Capacitación en seguridad ocupacional • Supervisión de las condiciones de salud y seguridad • Gestión de salud del trabajador • Comité para la prevención de accidentes	• Durante las fases de construcción y operación. • Preparación del PISS: antes del inicio de las obras; • Capacitación en SST: durante el proceso de admisión y semanalmente por 15 minutos. • Automonitoreo periódico; • Monitoreos periódicos de ruido ocupacional durante la construcción y la operación según las normas y buenas prácticas internacionales.
P.05 – Programa de Gestión del Trabajo y Condiciones Laborales	• Preparación de una Política de Recursos Humanos • Contratación y capacitación laboral • Condiciones de trabajo y de empleo • Mecanismo de manejo de reclamos • Código de Conducta para los trabajadores • Educación ambiental y Social de trabajadores	• Preparación de la Política de Recursos Humanos y el Código de Conducta: antes del inicio de las obras; • Educación ambiental y social de trabajadores: antes del inicio de las obras y cada seis meses durante la construcción, o cuando necesario de acuerdo con las actividades ejecutadas. • Contratación de trabajadores: antes del inicio antes de las obras, extendiéndose a gran parte de la fase de construcción. • Aplicación de la Política de Recursos Humanos y las normas de contratación, capacitación, condiciones de trabajo y conducta: durante toda la construcción y montaje de la Planta, extendiéndose a la fase de operación.
P.06 – Programa de Respuesta a Emergencias para la Fase de Construcción	• Plan de Acción de Emergencia en caso de derrame de productos peligrosos • Plan de Acción de Emergencia para incendios / explosiones • Plan de Acción de Emergencia para eventos extremos, como tormentas severas y sequías • Para cada uno de los Planes se detallarán: – Recursos necesarios para abordar la hipótesis accidental contemplada – Órganos a activar – Procedimientos de combate a emergencia	• Preparación de los Planes de Acción de Emergencia por los Contratistas y aprobación por ATOME: antes del inicio de las obras; • Aplicación durante las fases de construcción y desactivación de las obras. • Capacitación del equipo de respuesta a emergencias: periodicidad semestral.
P.07 – Plan de Acción de Biodiversidad (PAB)	• Estructurar la estrategia de mitigación del proyecto, según las etapas de la jerarquía de mitigación establecidas en el GL25 de la NDAS6 del BID y la ND 6 de la CFI; • Detallar las medidas necesarias para lograr una pérdida neta cero de hábitats naturales.	• El PAB será preparado después de concluido el monitoreo de fauna y flora, ya que los resultados contribuirán para su elaboración. • Monitoreo de fauna y flora: durante al menos un año en la operación, abarcando todo el periodo estacional (seco y lluvioso).

ATOME PLC

Cuadro 6.0.a
Programas y medidas del PGAS

Programas	Medidas	Cronograma
	El PAB debe elaborarse de acuerdo con las mejores prácticas internacionales, con el apoyo de expertos y en consultas con las partes interesadas, siguiendo las recomendaciones de la NDAS6 del BID, específicamente GL93, GL103 y GL104. El PAB debe incluir acciones ejecutables con plazos determinados y con asignaciones presupuestarias adecuadas, que debe detallarse en el Programa de Conservación de la Biodiversidad (el Programa de Monitoreo y Evaluación de Biodiversidad). El PAB debe contener la siguiente estructura: – Presentación y justificativa; – Objetivos; – Descripción general del proyecto; – Descripción de las leyes y la reglamentación aplicable en relación con la biodiversidad, incluidas las leyes internacionales aplicables; – Descripción general de la línea base de biodiversidad y evaluación del hábitat crítico, que se presenta con más detalles en el ESIA; – Descripción general del análisis de alternativas del proyecto, que se presenta con más detalles en el ESIA; – Descripción general de los impactos del proyecto en la biodiversidad, que se presenta con más detalles en el ESIA; – Proposición de las acciones para lograr pérdida neta nula para los hábitats naturales. En esta sección, debe incluirse una evaluación de viabilidad ecológica/técnica, social y política, así como abordarse los supuestos, incertidumbres y riesgos. Además, se debe demonstrar claramente el cálculo de la cero pérdida; – Programa de Monitoreo y Evaluación (detallado a continuación P.07-1); – Relación con los otros programas del PGAS; – Cronograma, presupuestos y requisitos organizativos. • Programa de Conservación de Biodiversidad – Monitoreo de Fauna y Flora – Compensación ambiental mediante conservación de bosques – Compensación ambiental mediante adquisición de Certificados de Servicios Ambientales	• Medidas de compensación: deben completarse antes de la fase de operación.

ATOME PLC

Cuadro 6.0.a
Programas y medidas del PGAS

Programas	Medidas	Cronograma
	– Compensación ambiental por árboles taladas	
P.08 – Programa de Prevención de Impactos en la Flora y Fauna	• Rescate de germoplasma • Ahuyentamiento previo y rescate de fauna durante la fase de construcción	• Rescate de germoplasma y ahuyentamiento y rescate de fauna: concomitantemente a las actividades de desbroce, durante la fase de construcción.
P.09 – Programa de Gestión Ambiental y Social de la Fase de Operación	• Supervisión del cumplimiento de medidas ambientales y sociales de la fase de operación • Capacitación ambiental y social del equipo de operación y mantenimiento (O&M) • Gestión de residuos sólidos • Gestión de residuos peligrosos • Manejo de materiales peligrosos • Monitoreo del efluente tratado • Monitoreo de la calidad del agua • Monitoreo de ruido • Monitoreo de emisiones atmosféricas • Monitoreo de calidad del aire • Control de olores • Supervisión de empresas contratadas • Mantenimiento de la franja de servidumbre	• Durante la vida útil del proyecto. • Capacitación del equipo de operación y mantenimiento (O&M): anualmente o según la necesidad. • Monitoreo del efluente tratado en la ETAR: – Caudal, pH, temperatura, conductividad y cloro libre residual – medición continua; – Análisis de DBO5, DQO y amoníaco – diaria; – Análisis de sólidos suspendidos, sólidos sedimentables, grasas y aceites, materiales flotantes, sulfatos, nitrógeno total, fósforo total, coliformes fecales y nitrato de amonio – semanal; – Análisis de parámetros restantes – semestral. • Monitoreo de la calidad del agua del rio Paraguay: periodicidad semestral. • Monitoreo de ruido ambiental en el momento de las pruebas y la puesta en servicio y después periódicamente. • Monitoreo de emisiones atmosféricas en el momento de las pruebas y la puesta en servicio y después periódicamente • Monitoreo de calidad del aire: periodidad anual, en la estación seca. • Supervisión continua de empresas contratadas.

ATOME PLC

Cuadro 6.0.a
Programas y medidas del PGAS

Programas	Medidas	Cronograma
P.10 – Programa de Respuesta a Emergencias para la Fase de Operación	• Plan de Acción de Emergencia en caso de explosión física en estructuras de la Unidad de síntesis de NH_3, Planta de Electrólisis, tanques de H_2 y NH_3 y compresores de gas de síntesis • Plan de Acción de Emergencia en caso de incendios en estructuras de la Unidad de síntesis de NH_3, del Edificio de electrólisis, en los tanques de H_2 y NH_3, en los compresores de gas de síntesis, en la Planta de ácido nítrico (AN) y en la Planta de solución de nitrato de amonio (SNA) • Plan de Acción de Emergencia en caso de fugas de NH_3, HNO_3 o NH_4NO_3 • Plan de Acción de Emergencia para eventos extremos, como tormentas severas y sequías • Para cada uno de los Planes se detallarán: – Recursos necesarios para abordar la hipótesis accidental contemplada – Órganos a activar – Procedimientos de combate a emergencia	• Preparación de los Planes de Acción de Emergencia por los equipos de las empresas de operación y mantenimiento (O&M): antes del inicio de la operación; • Aplicación durante la fase de operación; • Capacitación de los equipos de respuesta a emergencias: periodicidad anual.
P.11 – Programa de Conservación del Patrimonio Arqueológico y Cultural del ADA	• Preparación de un Protocolo de Actuación en Arqueología Preventiva • Acompañamiento arqueológico y procedimiento en caso de hallazgos fortuitos	• Durante las actividades de supresión de la vegetación y limpieza del terreno y de movimiento de tierras/excavaciones.
P.12 – Programa de Gestión del Transporte en la Fase de Operación	• Capacitación de conductores • Mantenimiento rutinario • Inspección de las carreteras e implantación de mejoras	• Durante la fase de operación del Proyecto. • Capacitación periódica de conductores. • Mantenimiento periódico de camiones. • Monitoreo periódico de humo negro.

ATOME PLC

1.0 Introducción

ATOME PLC

JGP Consultoria e Participações Ltda.
Rua Américo Brasiliense, 615 - São Paulo
CEP 04715-003 - Fone / Fax 5546-0733
e-mail: jgp@jgpconsultoria.com.br

Zona franca y Planta de Producción de Fertilizante Verde de ATOME Paraguay S.A.

Estudio de Impacto Ambiental y Social (EIAS)

Febrero de 2024

RESUMEN

1.0 Introducción **1**
1.1 Presentación 1
1.1.1 Nombre del Proyecto 1
1.1.2 Identificación del Proponente del Proyecto 1
1.1.3 Identificación del Responsable del Estudio 1
1.2 Justificación del Proyecto 2
1.3 Objetivo del Estudio 5
1.3.1 Objetivo General 5
1.3.2 Objetivos Específicos 6
1.4 Ubicación Geográfica 6
1.5 Proyecto Asociado – Adecuación de la SE Buey Rodeo de la ANDE 8

ATOME PLC

1.0
Introducción

1.1
Presentación

1.1.1
Nombre del Proyecto

"Zona franca y Planta de producción de fertilizante verde"

El presente Estudio de Impacto Ambiental y Social (EIAS) aporta los elementos necesarios para el análisis de la viabilidad ambiental y social del Proyecto correspondiente a la "Zona Franca y Planta de producción de fertilizante verde" de ATOME Paraguay S.A.

Actualmente, el Proyecto "Planta de hidrógeno y amoniaco verde" cuenta con licencia ambiental emitida por el Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES) según Declaración DGCCARN Nº 105/2023. En vista de la inclusión de una cadena de tecnologías y procesos para la producción del fertilizante Nitrato de Amonio Cálcico (CAN), se presentará un EIAS ajustado al MADES para obtener una ampliación de la licencia, de acuerdo con las indicaciones de la agencia ambiental.

1.1.2
Identificación del Proponente del Proyecto

Tabla 1.1.2.a
Identificación del Proponente del Proyecto

Nombre de la empresa:	ATOME Paraguay S.A.
RUC:	80115975-0
Dirección administrativa:	Avda. Aviadores del Chaco 2050, Edificio WTC, Torre 3, Piso 15.
Representante Legal:	Econ. James Spalding.

1.1.3
Identificación del Responsable del Estudio

Tabla 1.1.3.a
Identificación del Responsable del Estudio

Nombre de la empresa:	JGP Consultoria e Participações Ltda.
RUC:	69.282.879/0001-08
Dirección:	Rua Américo Brasiliense, 615, Chácara Santo Antonio, São Paulo – SP. CEP: 04715-003. Brasil
Representante Legal:	Juan Piazza

ATOME PLC

1.2
Justificación del Proyecto

El objetivo del Proyecto de ATOME es desarrollar una planta industrial destinada a la producción del fertilizante verde Nitrato de Amonio Cálcico (CAN), cuya capacidad de producción será hasta 270,000 toneladas anuales de CAN.

Los fertilizantes cumplen un papel fundamental para sostener el crecimiento de la población mundial. Sin ellos, se estima que el 50% de la población mundial sufriría hambre. Sin embargo, los fertilizantes enfrentan un gran desafío global debido al elevado coste medioambiental que implica su producción. Actualmente, el 80% de los fertilizantes en el mundo se produce utilizando amoníaco sintetizado a partir de hidrógeno producido con combustibles fósiles, lo cual se traduce en emisiones de carbono de 2,600 millones de toneladas al año (5% de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero (GEI), superando incluso las emisiones combinadas de las industrias mundiales de la aviación y el transporte marítimo. Dado que la población mundial crece en 1,000 millones de personas cada 10 años, el reto radica en cómo seguir alimentando al mundo de forma más sostenible.

Los fertilizantes verdes son clave para ello, y las marcas internacionales de agricultura y alimentación están empezando a fijar objetivos agresivos para descarbonizar sus productos empleando fertilizantes sostenibles.

En ese contexto, ATOME ha identificado la oportunidad de producir el primer fertilizante verde sin emisiones de carbono* en América Latina, a un costo competitivo, en los mayores mercados importadores de fertilizantes en el mundo.

El Proyecto propone integrar energías renovables disponibles (hidroeléctrica) en toda su cadena de producción, incluyendo la generación de hidrógeno a partir de la electrólisis del agua y la síntesis de amoníaco a través del proceso Haber-Bosch, reemplazando de esta manera a los métodos tradicionales de su producción que requieren la quema de combustibles fósiles. Además, para la producción del fertilizante CAN, las instalaciones como la Planta de Ácido Nítrico, la Planta de Solución de Nitrato Amónico y la Planta de Granulación incorporarán las mejores tecnologías disponibles en el mercado, que asegurarán una mayor eficiencia en el uso del agua y energía, así como la reducción de emisiones atmosféricas, efluentes y ruidos para cumplir con las normativas nacionales y estándares internacionales aún más estrictos.

Para asegurar la provisión de energía hidroeléctrica, ATOME ha firmado un Contrato de Suministro de Energía (PPA por sus siglas en inglés) asociada a una potencia contratada de 120 MW con la Administración Nacional de Electricidad (ANDE). La potencia será provista y transmitida desde la Subestación (SE) Buey Rodeo de la ANDE, que se encuentra a unos 550 m del lugar donde se pretende construir la Planta y su SE.

De esta manera, el Proyecto tendrá el potencial de reducir considerablemente las emisiones de GEI en el sector de fertilizantes y de la industria alimenticia. Se estima que el Proyecto desplazará hasta 600,000 tCO_2-eq/año de emisiones de carbono en el sector de fertilizantes. Al considerar la vida útil del Proyecto (25 años), este impacto se traduciría en 15,000,000 t CO_2-eq evitados.

ATOME PLC

*En la producción de hidrógeno y amoníaco.

La selección del CAN como producto final radica principalmente en sus ventajas agronómicas, sostenibilidad ambiental y seguridad en su gestión. El CAN se ajusta a prácticas agrícolas sostenibles debido a que los fertilizantes a base de NO_3^- tienen un menor impacto ambiental que los productos a base de urea. La liberación equilibrada de nutrientes del CAN, el mejor control de la lixiviación de nitratos, la baja acidez fisiológica y pH neutro, contribuyen a mejorar la salud y la sostenibilidad del suelo. Además, cabe destacar la versatilidad del producto que permite su uso en diversos tipos de cultivos arables, frutales y hortícolas, y provee alto rendimiento y calidad.

Al producir CAN con energías renovables es posible reducir hasta un 50% de las emisiones del ciclo de vida del CAN, como es el caso del Proyecto propuesto, destacándose por ello y por las ventajas agronómicas mencionadas, como una alternativa más sostenible.

En cuanto a la manipulación, transporte y almacenamiento del CAN, resalta su mayor estabilidad en comparación con otros fertilizantes nitrogenados, lo que permite un uso más seguro y amplio.

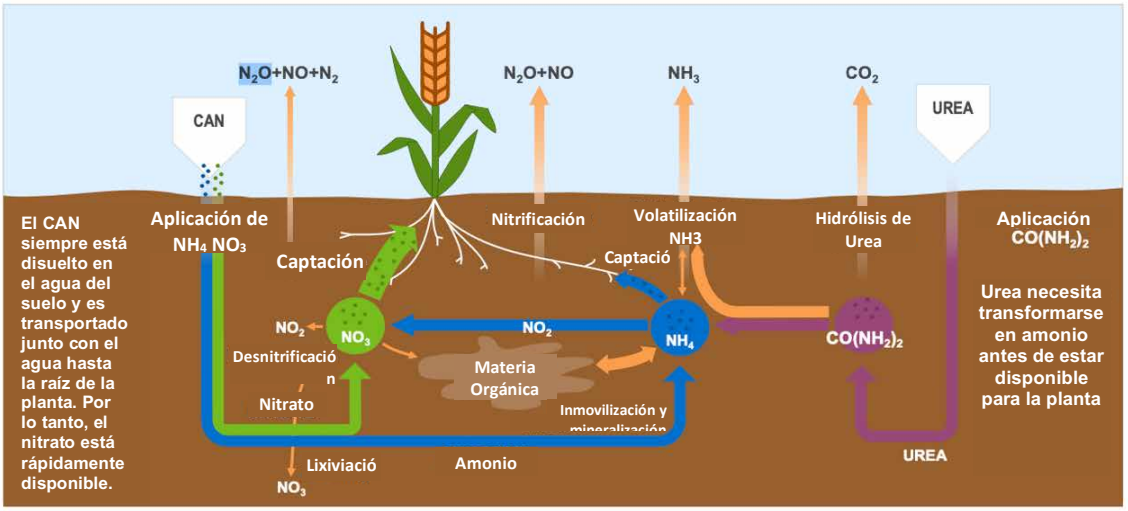
Los fertilizantes a base de NO_3^-, como el CAN, son la fuente de nitrógeno más eficaz y fiable que existe, esenciales para el crecimiento y el desarrollo de las plantas. Como las plantas pueden absorberlo inmediata y fácilmente, repercute directamente en la productividad y la rentabilidad de la agricultura.

El CAN puede suministrar nutrientes nitrogenados tanto de liberación rápida como lenta a la planta. El NO_3^- es fácilmente absorbido por las plantas a altas tasas. A diferencia de urea o el amonio, el NO_3^- está disponible de forma inmediata y completa como nutriente. El NO_3^- es muy móvil en el suelo y llega a las raíces de las plantas rápidamente.

Con un contenido de nitrógeno del 27%, el CAN se disuelve en el agua contenida en el suelo y se transporta pasivamente junto con el agua a la raíz de la planta. En comparación, la urea debe convertirse en NH_4 antes de estar disponible para las plantas. La eficacia del nitrógeno de la urea depende de la humedad y de las condiciones del suelo, donde las aplicaciones actuales conllevan una gran volatilización del NH_3.

ATOME PLC

Figura 1.2.a
Comparación entre la aplicación del fertilizante CAN y urea



El aumento de la población mundial requiere un mayor rendimiento de los cultivos, lo que impulsa la demanda de fertilizantes eficientes como el CAN. A nivel mundial, el CAN es un fertilizante nitrogenado bien establecido, cuya demanda está creciendo gracias a los beneficios previamente mencionados; su fácil manejo y a sus propiedades agronómicas. Para el 2045, se estima que la demanda global del CAN alcanzará los 23 millones de toneladas.

Particularmente, la región del Mercosur es un importante centro agrícola que representa un vasto mercado en crecimiento para los fertilizantes como el CAN. El Mercosur es el tercer mayor productor de cinco grandes cultivos mundiales en conjunto (maíz, trigo, arroz, azúcar, soja), y Brasil solo representa el 8% del consumo mundial de fertilizantes, siendo el cuarto mayor importador de fertilizantes. En el 2021, las importaciones de fertilizantes en la región ascendieron a 30 millones de toneladas. En el caso del mercado del CAN, es relativamente incipiente en la región, pero va desplazando lentamente a la urea y el nitrato de amonio tradicional, todos ellos importados.

Con una capacidad de producción de 270,000 toneladas anuales, se espera que la producción del Proyecto represente una fracción muy pequeña de la demanda de nitrato de amonio del Mercosur (34 millones de toneladas en 2021, de las cuales 30 millones de toneladas se importan), y se beneficie de ser el productor de CAN de menor costo para la región. El Proyecto pretende vender su producción principalmente en la región, pero también considerará exportar a mercados globales.

En países como Paraguay, en la región del Mercosur, dependientes de importaciones (1.5 Mton de fertilizantes amoniacales en el 2021), el costo del amoníaco y la necesidad de importar repercute directamente en los costos de la agricultura y productos agrícolas ya que los agricultores dependen de los fertilizantes a base de amoníaco para aumentar el rendimiento de los cultivos. El Proyecto tendrá la posibilidad de producir CAN a nivel local y, por lo tanto, ofrecerlo a precios competitivos, y colaborar en la seguridad alimentaria de la región.

ATOME PL

Por último, cabe destacar que el Proyecto se alinea con las políticas nacionales de cambio climático[1], la política energética nacional[2], el Plan Nacional de Desarrollo 2030[3] y las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC)[4] por el Ministerio del Ambiente ante la Convención Marco de las Naciones Unidas ante el Cambio Climático, así como también estudios técnicos[5] que destacan e incentivan la incorporación de nuevas tecnologías que permitan la diversificación de productos basados en combustibles fósiles y la matriz energética, en el cual la electrificación del proceso productivo del hidrógeno y amoníaco verdes, están enmarcados como potenciales alternativas viables.

Asimismo, los procesos operativos de la futura Planta Industrial se integran con múltiples Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), sirviendo como modelo para promover la conciencia sobre el cambio hacia economías más sostenibles. En ese sentido, el Proyecto pretende abordar desafíos globales clave que van desde la seguridad alimentaria hasta la acción por el clima, destacándose principalmente su relación con el ODS 2 Hambre Cero, a través de la provisión de fertilizantes sostenibles en regiones dependientes de importaciones como el Mercosur, el ODS 7 Energía Asequible y Limpia, operando íntegramente con energías limpias sin sobrecargar la red eléctrica nacional, el ODS 9 Industria, Innovación e Infraestructura, introduciendo procesos tecnológicos avanzados que permiten reducir la huella de carbono de la producción de fertilizantes y, el ODS 13 Acción por el Clima, reduciendo significativamente las emisiones de carbono, alineándose con los compromisos climáticos de Paraguay y promoviendo la descarbonización de las industrias de fertilizantes y alimentos.

1.3
Objetivo del Estudio

1.3.1
Objetivo General

El presente estudio técnico ha sido elaborado a fin de cumplir con las normativas legales ambientales, sociales y culturales nacionales como también internacionales, para ser presentado a bancos multilaterales de financiamiento.

Específicamente, el documento se ha preparado en concordancia con la Ley Nº 294/93 de Evaluación de Impacto Ambiental y sus Decretos Reglamentarios Nº 453/13 y Nº 954/13. La primera, en su Art. 1º declara obligatoria la Evaluación de Impacto Ambiental para identificar, prever y estimar impactos ambientales, en toda obra o actividad proyectada o en ejecución (Art. 2º) y establece que debe contener un Plan de Gestión Ambiental (Art. 11) con medidas a ser cumplidas para apoyar la emisión de la Declaración de Impacto Ambiental para el emprendimiento. Asimismo, se elabora en el marco del cumplimiento de los estándares internacionales siguientes:

- Política de sostenibilidad ambiental y social del BID-Invest;
- Normas de Desempeño y sus correspondientes guías y notas de orientación del Corporación Financiera Internacional (CFI);

[1] Políticas Públicas de Cambio Climático – DNCC (mades.gov.py).
[2] https://www.itaipu.gov.py/sites/default/files/u51/Decreto_Nro_6092_0.pdf.
[3] https://www.stp.gov.py/pnd/wp-content/uploads/2014/12/pnd2030.pdf.
[4] Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC) – DNCC (mades.gov.py).
[5] Renewables Readiness Assessment: Paraguay (irena.org), H2 Marco_Conceptual_DIGITAL.pdf (ssme.gov.py).

ATOME PLC

- Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad de la CFI;
- Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para la producción de fertilizantes nitrogenados de la CFI;
- Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para la transmisión y distribución de electricidad de la CFI;
- BAT o Mejores Técnicas Disponibles y criterios de gestión (BPEM – Mejores Prácticas de Gestión Ambiental);
- Principios del Ecuador 4;
- Principios Rectores de la ONU sobre empresas y derechos humanos;
- Convenios de la OIT sobre normas fundamentales del trabajo, términos y condiciones básicas de empleo.

1.3.2
Objetivos Específicos

El presente Estudio de Impacto Ambiental y Social fue realizado con los siguientes fines:

- Elaborar una línea de base de las condiciones físicas, biológicas y socioeconómicas del área de intervención.
- Definir el área de influencia ambiental, socioeconómica y cultura que podría verse afectada.
- Identificar y evaluar los potenciales impactos y riesgos sociales y ambientales de la implementación del Proyecto.
- Establecer medidas preventivas, mitigadoras y compensatorias con base en los potenciales impactos valorados previamente.
- Conformar un Plan de Gestión Ambiental y Social – PGAS que permita gestionar los principales aspectos ambientales susceptibles de causar impactos y/o riesgos socioambientales.

ATOME PLC

1.4
Ubicación Geográfica

La Planta de H_2, NH_3 y fertilizantes verdes se ubicará en la localidad denominada Puerto Sara en Surubi'y, al sur de la ciudad de Villeta, Paraguay, cerca de la orilla oriental del río Paraguay, 50 km al sur de la ciudad de Asunción, junto a la carretera Villeta-Alberdi y la SE Buey Rodeo (ver **Mapa 1.4.a – Mapa de Localización del Proyecto**).

El terreno propiedad de ATOME Paraguay S.A. es de 30 ha aproximadamente y se halla identificado con Padrón 16.490, según título de propiedad. Del total de la superficie se estima que 20 ha aproximadamente serán ocupadas por las instalaciones de la Planta, como se muestra en *layout* general (**Figura 2.6.a**, en la **Sección 2.6**). Las coordenadas UTM de los vértices del terreno se presentan en la **Tabla 1.4.a**, a continuación:

Tabla 1.4.a
Coordenadas UTM de los vértices del terreno

Vértices	Coordenadas UTM – Zona 21J	
	E	S
V1	429,677 m	7,156,179 m
V2	429,966 m	7,156,406 m

Tabla 1.4.a
Coordenadas UTM de los vértices del terreno

Vértices	Coordenadas UTM – Zona 21J	
	E	S
V3	429,549 m	7,156,940.5 m
V4	429,416 m	7,156,838.5 m
V5	429,280 m	7,156,270 m

El proyecto también incluye la construcción y operación de una línea de transmisión eléctrica (LT) de 220 kV y cerca de 550 m de longitud entre la SE Buey Rodeo, existente, y la SE de la Planta. Las coordenadas UTM de los vértices de la LT se presentan en la **Tabla 1.4.b**, a continuación:

Tabla 1.4.b
Coordenadas UTM de los vértices de la LT

Coordenadas UTM – Fuso 21J		
Vértices	**E**	**S**
V1	429,563.97 m	7,155,799.05 m
V2	429,680.46 m	7,155,853.33 m
V3	429,724.06 m	7,156,090.42 m
V4	429,753.87 m	7,156,252.14 m

Además de la LT, el Proyecto incluye la construcción y operación de una estructura de captación y bombeo de agua desde el río Paraguay hasta la Planta de ATOME y tuberías de agua cruda y vertido de efluentes al río. Las coordenadas de las tuberías de agua cruda y efluentes y del punto de captación y vertido se muestran en la **Tabla 1.4.c** a continuación.

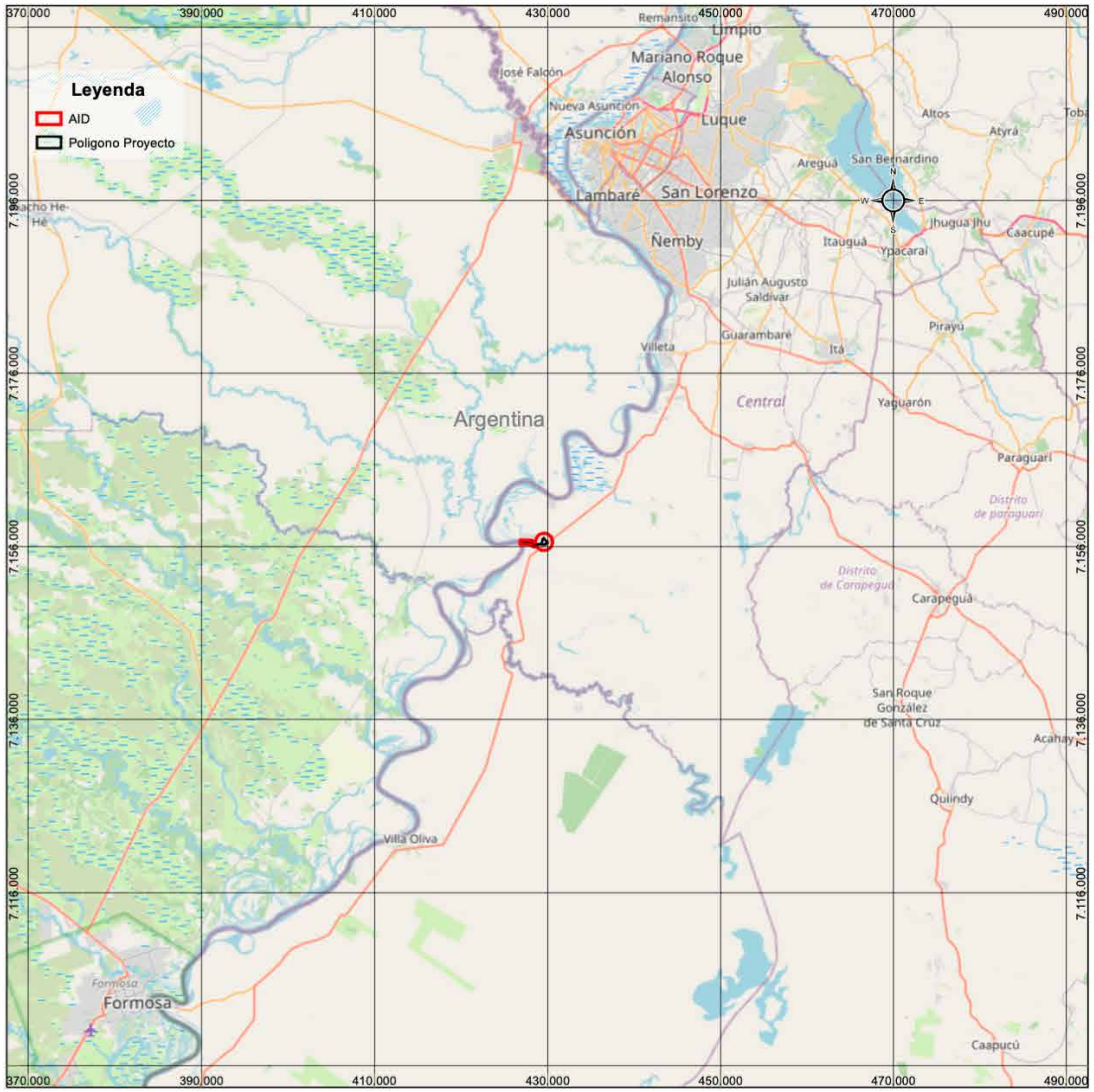
Tabla 1.4.c
Coordenadas UTM de las tuberías de agua cruda y efluentes

Coordenadas UTM – Fuso 21J		
	E	**S**
Punto inicial	429,285.56 m	7,156,279.42 m
V1	428,485.96 m	7,156,165.75 m
V2	428,096.90 m	7,156,430.75 m
Punto final (punto de captación y vertido)	427,051.32 m	7,156,476.72 m

ATOME PLC

Mapa 1.4.a – Mapa de Localización del Proyecto

ATOME	Zona Franca y Planta de Producción de Hidrógeno, Amoniaco y Fertilizante Verdes de ATOME Paraguay S.A. Estudio de Impacto Ambiental y Social (EIAS)	1.4.a - MAPA DE LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO





Carátula Juridica Legal

Proponente:	ATOME PARAGUAY S.A.
Lugar:	Puerto Sara
Localidad:	Central - Villeta
Distrito:	Villeta
Padrón:	16490
Superficie Total:	30 ha
Superficie a construir:	20 ha
Elaboración:	ATOME PARAGUAY S.A.
Fecha de Impresión:	25/10/2023

Fuente Cartográfica

Proponente, DGEEC 2012
http://www.OpenStreetMap.org.

Parámetros Cartográficos

Proyección UTM
Elipsoide WGS 84
Zona 21 J
Escala 1:500.000

1.5
Proyecto Asociado – Adecuación de la SE Buey Rodeo de la ANDE

La Subestación (SE) Buey Rodeo proveerá la energía verde (hidroeléctrica) a la Planta. Se encuentra ubicada cerca del terreno de ATOME, en el lado opuesto de la Ruta Nacional PY19.

Para ello, se ha firmado un acuerdo de compra de energía (PPA) de 120 MW con la ANDE. En la Planta, la corriente alterna de entrada requerirá ser convertida en corriente continua para lo cual se realizarán adecuaciones a la SE existente.

Las obras de adecuación de la subestación Buey Rodeo de la ANDE, serán realizadas por ATOME Paraguay S.A. según fue establecido en el acuerdo entre las partes. Para ello, ATOME contratará los servicios de una empresa debidamente calificada y aprobada por la ANDE para realizar las obras que comprenden: la construcción de las barras de 220 kV para configuración de "doble barra principal", completar las posiciones existentes de LT de 220 kV y de transformador, construcción de la nueva posición de LT 220 kV ATOME y de la posición de acoplamiento de barras, con la provisión completa de equipos eléctricos de potencia, equipos de protección, medición, control, comunicación y sistemas asociados, así como todos los equipos, materiales y accesorios necesarios para las instalaciones y su correcto funcionamiento.

Asimismo, el trabajo abarca el diseño de las ingenierías de detalles, la ejecución de las obras civiles, electromecánicas y eléctricas requeridas, la puesta en servicio y comisionamiento de las respectivas instalaciones y la capacitación en la operación de las mismas.

El suministro incluye el diseño, cálculos, elaboración de planos, esquemas y documentos de los equipos y materiales, fabricación, montaje, ensayos en fábrica, transporte, trámites aduaneros, desmontaje, montaje, chequeo, instalación, ajuste, pintado, pruebas y ensayos en el sitio definitivo y supervisión de las instalaciones completas dentro del período de prueba hasta finalizar el plazo de la garantía establecido en el contrato de la constructora.

Todos estos componentes tendrán por objeto la adecuación necesaria para la prestación del servicio de conexión y suministro de energía eléctrica de la ANDE a ATOME, lo cual permitirá que la LT de 220 kV a ser construida conecte la SE Buey Rodeo existente a la futura SE de ATOME.

La SE Buey Rodeo de la ANDE cuenta con Declaración de Impacto Ambiental DGCCARN Nº 216/2019 y sus respectivas actualizaciones vía auditorías ambientales, siendo el proponente la ANDE, responsable de las renovaciones correspondientes ante el MADES.

ATOME PLC

2.0 Descripción del Proyecto

ATOME PLC

JGP Consultoria e Participações Ltda.
Rua Américo Brasiliense, 615 - São Paulo
CEP 04715-003 - Fone / Fax 5546-0733
e-mail: jgp@jgpconsultoria.com.br

Zona Franca y Planta de Producción de Fertilizante Verde de ATOME Paraguay S.A.

Estudio de Impacto Ambiental y Social (EIAS)

Febrero de 2024

RESUMEN

2.0 Descripción del Proyecto **1**
2.1 Resumen General del Proyecto 1
2.2 Ubicación Geográfica 3
2.2.1 Propiedad y Tenencia de la Tierra 3
2.2.2 Zonificación de Villeta 4
2.3 Aspectos Técnicos del Diseño del Proyecto 4
2.3.1 Códigos y Normas en el Diseño, la Fabricación y Pruebas de las Instalaciones 4
2.3.2 Reducción de Emisiones Atmosféricas 6
2.3.3 Detectores de Gases 12
2.3.4 Ruido 14
2.3.5 Aspectos de Protección y Seguridad 16
2.4 Propiedades y Riesgos Generales asociados a las Materias Primas y Productos 17
2.4.1 Hidrógeno (H_2) 17
2.4.2 Nitrógeno (N_2) 18
2.4.3 Amoníaco (NH_3) 18
2.4.4 Ácido Nítrico (HNO_3) 19
2.4.5 Solución de Nitrato de Amonio (NH_4NO_3) 20
2.4.6 Nitrato de Amonio y Calcio (CAN) 21
2.5 Descripción General del Proceso de Producción 22
2.6 Descripción de las Instalaciones Principales y Auxiliares 25
2.6.1 Instalaciones Principales 28
2.6.2 Instalaciones auxiliares 51
2.6.3 Otras Instalaciones 69
2.7 Aspectos Constructivos 77
2.7.1 Servicios Preliminares 78
2.7.2 Obras Civiles 86
2.7.3 Montaje 92
2.7.4 Residuos de Construcción y Demolición 92
2.7.5 Desmovilización y Recuperación de Obra 94
2.7.6 Mano de Obra de Construcción, Equipos y Maquinarias 94
Movimiento de Suelos (Relleno) 98
2.7.7 Cronograma de Obras 98
2.8 Aspectos de Operación y Mantenimiento 101
2.8.1 Operación de la Planta 101
2.8.2 Mantenimiento de la Planta 103
2.8.3 Mantenimiento de la LT 104
2.8.4 Mano de Obra de Operación y Mantenimiento 105

ATOME PLC

2.0
Descripción del Proyecto

Este capítulo describe en detalle las instalaciones y procesos contemplados en el Proyecto "Zona Franca y Planta de Producción de fertilizantes (Nitrato de amonio cálcico – CAN) verdes". La descripción del Proyecto se basa en el diseño de ingeniería básica (FEED, por sus siglas en inglés) desarrollado por la contratista de ingeniería constituida por un consorcio de firmas denominado URBAS Energy-Ingeser, TSK y Casale.

2.1
Resumen General del Proyecto

El Proyecto de ATOME, objeto de este EIAS, consiste en la construcción y operación de una Planta de producción de fertilizante (Nitrato de amonio cálcico – CAN) verde con una demanda de potencia eléctrica de 120 MW. Esta planta se instalará en el distrito de Villeta, Paraguay, y será la primera en Latinoamérica con capacidad de producir fertilizantes verdes a escala industrial y tasa constante (**270,000 ton/año de CAN**), a partir de hidroelectricidad (**120 MW**), energía 100% renovable; agua (**165.4 m^3/h**); aire ambiente y dolomita (**173 ton/día**).

Con su producción ATOME estará respondiendo a la demanda local de fertilizantes amoniacales y regional para países vecinos como Brasil, el mayor importador de fertilizantes amoniacales del mundo (13.7% del nitrato de amonio del mundo).

Las principales materias primas del Proyecto son la hidroenergía y el agua. Por lo tanto, forman también parte del Proyecto los siguientes componentes:

- Una línea de transmisión eléctrica (LT) de 220 kV y cerca de 550 m de longitud, la cual transmitirá la hidroenergía desde la (SE) Buey Rodeo de la ANDE hasta la SE de ATOME.
- Un sistema de captación, bombeo y tuberías para la provisión de agua desde el río Paraguay hasta la Planta de ATOME y tuberías de vertido de efluentes al río mencionado.

El Proyecto de producción de CAN tendrá seis principales bloques de procesos, los cuales se desarrollarán en las siguientes instalaciones:

- Planta de electrólisis, en donde se genera el hidrógeno (H_2) a partir de agua y energía.
- Unidad de separación de aire (USA), en donde se produce el nitrógeno (N_2) a partir de aire ambiente.
- Unidad de síntesis de amoníaco (NH_3), cuya producción se realiza a partir del H_2 y N_2.
- Planta de ácido nítrico – AN (HNO_3), en donde se produce el HNO_3 a partir del NH_3.
- Planta de solución de nitrato de amonio – SNA (NH_4NO_3), que producirá NH_4NO_3 en solución a partir del NH_3 y HNO_3.
- Planta Granuladora de materia prima sólida (dolomita/caliza) (GRAN), en donde se generará el CAN a partir del NH_4NO_3 y materia prima sólida.
- Envasado y almacenamiento.

En la **Tabla 2.1.a** se resumen las características principales del Proyecto.

ATOME PLC

Tabla 2.1.a
Características principales de la Planta

Nº	Ítem/Componente	Detalles
1	Ubicación	Villeta (Localidad Puerto Sara – Surubi'y)
2	Fuente de energía	Hidroelectricidad de la subestación Buey Rodeo de la ANDE a través de una LT de 220 kV
3	Superficie de la propiedad (ha)	30 ha
4	Huella de construcción	20 ha aproximadamente
5	Vida útil de la Planta	25 años
6	Cronograma de Obra	31 meses, iniciando en el primer cuatrimestre del año 2024. Se estima la fase de pre-comisionamiento iniciará en el mes 19 y el comisionamiento en el mes 21.
7	Recursos Humanos (empleos directos)	**Construcción:** entre 200 - 500 personas, con picos de 1020 a 1073 personas en los meses 21 al 24. **Operación:** 90-100 personas.
8	Energía eléctrica (hidroenergía)	▪ **Consumo de energía eléctrica total:** 112.9 MW. Cabe destacar que el Proyecto contempla unos turbosets capaces de generar energía a partir de la generación de vapor resultado de la recuperación de calor en la Planta de AN. Esta energía podrá alimentar a los procesos de las Plantas de AN-SNA-GRAN. Asimismo, podrá ser utilizada como energía extra a 6 kV en la Planta de NH_3 para reducir la demanda energética de los compresores syngas. El excedente generado por los turbosets es de 2.7 MW.
9	Consumo neto de agua	165.4 m^3/h.
10	Consumo de dolomita/caliza	173 ton/día.
11	Características operativas	La operación normal de la industria considera un régimen de operación de 24 hs durante 350 días/año, excepto por la planta granuladora con régimen de 22 hs durante 330 días/año. Se contempla que todas las plantas operen simultáneamente.
12	Instalaciones clave de la planta	**Instalaciones principales** ▪ Planta de electrólisis; ▪ Unidad de separación de aire (USA); ▪ Unidad de síntesis de NH_3; ▪ Planta de ácido nítrico (AN); ▪ Planta de solución de nitrato de amonio (SNA); ▪ Planta Granuladora (GRAN); ▪ Envasado y almacenamiento. ▪ Sistema de antorchas (*flare*); **Instalaciones auxiliares** ▪ Sistema de captación de agua y tuberías de provisión de agua y descarga de efluentes; ▪ Línea de transmisión de 220 kV; ▪ Sistema de pre-tratamiento de agua cruda; ▪ Sistema de tratamiento de agua cruda; ▪ Sistema de almacenamiento y distribución de agua de servicio; ▪ Sistema de almacenamiento de agua desmineralizada; ▪ Sistema de aire para Instrumentos y Planta; ▪ Sistema de nitrógeno utilitario y líquido;

ATOME PLC

Tabla 2.1.a
Características principales de la Planta

Nº	Ítem/Componente	Detalles
		▪ Sistema de refrigeración; ▪ Sistema de extinción de incendios; ▪ Estación de tratamiento de aguas residuales (ETAR).
13	Energía de emergencia	▪ Un grupo electrógeno de emergencia. ▪ Un grupo diésel del sistema contra incendios.
14	Cantidad de efluentes	77.30 m^3/h, con picos de 84.20 m^3/h. Los efluentes serán tratados en la Estación de Tratamiento de Aguas Residuales (ETAR) de la Planta.
15	Descarga de efluentes	▪ En el Río Paraguay a través de tuberías de 2.3 km de longitud aproximadamente que conectan la Planta de tratamiento de efluente de ATOME y el río y un emisario subfluvial que contempla dispersores.

2.2
Ubicación Geográfica

Como mencionado en la **Sección 1.4**, la Planta de CAN se ubicará en la localidad denominada Puerto Sara en Surubi'y, al sur de la ciudad de Villeta, Paraguay, cerca de la orilla oriental del río Paraguay, 50 km al sur de la ciudad de Asunción, junto a la carretera Villeta-Alberdi y la SE Buey Rodeo (ver **Mapa 1.4.a – Mapa de Localización del Proyecto**, en la **Sección 1.4**).

El terreno propiedad de ATOME Paraguay S.A. es de 30 ha aproximadamente y se halla identificado con Padrón 16.490, según título de propiedad. Del total de la superficie se estima que 20 ha aproximadamente serán ocupadas por las instalaciones de la Planta, como se muestra en *layout* general (ver **Figura 2.6** en la **Sección 2.6**).

2.2.1
Propiedad y Tenencia de la Tierra

Como se verá en la **Sección 3.1.1** del estudio de alternativas, el terreno elegido para la construcción de la Planta corresponde a una superficie de 30 ha formada por las fracciones 1 y 2 del Padrón 8369, comprada de la empresa Monteclaro S.A., según indicado en título de propiedad a nombre de ATOME. Este terreno fue adquirido mediante un proceso de negociación y adquisición simple y amigable (*willing buyer - willing seller*), aplicándose valores de mercado.

En el caso de las áreas necesarias para la instalación del sistema de captación de agua en la margen del río Paraguay, la LT y las tuberías de agua y efluentes, se establecerán servidumbres de paso y acueducto, respectivamente, sustentadas en el Art. 2188 del Código Civil Paraguayo (Ley 1183/85). En las áreas de servidumbre se constituye un derecho de uso a largo plazo y se fija una compensación de mutuo acuerdo con el dueño de la propiedad.

Los usos actuales en el área donde se establecerá la franja de servidumbre de la LT incluyen vegetación tipo sabana y cultivos de arroz. También en el estudio de alternativas, en la **Sección 3.1.2**, se verá que la alternativa elegida para el establecimiento de la franja de servidumbre de la LT se localiza en la fracción 1B del Padrón 9722 de propiedad de El Arreglo S.A., la cual posee una superficie de 22.52 ha. Si bien la Ley Nº 6681/2020 establece un ancho de 50 metros para

ATOME PLC

servidumbres de LT de 220 kV, el área real afectada por la supresión de cultivo de arroz y sabana se limita a. 0.33 ha o 3,300 m^2. Para esta superficie, se ha acordado previamente un costo de compensación con el propietario y se suscribirá un contrato entre el mismo y ATOME para constituir la servidumbre.

En el caso de las tuberías de agua y efluentes, la franja de servidumbre a establecer mediante contrato tendrá 5 metros de anchura aproximadamente y 2.3 km de longitud, totalizando una superficie de 1.15 ha o 11,500 m^2. Cabe destacar que las dimensiones podrían ajustarse durante la fase de proyecto ejecutivo de las tuberías y sistema de captación de agua cruda. El trazado elegido para estas tuberías, descripto en la **Sección 3.1.3**, se encuentra dentro de dos predios, la mayor parte dentro de la Fracción A, de propiedad de la empresa Omega Green, y una parte más pequeña en terreno identificado con Padrón 8262 que constituye propiedad de Jörn Wenger.

2.2.2
Zonificación de Villeta

La Planta de CAN estará situada en la localidad denominada Puerto Sara en Surubi'y, al sur de la ciudad de Villeta, Paraguay. Esta ciudad se encuentra en proceso de desarrollo de un Plan de Ordenamiento Territorial conforme a lo consultado a la Municipalidad de Villeta, por lo tanto, la zona no cuenta aún con una designación oficial o clasificación.

Sin embargo, de acuerdo con la Nota I.M.V Nº 283/2023 de la Municipalidad, la zona no presenta restricciones para el emplazamiento del proyecto de ATOME, considerando las características del entorno y la existencia de industrias de diversos ramos actualmente instaladas.

Por otro lado, cabe destacar que la propiedad de ATOME ha sido declarada zona franca industrial y de servicios, según Decreto Presidencial Nº 651 emitido en fecha 09 de noviembre de 2023. Conforme con la Ley 523/95, las zonas francas son espacios de territorio nacional dentro de los cuales su funcionamiento es autorizado para realizar actividades comerciales, industriales o de servicios.

ATOME PLC

2.3
Aspectos Técnicos del Diseño del Proyecto

2.3.1
Códigos y Normas en el Diseño, la Fabricación y Pruebas de las Instalaciones

En este apartado se enlistan los códigos y estándares de referencia considerados para el diseño, fabricación y pruebas de las instalaciones de la planta. Estos se ajustarán a la edición vigente de las normas y a sus modificaciones más recientes. En caso de discrepancia entre algún código y estándares, la más exigente prevalecerá y será aplicada.

La jerarquía de los diferentes estándares a ser considerados en el diseño y fabricación se imponen en el siguiente orden:

- Códigos y estándares internacionales:

- Guías Generales de Medio Ambiente, Salud y Seguridad (MASS) de la Corporación Financiera Internacional (CFI)/Banco Mundial.
- Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para la producción de fertilizantes nitrogenados del Banco Mundial/CFI.
- Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para la transmisión y distribución de electricidad de la CFI;
- BAT o Mejores Técnicas Disponibles y criterios de Gestión (BPEM – Mejores prácticas de gestión ambiental).
- Buenas prácticas internacionales recomendadas para la industria.

- Legislación y estándares nacionales relevantes:
  - Ley Nº 1100/97 de Prevención de la Polución Sonora.
  - Resolución MADES Nº 259/15 Por la cual se establecen los parámetros permisibles de calidad de aire.
  - Resolución MADES Nº 222/02 Por la cual se establece el padrón de calidad de las aguas en el territorio nacional.
- Estándares de ATOME.

Tabla 2.3.1.a
Códigos de Referencia para el Diseño, Fabricación y Pruebas de Instalaciones de la Planta

CODIGOS	DESCRIPCION
AGMA	Asociación Americana de Fabricantes de Engranajes
AISI	Instituto Americano del Hierro y el Acero
AISC	Instituto Americano de la Construcción en Acero
ANSI	Instituto Nacional Americano de Normalización
API	Instituto Americano del Petróleo
ASTM	Sociedad Americana de Ensayo de Materiales
AWS D1.1	Sociedad Americana de Soldadura
AWWA	Asociación Americana de Obras Hidráulicas
ASME	Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos
PTC	Código ASME de Pruebas de Potencia
PTC 36	Medición del Sonido Industrial
AFBMA	Asociación de Fabricantes de Rodamiento Antifricción
ASHRAE	Sociedad Americana de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado
DIN	Instituto Alemán de Normalización
CTI	Instituto de Torres de Refrigeración
FEM	Asociación Europea de Fabricantes de Equipos de Manipulación, Elevación y Almacenamiento de Materiales
EJMA	Asociación de Fabricantes de Juntas de Dilatación
HI	Instituto de Hidráulica
HEI	Instituto de Intercambio de Calor
ISO	Organización Internacional de Normalización
MSS	Sociedad de Normalización de Fabricantes
NEMA	Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos
NFPA	Asociación Nacional de Protección contra Incendios
OSHA	Asociación de Seguridad y Salud en el Trabajo
TEMA	Asociación de Fabricantes de Intercambiadores Tubulares
TIMA	Asociación de Fabricantes de Aislamiento Térmico
SIS	Comisión de Normas de Suecia
SSPC	Directivas sudamericanas

ATOME PLC

2.3.2
Reducción de Emisiones Atmosféricas

Los diferentes bloques de proceso que conforman la Planta consideran en su diseño las Mejores Técnicas Disponibles (BAT, por sus siglas en inglés) y recomendadas internacionalmente para la industria. De esta manera, la Planta incorpora adaptaciones necesarias para cumplir ampliamente con las regulaciones locales y de la CFI como las mencionadas en el ítem 2.3.1.

En la **Tabla 2.3.2.a** se presentan las principales fuentes de emisiones atmosféricas previstas durante la operación, discriminándolas según su régimen de funcionamiento; continuo o eventual. La ubicación de las fuentes de emisiones atmosféricas se muestra en la **Figura 2.3.4.a** en la **Sección 2.3.4**, identificadas por las siglas E1 a E12**.**

En las secciones siguientes se presentan las tecnologías elegidas para cada planta cuyas emisiones se consideran contaminantes y de régimen continuo y las medidas de mitigación contempladas.

Tabla 2.3.2.a
Fuentes de Emisiones Atmosféricas durante la Operación

Sigla Figura 2.3.4.a	Descripción	Tipo de Emisión	Funcionamiento	Caudal (kg/h)	Composición (%Vol)
E1	USA	Salida de aire enriquecido con O_2	CONTINUO	13,200	Aire ambiente enriquecido en O_2 (90% O_2, 10% N_2, <0.5% Ar y trazas de CO_2)
E2	Planta de Electrólisis	Venteo de O_2 en dos puntos	CONTINUO	17,820	98.5% O_2; 1.5% H_2; 4g/ Nm^3 de H_2O y 1 mg/Nm^3 de KOH
E3		Venteo de H_2 en dos puntos	EVENTUAL <500h/año	1,980	98.5% H_2; 1.5% O_2, 4g/ Nm^3 de H_2O y 1 mg/ Nm^3 de KOH
E4	Antorcha Principal	Combustión (quema)	EVENTUAL <500h/año	29,626	**Quemador + piloto:** 22.38 kg/h CO_2, 6,664.22 kg/h H_2O, 22,920.34 kg/h N_2, 2.28 kg/h NOx, 12.42 kg/h CO, inquemados 4.70 kg/h Piloto: 22.38 kg/h CO_2, 12.22 kg/h H_2O, 89.34 kg/h N_2, 0.010 kg/NOx, 0.055 kg/h CO, inquemados 0.021 kg/h
		Llama Piloto	CONTINUO	124	
E5	Descarga de la Planta de AN tras abatimiento	-	CONTINUO	73,929	Aire con NOx 10 ppmv, NH_3 5 ppmv, N_2O 20 ppmv
E6	Unidad de Síntesis de NH_3	Venteo de gas proceso	CONTINUO	5	53% H_2, 43% N_2, 2% Ar y 0.3% de H_2O

ATOME PLC

Tabla 2.3.2.a
Fuentes de Emisiones Atmosféricas durante la Operación

Sigla Figura 2.3.4.a	Descripción	Tipo de Emisión	Funcionamiento	Caudal (kg/h)	Composición (%Vol)
E7	Antorcha Secundaria	Combustión (quema)	EVENTUAL <500h/año	29,626	**Quemador + piloto:** 22.38 kg/h CO_2, 6,664.22 kg/h H_2O, 22,920.34 kg/h N_2, 2.28 kg/h NOx, 12.42 kg/h CO, inquemados 4.70 kg/h Piloto: 22.38 kg/h CO_2, 12.22 kg/h H_2O, 89.34 kg/h N_2, 0.010 kg/NOx, 0.055 kg/h CO, inquemados 0.021 kg/h
		Llama Piloto	CONTINUO (piloto)	124	
E8	Planta Granuladora	Descarga de molienda	CONTINUO	<0.629 PM_{10} 0.221 $PM_{2.5}$	Aire con <37 mg/Nm^3 PM_{10} y 13 mg/Nm^3 $PM_{2.5}$
E9		Descarga del scrubber de molienda	CONTINUO	269,500	Aire con < 50 mg/ Nm^3 polvo, y <50 mg/ Nm^3 NH_3
E10	Generador diésel del sistema contra incendios	Combustión diesel	EVENTUAL 0h/año	1,078	71% N_2, 9.5% H2O, 9% CO_2, 8,5% CO, 2% Ar <2,500 mg/ Nm^3 NOx, <25 mg/ Nm^3 PM, <450 mg/ Nm^3 CO, <125 mg/ Nm^3 HC, SO_2 dependerá del contenido de S en el diésel
E11	Generador de emergencia	Combustión diesel	EVENTUAL <500h/año	1,594	71% N_2, 9.5% H_2O, 9% CO_2, 8,5% CO, 2% Ar <2,500 mg/ Nm^3 NOx, <25 mg/ Nm^3 PM, <450 mg/ Nm^3 CO, <125 mg/ Nm^3 HC, SO_2 dependerá del contenido de S en el diésel
E12	Chimenea de escape de la caldera auxiliar de la Planta de AN	Combustión diesel	EVENTUAL <500h/año	1,078	71% N_2, 9.5% H_2O, 9% CO_2, 8.5% CO, 2% Ar <2,500 mg/ Nm^3 NOx, <25 mg/ Nm^3 PM, <450 mg/ Nm^3 CO, <125 mg/ Nm^3 HC, SO_2 dependerá del contenido de S en el diésel

ATOME PLC

2.3.2.1
Unidad de Síntesis de NH_3

2.3.2.1.1
Elección de la Tecnología

El proceso optado para la síntesis de amoniaco es el método de Haber-Bosch, proceso con más de 100 años de uso, en el cual reaccionan hidrógeno y nitrógeno en un lecho catalítico a 450-550 ºC y 200 bar. La producción de amoniaco actual se basa en hidrógeno producido a partir de fuentes no renovables, siendo el hidrógeno verde una alternativa para la descarbonización de la industria del amoniaco. Emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de la etapa de producción de amoniaco conllevan CO_2, CH_4 y NOx del reformado de vapor para producir hidrógeno y de la quema de gas natural para generar electricidad.

El uso de hidrógeno verde y uso de electricidad a partir de energías renovables disminuye drásticamente la huella de carbono de la producción de amoniaco. El proceso resultante es más limpio y menos intensivo en energía, traduciéndose en un menor consumo de recursos naturales, mayor eficiencia energética evitando pérdidas asociadas a la conversión de hidrocarburos en hidrógeno, reducción de costos operativos y la huella de carbono.

2.3.2.1.2
Medidas Incorporadas en el Diseño

En la **Tabla 2.3.2.1.2.a** se describen las medidas adoptadas en el diseño de la Unidad de Síntesis de NH_3 aplicando las Mejores Técnicas Disponibles (BAT).

Tabla 2.3.2.1.2.a
Acciones tomadas en el diseño de la Unidad de Síntesis NH_3 aplicando BAT

BAT	Diseño
Uso de partículas pequeñas de catalizador para la malla de catalizador	Elección del catalizador AMOMAX-Casale, con características beneficiosas en comparación con catalizadores estándares, teniendo actividades catalíticas más estables, mayor conversión, tasa de circulación y presión de síntesis reducida, mayor resistencia y fuerza mecánica, siendo estable ante elevadas caídas de presión.
Enfriamiento indirecto del reactor de síntesis de amoniaco	El reactor de síntesis de amoniaco está diseñado en secciones/partes con intercambiadores de calor indirectos. El calor retirado es usado para producir vapor de alta presión y/o para precalentamiento de las corrientes de gas de alimentación.
Implementación de un sistema de control avanzado del proceso	Un sistema avanzado de control basado en modelos o de tipo predictivo basado en modelos será incorporado con el fin de proporcionar una optimización ponderada y jerárquica.
Remoción de amoníaco de los condensados del proceso	Condensados provenientes de lavadores de gases, purgas y tanques flash estarán en un circuito cerrado de condensados conteniendo valores elevados de amoniaco. Estos serán reutilizados en procesos dentro de la planta de amoniaco y/o planta de AN dependiendo del contenido de amoniaco, como forma de recuperación del componente nitrogenado. En caso contrario, será almacenado en tanques para su posterior disposición y tratamiento por empresas tercerizadas especializadas.

ATOME PLC

BAT	Diseño
Producción de amoniaco a partir de hidrógeno electrolítico	Hidrógeno será producido en la planta de hidrógeno empleando electrolizadores alcalinos. Emisiones directas e indirectas son mínimas comparadas con el hidrógeno producido a partir de reformado de vapor y/u oxidación parcial.

Como resultado de estas medidas se espera obtener beneficios significativos en la eficiencia de conversión, disminución del volumen del catalizador, aumento de la capacidad de producción de amoníaco y reducción del consumo energético.

2.3.2.2
Planta de Ácido Nítrico - AN

2.3.2.2.1
Elección de Tecnología

La tecnología elegida para la producción de ácido nítrico (AN) es la de doble presión (M/H)[1], la cual permite controlar la temperatura en las etapas de oxidación del amoniaco a presiones medias y aumentar la eficiencia de absorción a presiones altas. Esto permitirá reducir la formación de gases de óxidos de nitrógenos, por lo tanto, menores emisiones de NOx en los gases de cola.

Las plantas de doble presión tienen la ventaja de una mayor eficiencia en la conversión del amoníaco, es decir, se necesita menos materia prima de amoníaco para producir ácido nítrico. Además, las plantas de doble presión tienen una vida útil de catalizador más larga y requieren menos reemplazos frecuentes de catalizador

Sin un sistema de abatimiento a la salida de los gases, se encuentran composiciones de NOx a la salida en el rango de 100-200 ppmv en comparación con 1,000-2,000 ppmv en tecnologías de presiones medias y bajas

2.3.2.2.2
Medidas Incorporadas en el Diseño

En la **Tabla 2.3.2.2.2.a** se describen las medidas adoptadas en el diseño de la Planta de AN aplicando BAT.

Tabla 2.3.2.2.2.a
Acciones tomadas en el diseño de la Planta de AN aplicando BAT

BAT	Acciones tomadas en el diseño
Optimizar eliminación de impurezas de materia prima	Filtros en corriente de aire y amoniaco liquido/vapor para aumentar la eficiencia del catalizador (reducción en el rendimiento NO).
Optimizar mezcla de materias primas	Mezclador estático aire-amoniaco para evitar exceso de amoníaco en el quemador y sobrecalentamiento del catalizador.
Optimizar distribución de gases sobre el catalizador	Mezcla aire-amoniaco es distribuido uniformemente, se emplea hidrógeno para activar el catalizador previamente a la oxidación del

[1] Oxidación tiene lugar a presión media 5 bar(a) y absorción a presión alta 11.5 bar(a)

ATOME PLC

Tabla 2.3.2.2.2.a
Acciones tomadas en el diseño de la Planta de AN aplicando BAT

BAT	Acciones tomadas en el diseño
	amoniaco. Se controla la distribución de la mezcla, velocidad, tiempo de contacto y temperatura de oxidación.
Monitoreo de la eficiencia del catalizador	Composición del catalizador será ajustada para minimizar la pérdida de componentes y costos asociados. Se realizarán monitoreos de niveles de N_2O en el gas de cola.
Optimización de NH_3/aire	Se asegura eficiente conversión de NH_3 y se evita riesgos de explosión en el reactor con una composición $NH_3/(NH_3+aire)$ = 9.85% (v/v).
Optimización de condiciones de presión y temperatura en la oxidación	Condiciones de presión y temperatura en línea con plantas de ácido nítrico nuevas. Oxidación tiene lugar a presión media 5 bar(a) y absorción a presión alta 11.5 bar(a), temperatura de reacción a 890ºC.
Sistema de abatimiento combinada de NOx y N_2O	Sistema de abatimiento compuesto por catalizadores de Fe y zeolita a la salida de los gases de cola.

2.3.2.2.3
Sistema de Abatimiento

Como sistema de abatimiento se entiende a operaciones de reducción de las concentraciones de NOx en los gases de cola pudiéndose emplear procesos adicionales como absorción con agua, reacciones catalíticas no selectivas[2] y selectivas[3]. Para nuevas plantas, se opta por la última tecnología ya que no generan GEI adicionales, como el CO_2, CO, hidrocarbonos sin quemar; y permite mayor reducción de NOx de valores < 100 ppmv.

El sistema de abatimiento diseñado para el Proyecto de ATOME consiste en un sistema de control terciario[4] de reacción catalítica a la salida de los gases de cola compuesto por mallas de catalizadores de Fe y zeolita para la eliminación simultánea de NOx y N_2O. Emisiones alcanzadas con este sistema se encuentran en cumplimiento con parámetros nacionales e internacionales.

2.3.2.2.4
Emisiones de Gases de Efecto Invernadero - GEI

En la **Tabla 2.3.2.2.4.a** se presenta una comparación de los límites/estándares de los parámetros de emisiones de GEI y las emisiones del Proyecto de ATOME.

Tabla 2.3.2.2.4.a
Comparativa de parámetros de los límites/estándares de los parámetros de emisiones de GEI y las emisiones del proyecto 120 MW Villeta

Gas de efecto invernadero	Unidades	Emisiones a alcanzar con BAT		Límites de CFI	Proyecto 120 MW Villeta – ATOME
		Nuevas Plantas	Plantas existentes		
NOx	ppmv	20-100	20-300	200	< 10
N_2O	ppmv	-		800	< 20

[2] NSCR por sus siglas en ingles del Non-selective catalytic reduction
[3] SCR por sus siglas en ingles de Selective catalytic reduction
[4] Existen tres tipos de controles para el N_2O en las plantas de ácido nítrico, según la ubicación del control dentro del proceso de producción de ácido nítrico.

ATOME PLC

2.3.2.3
Planta de Solución de Nitrato de Amonio - SNA

El diseño de la planta de Solución de Nitrato de Amonio - SNA considera medidas BAT haciendo énfasis en la optimización del proceso de neutralización/evaporación tomando las siguientes acciones:

- Uso del calor de la reacción exotérmica entre el amoniaco y el ácido nítrico para precalentar la alimentación de ácido nítrico y/o vaporizar amoniaco;
- Controles de pH, flujos y temperatura en la etapa de neutralización/evaporación, contenido de agua y de impurezas, permitirán obtener mayor eficiencia en la producción de SNA evitando su descomposición durante el proceso;
- El uso del vapor generado de la planta de AN para la evaporación del SNA, y para el tratamiento del condensado de proceso;
- Todos los vapores producidos en el proceso se condensarán y el condensado se reutilizará en la planta de AN como reposición al fluido absorbedor y en la sección de lavado de gases de la planta de SNA y GRAN.

Como resultado de la optimización de la etapa de neutralización/evaporación se obtienen beneficios medio ambientales como de eficiencia de proceso, logrando mayor seguridad, menor concentración de amoniaco y AN en el vapor y condensados (< 50 mg/L de AN en el condensado), recirculación de componentes nitrogenados al proceso de producción, menor energía para evaporar agua de la SNA y generación de vapor a elevada temperatura con SNA con mayor concentración 95% sin necesidad de energía adicional.

2.3.2.4
Planta Granuladora

La planta granuladora - GRAN estará sellada/aislada y diseñada para operar de forma autotérmica mediante la recirculación de corriente caliente de gases desde la salida de los lechos enfriadores de producto hacia el tambor de secado, lo que resulta en un ahorro significativo de energía al reducir en un 50% el flujo volumétrico de gas de salida. Además, estará equipada con un sistema eficiente de eliminación/recolección de material particulado para mitigar su emisión a la atmósfera. Los gases de salida de la planta serán tratados mediante ciclones y/o filtros mangas[5] alcanzando valores <50 mg/Nm^3. Adicionalmente, se tendrá en cuenta BAT para la selección apropiada de equipamiento en el sector de clasificación de finos y recirculación de agua de proceso al sitio.

ATOME PLC

[5] De acuerdo con el vendedor de la unidad de molienda

2.3.3
Detectores de Gases

2.3.3.1
Amoniaco

El sistema de detección de gases será capaz de controlar todas las áreas en las que pueda producirse el riesgo de liberación accidental y acumulación de gases de amoníaco debido a fugas localizadas en el equipo de la planta o en líneas de proceso específicas.
Los detectores de gas amoníaco serán del tipo de célula electroquímica o del tipo sólido (semiconductor) y dispondrán de alarmas de nivel bajo y alto ajustados según los estándares de la planta normalmente correspondientes a los valores de límite de exposición a largo plazo (*LTEL en inglés*, igual a 20 ppmv) y límite de exposición a corto plazo (*STEL en inglés*, igual a 50 ppmv), respectivamente, con colores diferentes para cada nivel de alarma, así como un indicador de velocidad y dirección del viento, botones de reinicio de alarma y de prueba.

Si bien no se tienen definidos aún los puntos específicos de instalación de estos detectores, las empresas encargadas del *FEED* sugieren como potenciales puntos a las siguientes instalaciones, áreas y equipos:

- Unidad de síntesis de amoniaco.
- Sección de refrigeración de la unidad de síntesis de amoniaco.
- Tanque buffer de amoniaco.
- Edificios de la planta que puedan estar expuestos a nubes tóxicas (en la entrada de aire del sistema de calefacción y aire acondicionado, HVAC en inglés).
- Planta de ácido nítrico.
- Planta de solución de nitrato de amonio.
- Separadores e intercambiadores.
- Compresores de gas y caseta de compresores.
- Bombas y caseta de bombas.
- Zonas con alta densidad de bridas y conexiones.

Dado que el amoníaco es un gas más ligero que el aire (densidad con respecto al aire ≤1), los detectores de gas amoníaco se instalarán normalmente a 1000~2000 mm por encima de la ubicación de la fuente potencial de liberación en función de la dirección predominante del viento.

El sistema de detección de gas será un sistema independiente. Las alarmas se mostrarán en una pantalla de alarma de gas específica situada en la sala de control. La pantalla será fácilmente visible desde el puesto del operador y mostrará la posición real en la que está instalado cada detector.

Se instalarán alarmas de gas visuales y acústicas para advertir al personal operativo. Por lo general, en la zona vigilada por los detectores de gas se instalan lámparas/balizas intermitentes y bocinas/timbres/sirenas. La intensidad sonora de los dispositivos de alarma acústica en el interior de los edificios será de 85~90 dB a 1 m, mientras que será de 110~115 dB a 1 m para los dispositivos de alarma acústica situados en las paredes exteriores de los edificios y en las zonas

ATOME PLC

de las instalaciones. La elevación de las alarmas acústicas y visuales en las zonas de las instalaciones será de 2.4 m como mínimo.

2.3.3.2
Dióxido de Nitrógeno

Se instalarán detectores de gas NO_2 en la Planta de ácido nítrico para controlar la liberación accidental de gases nitrosos.

Los detectores de gas amoniaco serán del tipo de célula electroquímica y dispondrán de alarmas de nivel bajo y alto ajustados según los estándares de la planta (normalmente correspondientes a los valores LTEL 0.5 ppmv y STEL 1 ppmv, respectivamente), con colores diferentes para cada nivel de alarma, así como de un indicador de velocidad y dirección del viento, botones de reinicio de la alarma y de prueba.

Algunas zonas/equipos en la Planta de ácido nítrico que requieren vigilancia con detectores de gas NO_2 son los siguientes:

- Edificio del turboset.
- Edificio de la caldera auxiliar de ebullición.
- Entrada de aire de edificios/analizadores que puedan ser alcanzados por nubes tóxicas de gases nitrosos.

Dado que el gas nitroso es un gas más pesado que el aire (densidad con respecto al aire ≥1.5), los detectores de gas NO_2 se instalarán de la siguiente manera:

- Ubicación a 500 mm por encima del nivel del suelo o del nivel de la plataforma en caso de instalación en elevación.
- Ubicación del transmisor/*display* a 1,000 ~ 1,500 m sobre el nivel del suelo o nivel del andén en caso de instalación en elevación.

En lo referente a las alarmas visuales y acústicas de NO_2, se aplican las mismas recomendaciones formuladas para la detección de gas amoniaco.

2.3.3.3
Nitrógeno

El nitrógeno liberado en espacios confinados o de baja ventilación tienen el riesgo de agotar el oxígeno. En la Planta, el nitrógeno se encuentra principalmente en Unidad de Separación de Aire (USA), en el bucle de síntesis de amoníaco (gas de síntesis), en la planta de ácido nítrico y en la planta de electrólisis.

Se prevé la instalación de un detector de agotamiento de oxígeno que será de tipo electroquímico y se instalará a 1,500 ~ 1,700 mm por encima del suelo acabado. Los detectores se activarán cuando la concentración de oxígeno en el aire sea igual al 19% en volumen.

Al igual que en los casos anteriores, no se tienen definidos aún los sitios de instalación de estos detectores, pero los contratistas del *FEED* recomiendan las siguientes áreas:

ATOME PLC

- Edificio de compresores de nitrógeno de la USA.
- Otros espacios completamente cerrados donde exista la posibilidad de que haya gases asfixiantes.

En cuanto a las alarmas visuales y acústicas de agotamiento de oxígeno, se aplican las mismas recomendaciones formuladas para la detección de gas amoníaco.

2.3.3.4
Oxígeno

El oxígeno se produce principalmente en la planta de electrólisis y en la USA. Para estos casos, se utilizan detectores de enriquecimiento de oxígeno en gas en las instalaciones donde puede ocurrir acumulación debido a la falta de condiciones de ventilación adecuadas después de una liberación.

- En donde hay líneas de oxígeno presentes.
- En áreas cerradas como analizadores y edificios de procesos (área de proceso de plantas de electrolizadores y USA).

Los detectores de enriquecimiento de oxígeno serán de tipo electroquímico y se instalarán a 1,500 ~ 1,700 mm sobre el nivel del suelo.

Para el enriquecimiento de oxígeno, el umbral de alarma normalmente se establece en una concentración del 23% en volumen, por lo tanto, se tomará como referencia. En lo que respecta a las alarmas visuales y sonoras de enriquecimiento de oxígeno, se aplican las mismas recomendaciones formuladas para la detección de gas amoníaco.

2.3.3.5
Hidrógeno

Se instalarán detectores de gas hidrógeno en la planta de electrólisis, en el área del tanque buffer de hidrógeno y compresores asociados, y en la unidad de síntesis de amoniaco.

Dado que el gas hidrógeno es mucho más ligero que el aire (densidad con respecto al aire ≤1), los detectores se instalarán únicamente en puntos donde el gas pueda acumularse debido a la falta de condiciones de ventilación adecuadas (por ejemplo: estructuras equipadas con techo, edificios, salas de baterías, etc.).

Los detectores de gas hidrógeno serán de tipo catalítico y estarán provistos de los siguientes umbrales de alarma: i) en las plantas (límite explosivo inferior; *LEL en inglés*: 20% alarma alta, LEL: 50% alarma muy alta), ii) edificios, entrada de aire del HVAC (LEL: 10% alarma alta, LEL: 25% alarma muy alta).

2.3.4
Ruido

El ruido que se producirá en la fase de operación de la Planta procederá del funcionamiento de vehículos pesados y algunos equipos, de forma continua. Vehículos pesados podrán contribuir

ATOME PLC

ocasionalmente. El ruido de los equipos principales será continuo y de larga duración, y, por tanto, se utilizarán equipos que respeten los límites de ruido, y los más ruidosos serán colocados lo más lejos posible del límite de la propiedad. Los niveles de ruido que deben respetarse son el límite para las zonas industriales dentro de la Planta y el estándar para zonas residenciales en la propiedad del vecino. Se llevará a cabo un monitoreo del ruido para comprobar el cumplimiento de estas especificaciones.

En cuanto a los equipos, los que más ruido emiten son los que se enumeran a continuación, acompañados de las siglas R1 a R5 que los representan en la **Figura 2.3.4.a**:

- Compresores principales – R1a y reserva – R1b de la USA
- Torre de refrigeración – R2
- Turboset – R3
- Compresor de *syngas* - R4a y compresor de reserva - R4b
- Compresor de Unidad de Síntesis de NH_3 – R4c
- Refrigerador de NH_3 – R5

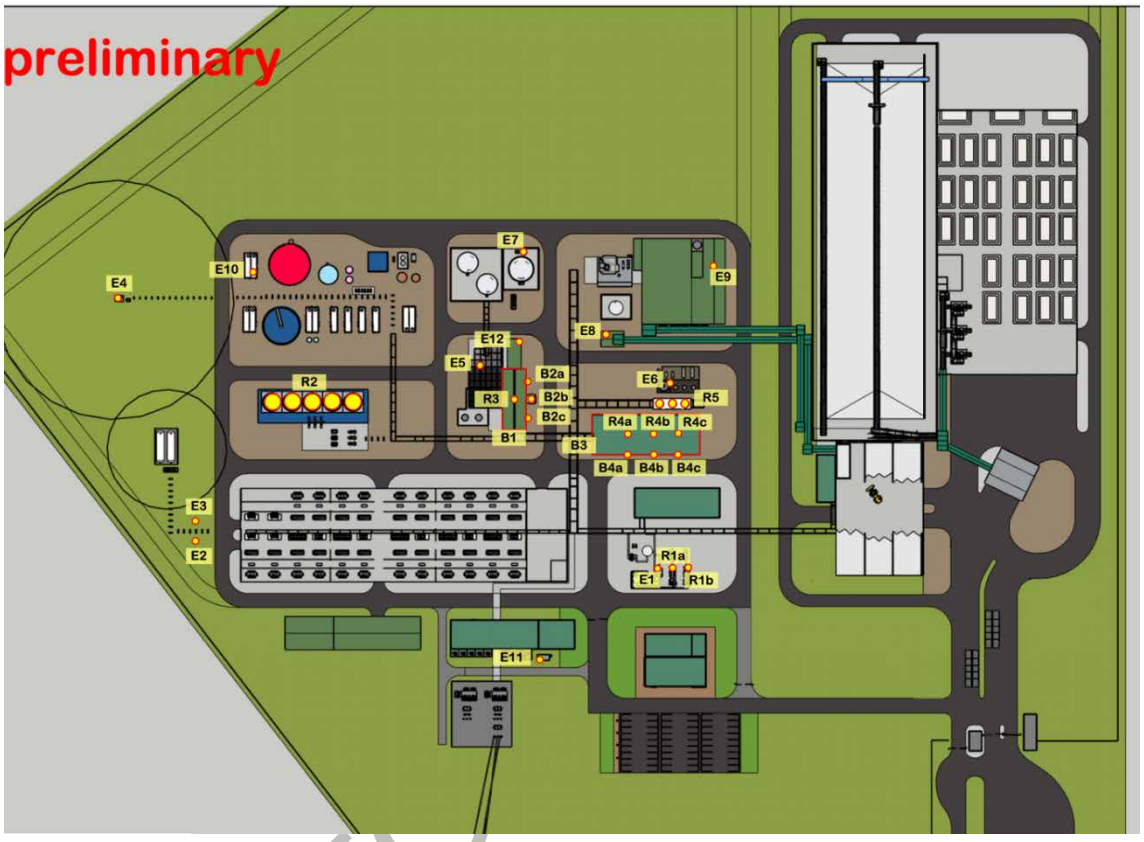
Se prevé que los compresores y turbosets cuenten con medidas de abatimiento como encapsulamiento. El material de encapsulamiento previsto será tipo sándwich panel en la cubierta y fachada. Adicionalmente, se consideran silenciadores para sistemas de ventilación axiales de las salas de compresores (silenciadores SDM) y silenciadores de filtro de admisión en el turboset.

Estos equipos estarán diseñados para emitir un nivel de ruido máximo de 85 dBA a 1 m del equipo (distancia en cota de suelo). Se preverán medidas de mitigación para alcanzar 70 dBA en el límite de la propiedad.

Con el fin de estimar la efectividad de las medidas incorporadas, se realizó una modelación de emisiones sonoras (ver impacto 8.03 en el **Capítulo 6.0**) considerando los valores máximos de ruido diurno y nocturno permitidos por la legislación paraguaya y normas internacionales, tanto para zonas industriales como residenciales.

ATOME PLC

Figura 2.3.4.a
Ubicación de las instalaciones que emiten gases en la operación (E1 a E12 en la Figura) y las que emiten ruido (R1 a R5)



De acuerdo con los resultados de la modelación del nivel de presión sonora de la condición de operación de la Planta, las medidas de abatimiento son adecuadas para prevenir impactos en la calidad acústica futura al receptor más cercano considerado, la vivienda vecina.

2.3.5
Aspectos de Protección y Seguridad

Como parte del Diseño de Ingeniería Básica o FEED se realizarán estudios de seguridad tales como:

- Evaluación cuantitativa del riesgo (QRA).
- Estudio RAM (Confiabilidad, Disponibilidad, Mantenibilidad).
- Informes HAZID/ENVID.
- Consideraciones de diseño de protección contra incendios.
- Evaluación de riesgos ambientales.
- Datos preliminares de ruido.
- Sistemas de llamaradas y alivio (radiación, cabezales, etc.).
- Informe HAZOP.
- Rastreador de acciones HAZID/ENVID/HAZOP/SIL e informes de cierre de acciones.
- Informe de Nivel de Integridad de Seguridad (SIL por sus siglas en inglés).

- Informes de análisis de riesgo de incendio (FHA por sus siglas en inglés).
- Estudio ATEX que incluye clasificación de áreas peligrosas Informe y dibujos.
- Estudio de Plant&Building Siting.
- Zonas ignífugas (dibujos) / Programa de áreas peligrosas.
- Informe de manipulación mecánica.
- Detección de O_2 y H_2 en edificios.

De acuerdo con los resultados de estos estudios, se definirán e implementarán los controles y medidas de mitigación para los riesgos identificados.

2.4
Propiedades y Riesgos Generales asociados a las Materias Primas y Productos

2.4.1
Hidrógeno (H_2)

El H_2 es un gas (a 20ºC) incoloro, inoloro, con bajo peso molecular y alta inflamabilidad. Es estable en condiciones normales, pero puede reaccionar violentamente con materias oxidantes y formar mezclas explosivas con el aire. Debe mantenerse alejado de fuentes de calor, chispas, llama abierta o superficies calientes. En la **Tabla 2.4.1.a** a continuación, se presentan las características y datos de seguridad del H_2.

Tabla 2.4.1.a
Características y datos de seguridad del H_2

Ítem		Detalle
Identificador del Producto	**Nº CAS**	1333-74-0
Identificación del peligro/s	**Indicaciones de peligro**	Gas extremadamente inflamable A presión puede explotar si se calienta Puede formar mezclas explosivas con el aire Arde con llama invisible
Propiedades físicas y químicas	**Masa molecular**	2 g/mol
	Punto de fusión	-259.2 ºC
	Punto de ebullición	-252.9 ºC
	Temperatura crítica	-239.9 ºC
	Temperatura de autoignición	566 ºC
	Densidad	0.089 g/l
	Solubilidad en agua	Agua: 1.6 mg/l
	Límites de explosividad	4 – 77 vol%
Información toxicológica	**Toxicidad aguda**	No clasificado.
	CL50 (ppm)	>15,000 ppm/1h (rata)
Información ecológica	**Ecología – general**	No causa daños ecológicos

Fuente: Praxair (2015).

ATOME PLC

2.4.2
Nitrógeno (N_2)

El N_2 es un gas incoloro e inoloro. Es estable en condiciones normales, pero bajo ciertas condiciones puede reaccionar violentamente con Litio, Neodimio, Titanio y Magnesio para formar nitruros. A alta temperatura también puede combinarse con el oxígeno e hidrógeno.

En la **Tabla 2.4.2.a** a continuación, se presentan las características y datos de seguridad del N_2.

Tabla 2.4.2.a
Características y datos de seguridad del N_2

Ítem		**Detalle**
Identificador del Producto	**Nº CAS**	7727-37-9
Identificación del peligro/s	**Indicaciones de peligro**	A presión puede explotar si se calienta
Propiedades físicas y químicas	**Masa molecular**	28 g/mol
	Punto de fusión	210 ºC
	Punto de ebullición	-195.8 ºC
	Temperatura crítica	-149.9 ºC
	Temperatura de autoignición	No aplica
	Solubilidad en agua	Agua: 20 mg/l
	Límites de explosividad	Sin datos disponibles
Información toxicológica	**Toxicidad aguda**	No clasificado.
	CL50 (ppm)	Sin datos disponibles.
Información ecológica	**Ecología - general**	No causa daños ecológicos

Fuente: Praxair (2015).

ATOME PLC

2.4.3
Amoníaco (NH_3)

El NH_3 es un gas líquido incoloro a temperatura y presión normales, de olor picante e irritante. Es una sustancia corrosiva o tóxica cuya inhalación o contacto debe ser evitada. Se presenta estable en condiciones normales, puede formar atmósferas potencialmente explosivas en aire y reaccionar violentamente con materias. Los productos normales de su combustión son N2 y agua, también se puede formar H2 a temperaturas superiores a 840 ºC.

En la **Tabla 2.4.3.a** a continuación, se presentan las características y datos de seguridad del NH_3.

Tabla 2.4.3.a
Características y datos de seguridad del NH_3

Ítem		**Detalle**
Identificador del Producto	**Nº CAS**	7664-41-7
Identificación del peligro/s	**Indicaciones de peligro**	Gas inflamable. A presión puede explotar si se calienta.

Tabla 2.4.3.a
Características y datos de seguridad del NH_3

Ítem		Detalle
		Tóxico en caso de inhalación. Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves. Muy tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.
Propiedades físicas y químicas	**Masa molecular**	17.03 g/mol
	Punto de fusión	-77.7 °C
	Punto de ebullición	-33 °C
	Temperatura crítica	132.0 °C
	Temperatura de autoignición	651 °C
	Solubilidad en agua	531 g/l (20 °C) (afecta pH)
	Límites de inflamabilidad	33.6 % - superior 15.4 %(v) - inferior
	Densidad de vapor (aire=1)	0.59 AIRE = 1
Información toxicológica	**Toxicidad aguda**	No clasificado.
	LD50	350 mg/kg (ingestión) (rata)
	LC50	2,000 ppm (inhalación) (rata)
Información ecológica	**Ecología - general**	Evitar su liberación al medio ambiente. No se permite la descarga del producto en aguas subterráneas o al medio ambiente acuático.
	Toxicidad aguda	Pez LC50: 0.44 mg/l (flujo semi-continuo) Invertebrados acuáticos: LC 50 (48 h): 101 mg/l Microorganismos: Dependiendo de las condiciones locales y las concentraciones existentes, son posibles alteraciones en el proceso de biodegradación.
	Toxicidad crónica	Pez LOEC (Pez, 73 Días): 0.022 mg/l Invertebrados acuáticos LC 50 (Daphnia magna, 96 h): 4.07 mg/l (flujo continuo) Plantas acuáticas LC 50 (Algae, algal mat (Algae), 18 Días): 2,700 mg/l

Fuente: Linde (2020).

ATOME PLC

2.4.4
Ácido Nítrico (HNO_3)

El HNO_3 es un líquido café rojizo con un característico olor irritante y sofocante. Es estable y no combustible pero facilita la combustión de otras sustancias, por lo que no debe tener contacto con ácido acético y materiales combustibles. El ácido nítrico puede formar una niebla fotoquímica (smog) de la reacción del óxido nítrico e hidrocarburos. Tras su descomposición se pueden formar productos como el monóxido y dióxido de nitrógeno.

En la **Tabla 2.4.4.a** a continuación, se presentan las características y datos de seguridad del HNO_3.

Tabla 2.4.4.a
Características y datos de seguridad del HNO_3

Ítem		Detalle
Identificador del Producto	**Nº CAS**	7697-37-2
Identificación del peligro/s	**Indicaciones de peligro**	Puede agravar un incendio, comburente. Puede ser corrosivo para los metales. Provoca graves quemaduras en la piel y lesiones oculares. Debe mantenerse lejos de fuentes de calor. No se debe mezclar con materiales combustibles.
Propiedades físicas y químicas	**Masa molecular**	63.02 g/mol
	Punto de fusión	-42 °C
	Punto de ebullición	86 °C
	Solubilidad en agua	100%
	Densidad de vapor (aire=1)	2.2
Información toxicológica	**LD50**	110 mg/kg (humano)
	LC50	N.D.
Información ecológica	**Ecología - general**	Peligroso para la fauna y flora acuática en muy bajas concentraciones. Peligroso para el agua potable contaminándola. Alta movilidad en el suelo.

Fuente: UNAM (2016).

2.4.5
Solución de Nitrato de Amonio (NH_4NO_3)

El NH_4NO_3 es una sal formada por iones nitrato y amonio. Se trata de un compuesto incoloro a ligeramente opaco y altamente soluble en agua. Presente un leve olor amoniacal (acre). Es estable en condiciones normales, pero a temperaturas superiores a 210ºC se empieza a descomponer y emitir óxidos de nitrógeno (NOx) y vapor de agua y puede explotar si el ambiente es cerrado.

Como sustancia oxidante puede incrementar la inflamabilidad y explosividad de otras sustancias. El fertilizante con nitrato de amonio no tiene la propiedad de sufrir una combustión espontánea.

En la **Tabla 2.4.5.a** a continuación, se presentan las características y datos de seguridad del NH_4NO_3.

Tabla 2.4.5.a
Características y datos de seguridad del NH_4NO_3

Ítem		Detalle
Identificador del Producto	**Nº CAS**	6484-52-2
Identificación del peligro/s	**Indicaciones de peligro**	Puede agravar un incendio, oxidante. Causa irritación grave en los ojos.

ATOME PLC

Tabla 2.4.5.a
Características y datos de seguridad del NH_4NO_3

Ítem		Detalle
		Se debe mantener alejado de temperaturas extremadamente altas, fuentes de ignición y materiales incompatibles.
Propiedades físicas y químicas	**Masa molecular**	80.05 g/mol
	Punto de fusión	75.5 °C
	Punto de ebullición	130 °C
	Temperatura de descomposición	Comienza a ≥ 170 °C
	Solubilidad en agua	100%
	Límites de inflamabilidad	No inflamable
Información toxicológica	**Toxicidad aguda**	No clasificada
	Datos de LD50 y LC50 (tasa)	> 5,000 mg/kg de peso/día por ingestión.
Información ecológica	**Ecología - general**	Puede ser tóxico para las formas de vida acuática; los derrames pueden causar la proliferación de algas en aguas estancadas.

Fuente: CF Industries (2016).

ATOME PLC

2.4.6
Nitrato de Amonio y Calcio (CAN)

El CAN es un fertilizante inorgánico granulado de uso agrícola. Es un producto estable, de color blanquecino a gris, e inoloro. Su descomposición térmica puede producir vapores de óxidos de nitrógeno (NOx).

El nitrato de amonio calcáreo no tiene propiedades explosivas. Su estructura molecular no contiene grupos que puedan conducir a la ignición en contacto con el agua y/o a la evolución de un gas inflamable.

En la **Tabla 2.4.6.a** se presentan las características y datos de seguridad del CAN.

Tabla 2.4.6.a
Características y datos de seguridad del CAN

Ítem		Detalle
Identificador del Producto	**Nº CAS**	6484-52-2
Identificación del peligro/s	**Indicaciones de peligro**	No aplica.
Propiedades físicas y químicas	**Densidad (25 ºC)**	Densidad aparente: 1.0 - 1.3 g/cm^3 según su granulometría y empaque
	Punto de fusión	1,600-1,709 °C, según contenido de humedad
	Punto de ebullición	No aplicable
	Temperatura de descomposición	Se descompone a más de 210 °C

Ítem		Detalle
	Solubilidad en agua (20 ºC)	Altamente soluble (1,920 g/l); los carbonatos de calcio y magnesio son apenas solubles. El fertilizante es higroscópico.
	Punto de inflamación	Sin propiedades explosivas.
Información toxicológica	**LD50**	Oral (rata, OECD 425): > 2,000 mg/kg Dérmica (ratas, OCDE 402): > 5,000 mg/kg
	LC50	Inhalación (4hs, rata, OCDE 403): 88 mg/l.
Información ecológica	**Ecología - general**	El producto es muy soluble en agua y de baja toxicidad para algunos organismos acuáticos. Peces (48 hs, Poecilia reticulata): 490 mg/l; (48 hs, Daphnia magna) EC50: 490 mg/l Algas (10 días, Varias especies) EC50: > 1,700 mg/L. Actividad microbiana: 3 hs EC50: >1,000 mg/l, NOEC: 180 mg/l (OECD 209, c/ nitrato de sodio).

Fuente: Cámara de la Industria Argentina de Fertilizantes y Agroquímicos (s.f).

Según el Sistema de Clasificación de Productos Peligrosos de las Naciones Unidas (UN), el CAN es significativamente más seguro que el AN y no es considerada una sustancia peligrosa debido a que principalmente no tiene las características explosivas del AN.

2.5
Descripción General del Proceso de Producción

Las dos principales materias primas para la producción de hidrógeno, amoníaco y CAN verdes son la hidroenergía y el agua. La primera, provendrá de la Sub-Estación de Buey Rodeo, perteneciente a la Administración Nacional de Electricidad (ANDE), que ingresaría a través de una línea de transmisión (LT) de 220 kV y transformada a medio y bajo voltaje en una subestación en la planta para alimentar a los sistemas. Para la provisión de electricidad ATOME cuenta con un contrato de suministro de potencia con la ANDE.

En cuanto al agua, será obtenida del Río Paraguay y tratada para producir agua potable y desmineralizada con el fin de disponer de agua potable para consumo humano, alimentar a los electrolizadores para la producción de hidrógeno (H_2) y otros procesos, generar vapor, y almacenar agua para el combate de incendios. En la **Figura 2.5.a** se presenta el flujograma conceptual del proceso productivo.

El proceso principal para generar H_2 verde es la electrólisis del agua a través de la cual las moléculas son separadas en sus constituyentes; oxígeno e hidrógeno. El H_2 producido se enfría, seca y separa antes de ser comprimido para su almacenamiento en el tanque buffer que alimentará el siguiente proceso. El oxígeno generado en el electrolizador se venteará a la atmósfera.

En la unidad de separación de aire (USA), el aire se filtra, seca, comprime y enfría camino a las columnas de destilación criogénica para separar los constituyentes del aire. El nitrógeno producido en la USA se almacena para el siguiente proceso. Como resultado de este proceso se generan Argón y Oxígeno, los cuales serán asimismo venteados.

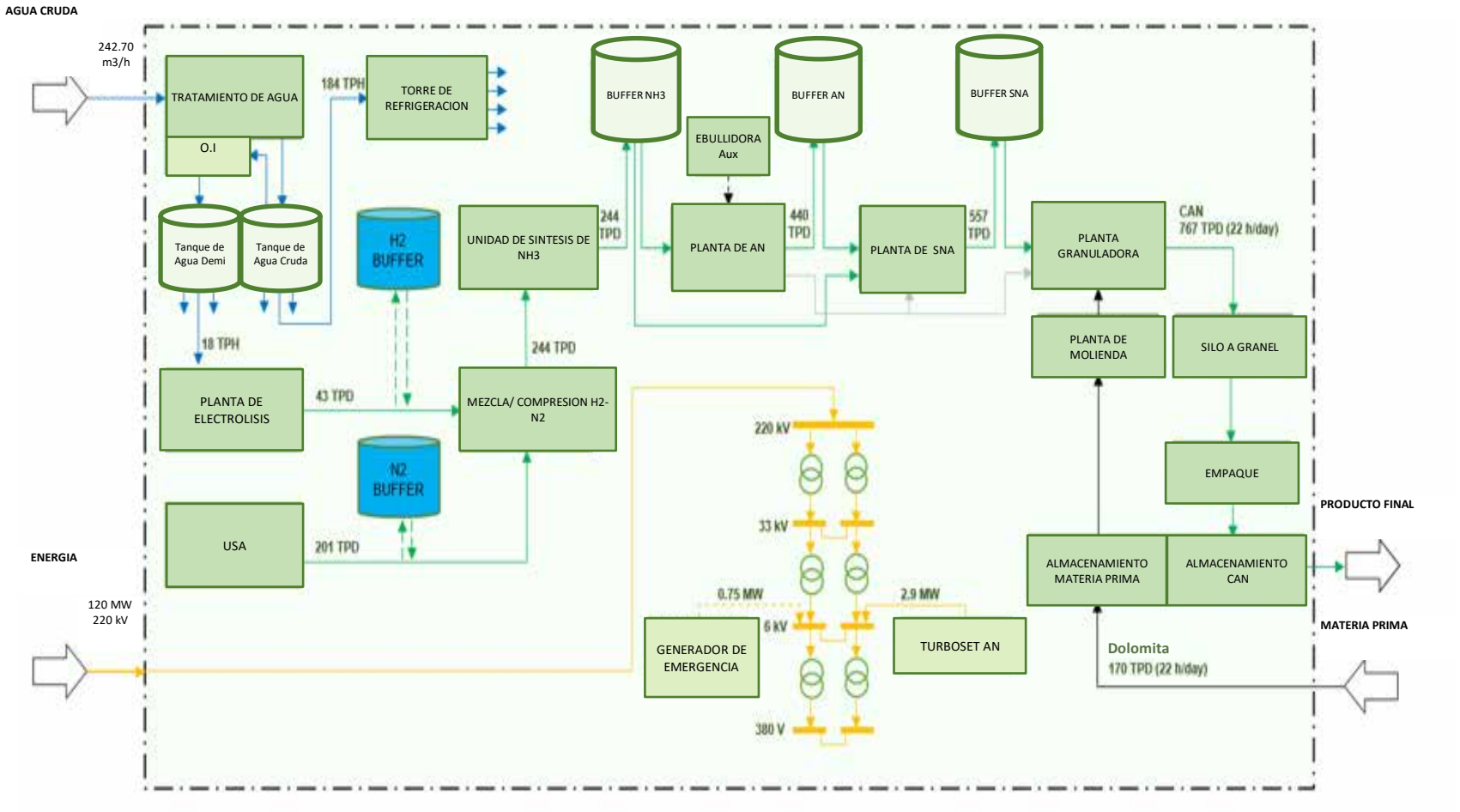
ATOME PLC

El proceso continúa con la mezcla del H_2 producido y N_2 obtenido del aire, se comprime hasta 200 bares y se circula hacia la unidad de síntesis de NH_3. Una vez que el NH_3 es producido a través del proceso Haber-Bosch (HB) en un reactor, éste ingresa a la cadena de producción de fertilizante, incluyendo la planta de ácido nítrico (AN), planta de solución de nitrato de amonio (SNA), y planta granuladora (GRAN). Para la producción de CAN, SNA ingresa a la planta GRAN para su combinación con dolomita molida. El paso final es el envasado y almacenamiento del CAN, con capacidad para almacenar 2 meses de producción de planta a plena carga.

La operación normal de la Planta considera todas las unidades funcionando simultáneamente. Se prevén tanques de almacenamiento buffer que interconecten la unidad de síntesis de NH_3, AN, SNA y GRAN con el fin de proveer suficiente flexibilidad a los bloques de proceso.

ATOME PLC

Figura 2.5.a
Diagrama de proceso conceptual



2.6
Descripción de las Instalaciones Principales y Auxiliares

En las secciones a continuación se describen las *instalaciones principales y auxiliares* del proceso de producción que se muestran y enumeran en la **Figura 2.6.a – Layout General**. Además de dichas instalaciones, la Planta dispondrá de instalaciones de apoyo adicionales tales como:

Instalaciones de almacenamiento, carga y transporte

- Zona de acceso y expedición de productos, la cual comprende:
  - Control de acceso 1, para el acceso a la zona de carga de camiones y a la Planta respectivamente;
  - Zona de espera de camiones;
  - Oficina de aduanas;
  - Báscula de camiones;
  - Aparcamiento interno y recarga de e-cars;
  - Aparcamiento externo;
  - Estación de autobuses;
  - Estación de reserva de H_2;
  - Terminal de carga de CAN envasado;
  - Terminal de exportación de CAN a granel;
  - Salida de emergencia.
- Almacenamiento y empaque:
  - Parque de tanques de almacenamiento buffer de H_2;
  - Tanque de almacenamiento buffer de NH_3;
  - Tanque de almacenamiento buffer de AN;
  - Tanque de almacenamiento buffer de SNA;
  - Almacenamiento de materia prima de la planta granuladora;
  - Empaque de CAN;
  - Almacenamiento de CAN a granel;
  - Almacenamiento a corto plazo de CAN.

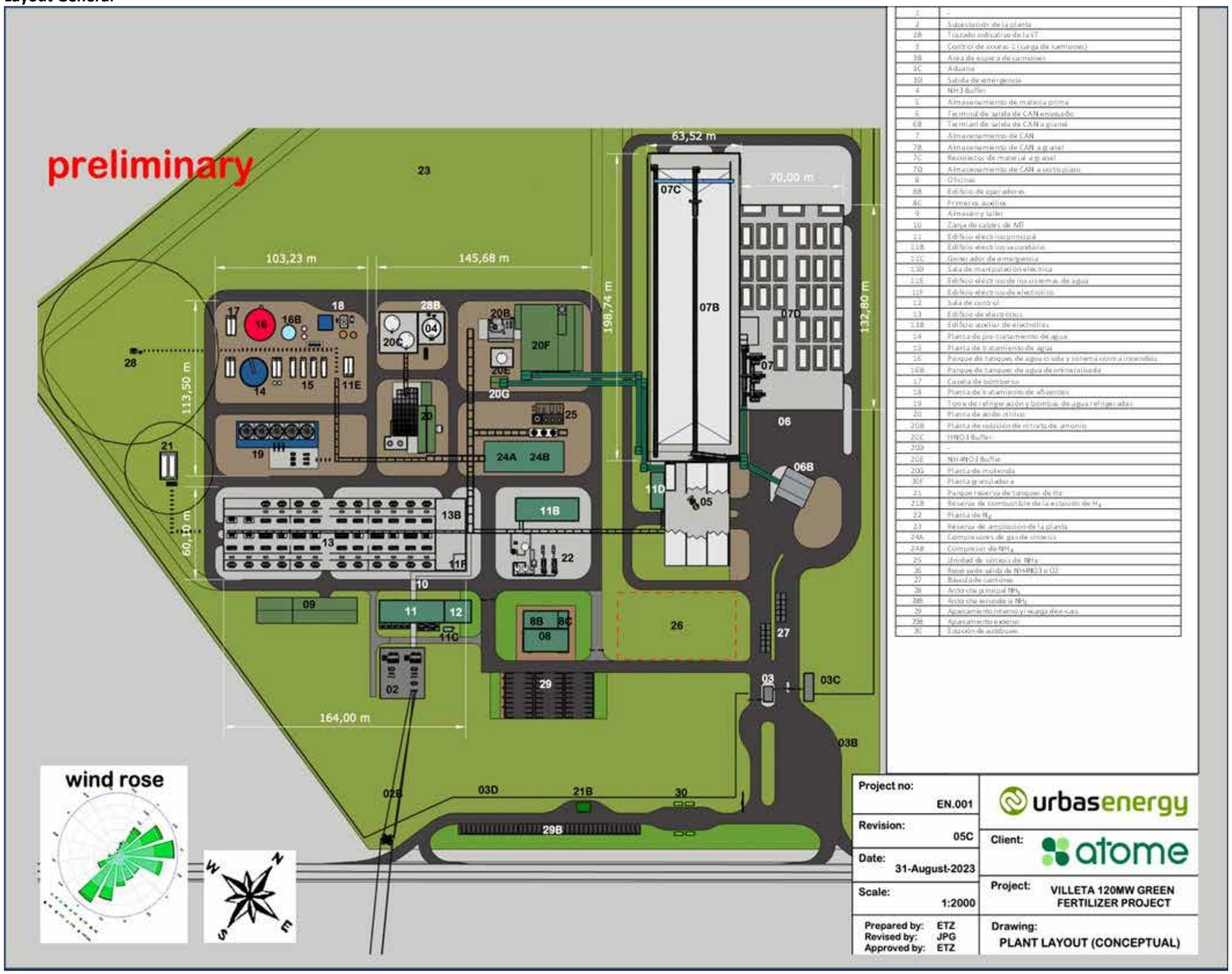
Otras instalaciones

- Área administrativa y de mantenimiento, que consta de:
  - Oficinas;
  - Edificio de operadores;
  - Primeros auxilios;
  - Depósito;
  - Taller.

- Instalaciones de suministro de energía a la Planta, tales como:
  - Subestación eléctrica de la Planta;
  - Línea de transmisión de 220 kV;
  - Zanja de cables de MT;
  - Edificio eléctrico principal y secundario;
  - Sala de control;
  - Generador de emergencia.

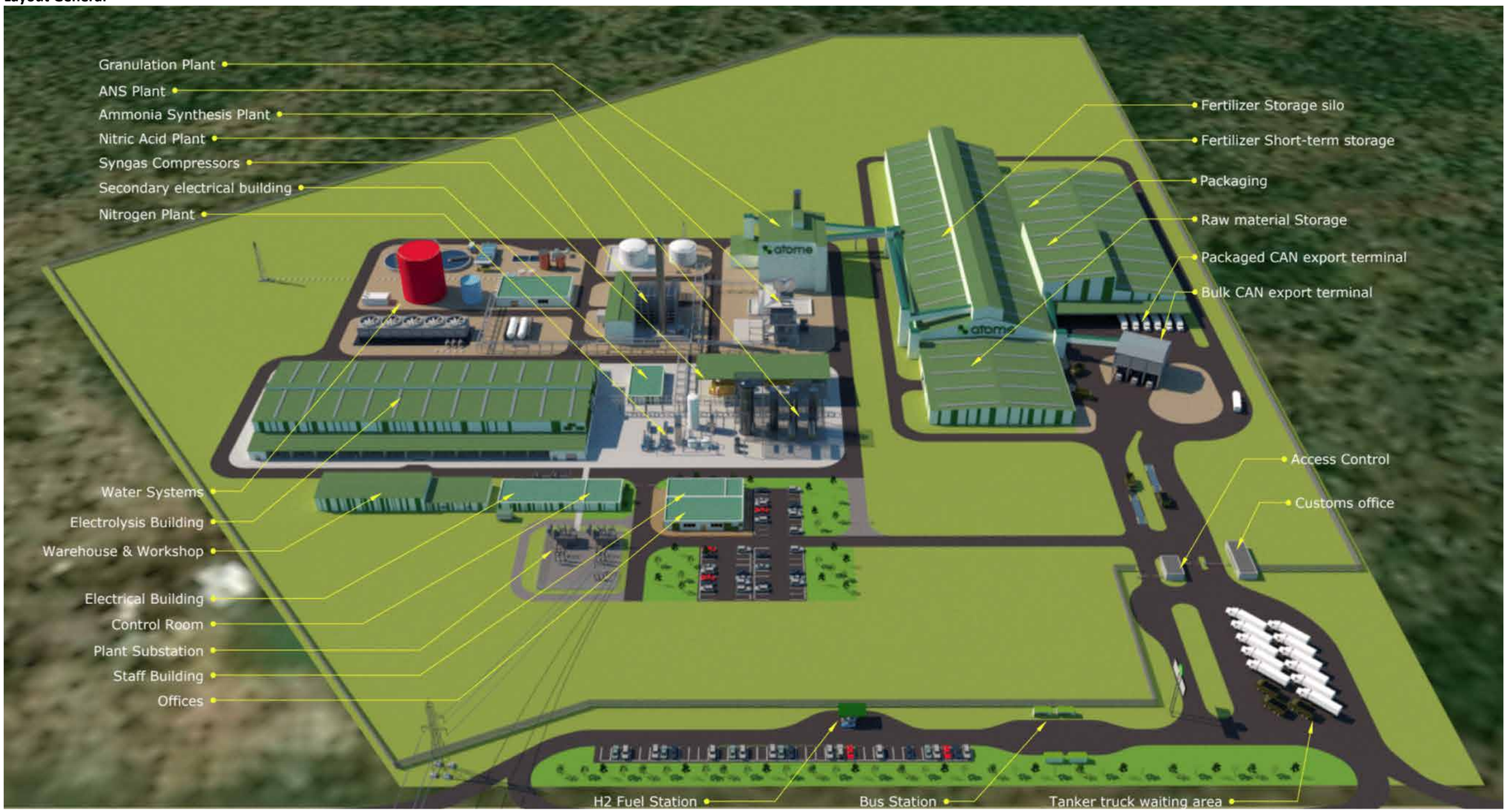
ATOME PLC

Figura 2.6.a
Layout General



1	–
2	Subestación de la planta
2B	Trazado indicativo de la LT
3	Control de acceso 1 (carga de camiones)
3B	Área de espera de camiones
3C	Aduana
3D	Salida de emergencia
4	NH_3 Buffer
5	Almacenamiento de materia prima
6	Terminal de salida de CAN envasado
6B	Terminal de salida de CAN a granel
7	Almacenamiento de CAN
7B	Almacenamiento de CAN a granel
7C	Recolector de material a granel
7D	Almacenamiento de CAN a corto plazo
8	Oficinas
8B	Edificio de operadores
8C	Primeros auxilios
9	Almacén y taller
10	Zanja de cables de MT
11	Edificio eléctrico principal
11B	Edificio eléctrico secundario
11C	Generador de emergencia
11D	Sala de manipulación eléctrica
11E	Edificio eléctrico de los sistemas de agua
11F	Edificio eléctrico de electrolisis
12	Sala de control
13	Edificio de electrolisis
13B	Edificio auxiliar de electrolisis
14	Planta de pre-tratamiento de agua
15	Planta de tratamiento de agua
16	Parque de tanques de agua cruda y sistema contra incendios
16B	Parque de tanques de agua desmineralizada
17	Caseta de bomberos
18	Planta de tratamiento de efluentes
19	Torre de refrigeración y bombas de agua refrigerada
20	Planta de ácido nítrico
20B	Planta de solución de nitrato de amonio
20C	HNO_3 Buffer
20D	–
20E	NH_4NO_3 Buffer
20G	Planta de molienda
20F	Planta granuladora
21	Parque reserva de tanques de H_2
21B	Reserva de combustible de la estación de H_2
22	Planta de N_2
23	Reserva de ampliación de la planta
24A	Compresores de gas de síntesis
24B	Compresor de NH_3
25	Unidad de síntesis de NH_3
26	Reservas salida de NH_4NO_3 o CAN
27	Báscula de camiones
28	Antorcha principal NH_3
28B	Antorcha secundaria NH_3
29	Aparcamiento interno y recarga de vehículos
29B	Aparcamiento externo
30	Estación de autobuses

Figura 2.6.a
Layout General



2.6.1
Instalaciones Principales

2.6.1.1
Planta de Hidrógeno (H_2) Verde

En la Planta de Hidrógeno se lleva a cabo el proceso de electrólisis en las unidades electrolizadoras. Los electrolizadores están compuestos de diferentes componentes que son necesarios para producir H_2 verde y subproductos como el oxígeno a partir de energía eléctrica (corriente alterna y voltaje medio) y agua desmineralizada.

Las características principales de la Planta son:

- Capacidad de producción máxima: 1,982 kg/h, a 15 bar.
- Potencia instalada: 110 MW, valor incluyendo hasta un 10% de capacidad adicional de la capacidad nominal total de la Planta al inicio de su vida útil y capacidad de sobrecarga adicional del 10% para situaciones de emergencia o transitorias.
- Capacidad de almacenamiento (Tanque Buffer): 700 kg, capacidad prevista para acomodar el equivalente a una reducción de carga de emergencia.
- Tipo de almacenamiento: presurizado.
- Instrumentación y control: válvulas de seguridad que se abren o cierran de acuerdo con las señales de control de caudal, presión, temperatura y calidad a la que sale el hidrógeno.

2.6.1.1.1
Tecnología y procesos en la Planta de Hidrógeno

La tecnología seleccionada para la electrólisis es la tecnología alcalina presurizada. La electrólisis alcalina del agua es un proceso de descomposición/disociación del agua en sus moléculas elementales (H_2 y O_2) por la acción de una corriente eléctrica. Para que esto sea posible, el agua desmineralizada entra en contacto con el electrolito hidróxido de potasio (KOH) que favorece a la circulación de electrones a través del fluido. El electrolito no se consume directamente, y se recupera durante el proceso y se reinyecta en un circuito cerrado.

Las reacciones que tienen lugar en la planta de electrólisis son las siguientes:

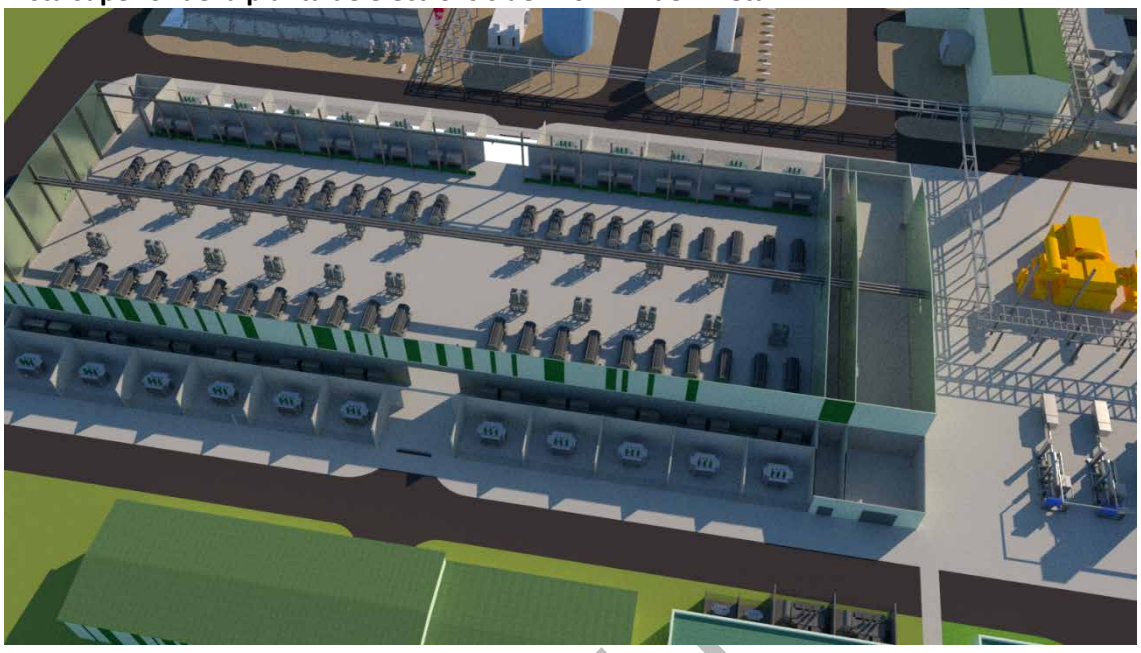
$$Oxidación\ Anódica:\ \ 2H_2O_{(l)} \rightarrow O_{2\,(g)} + 4H^+_{(aq)} + 4e^-$$
$$Reducción\ Catódica: 2H^+_{(aq)} + 2e^- \rightarrow H_{2\,(g)}$$

La reacción se produce en una pila de electrólisis presurizada a 15 bar, reduciendo las dimensiones generales del equipo y evitando requisitos de compresión posteriores, igualando la presión de entrada del compresor de gas de síntesis.

Las corrientes finales de H_2 y O_2 circulan por separado a través de una unidad diferente de separación y purificación para reducir el contenido de impurezas electrolíticas y condensar cualquier rastro de agua, lo que resulta en H_2 con una pureza del 99.9995% (como contenido de H_2), el resto son trazas de O_2 y H_2O.

ATOME PLC

Figura 2.6.1.1.1.a
Vista superior de la planta de electrólisis de 110 MW de Villeta



2.6.1.1.2
Electrolizadores

Los electrolizadores se encuentran conformados por sistemas principales y auxiliares, los cuales se describen brevemente a continuación:

- **Pilas electrolíticas**: la producción de hidrógeno se realiza mediante pilas basadas en la tecnología alcalina. El agua que entra en el equipo se disocia en moléculas de hidrógeno y oxígeno;
- **Sistema de almacenamiento y dosificación del electrolito (electrolizador alcalino)**: el agua desmineralizada es introducida en el circuito electrolítico antes de enviarse a las pilas electrolíticas. La solución de KOH se almacena en un depósito y la solución electrolítica se conduce a las pilas mediante bombas;
- **Bombas de agua de alimentación**: estas bombean el agua desionizada a las pilas electrolíticas;
- **Separadores de hidrógeno y oxígeno:** estos separan el hidrógeno y el oxígeno de las corrientes de salida del electrolizador. Además, el separador de oxígeno se utiliza como depósito de almacenamiento de agua desmineralizada para garantizar la alimentación continua del electrolizador;
- **Sistema de refrigeración del gas**: enfrían las corrientes de oxígeno e hidrógeno una vez que salen de las pilas electrolíticas con la posterior separación y reutilización del agua condensada;
- **Sistema de purificación de hidrógeno**: el hidrógeno se purifica en un reactor de combustión catalítica, comúnmente llamado desoxidante, donde reacciona con las moléculas de oxígeno residuales presentes en la corriente que produce agua. Un sistema de torres de secado elimina los restos de agua formados en la corriente. Estos secadores se regenerarán cuando el absorbente se sature, normalmente cada 4 horas. Por lo tanto, el sistema de

ATOME

depuración consta de dos torres de secado por adsorción para garantizar funcionamiento cuando uno de los secadores se esté regenerando;

- **Sistema de purificación de oxígeno**: acondiciona el flujo de oxígeno para satisfacer los requisitos de calidad del suministrador;
- **Tuberías de interconexión, válvulas, soportes y accesorios**;
- **Instrumentación de proceso, detección y seguridad asociada**;
- **Tuberías de purga, descarga y válvulas de seguridad**: consisten en tuberías de descarga y válvulas de seguridad que conducen todos los venteos generados en el interior de la sala del electrolizador a un lugar seguro en el exterior.

Si bien las características específicas de los electrolizadores serán definidas tras la selección del proveedor, existen parámetros fijos que los mismos cumplirán y se muestran en la siguiente **Tabla 2.6.1.1.2.a**.

Tabla 2.6.1.1.2.a
Especificaciones técnicas del electrolizador

Parámetro	**Valor**
Frecuencia de red	50 Hz, trifásica
Tensión de red	220 kV
Capacidad de los electrolizadores	100 MW (1)
Presión de suministro de H_2	≥20 bar (2)
Nivel de pureza del H_2	≥ 99.99% en peso
Nivel de pureza del O_2	≥ 99.5% en peso
Vida útil de diseño	25 años (3)
Nivel de pureza del H2O	Max 3 ppm vol

(1) sin considerar los auxiliares.
(2) a confirmar por el proveedor.
(3) excluida la sustitución de las pilas electrolíticas.

2.6.1.1.3
Especificaciones Técnicas del H_2 Producido

El H_2 resultante del proceso y que alimentará a la Unidad de Síntesis de Amoníaco, cumplirá con las siguientes características (**Tabla 2.6.1.1.3.a**).

Tabla 2.6.1.1.3.a
Especificación del H_2 para alimentación de la Planta de amoníaco

Parámetro	**Valor**
Pureza del H_2, %	≥ 99.9%
Agua, %	3 ppm vol (max)
Oxígeno, %	3 ppm vol (max)

ATOME PLC

2.6.1.2
Unidad de Separación de Aire (USA)

El segundo paso en la Planta se lleva a cabo en la unidad de separación de aire (USA) para producir el nitrógeno necesario para la síntesis de amoníaco y el nitrógeno utilitario para los procesos de la Planta.

Si bien en la USA se generan subproductos como el Argón y Oxígeno, su captación y almacenamiento para venta o uso no se considera actualmente.

Las características principales de la Planta son:

- Capacidad de producción máxima: 8,363 kg/h, a 15 bar. Esta planta también produce 300 kg/h extra de nitrógeno utilitario para la purga de equipos en la planta.
- Capacidad de almacenamiento (Tanque Buffer): 9,300 kg a 15 bar, capacidad prevista para acomodar el equivalente a una reducción de carga de emergencia.
- Tipo de almacenamiento: presurizado.
- Instrumentación y controles: las corrientes de aire de la planta y la de instrumentación están equipadas con un manómetro, un indicador de temperatura, un caudalímetro y una válvula de retención. La USA podrá arrancarse y pararse desde la sala de control central.

2.6.1.2.1
Tecnología y procesos en la USA

La tecnología seleccionada es de tipo **criogénico**, y el proceso de funcionamiento sigue los siguientes pasos:

1. **Compresión**: El aire de la atmósfera se introduce en la USA y se comprime utilizando una serie de compresores. La compresión aumenta la presión y la temperatura del aire, lo que facilita su separación en sus componentes.
2. **Preenfriamiento**: El aire comprimido pasa a través de una serie de intercambiadores de calor para eliminar el calor generado durante la compresión. Esta etapa de preenfriamiento ayuda a reducir la energía requerida para los procesos posteriores de enfriamiento y licuefacción.
3. **Purificación**: A continuación, el aire pre-enfriado ingresa a un sistema de purificación donde se eliminan impurezas como humedad, dióxido de carbono y contaminantes traza. Este paso es crucial para garantizar la calidad y pureza de los gases del producto final.
4. **Enfriamiento y licuefacción**: El aire purificado se enfría aún más en un sistema de intercambiador de calor conocido como intercambiador de calor principal. Aquí, el aire se enfría utilizando un proceso de intercambio de calor a contracorriente con gases previamente enfriados y licuados del proceso de destilación. A medida que el aire continúa enfriándose, alcanza temperaturas criogénicas, típicamente alrededor de -190 a -200 grados Celsius (-310 a -330 grados Fahrenheit). A estas temperaturas, los componentes del aire comienzan a licuarse.
5. **Columna de destilación**: El aire enfriado y licuado se introduce en una columna de destilación, también conocida como columna de rectificación o columna de fraccionamiento. La columna de destilación es una torre vertical alta que facilita la

ATOME PLC

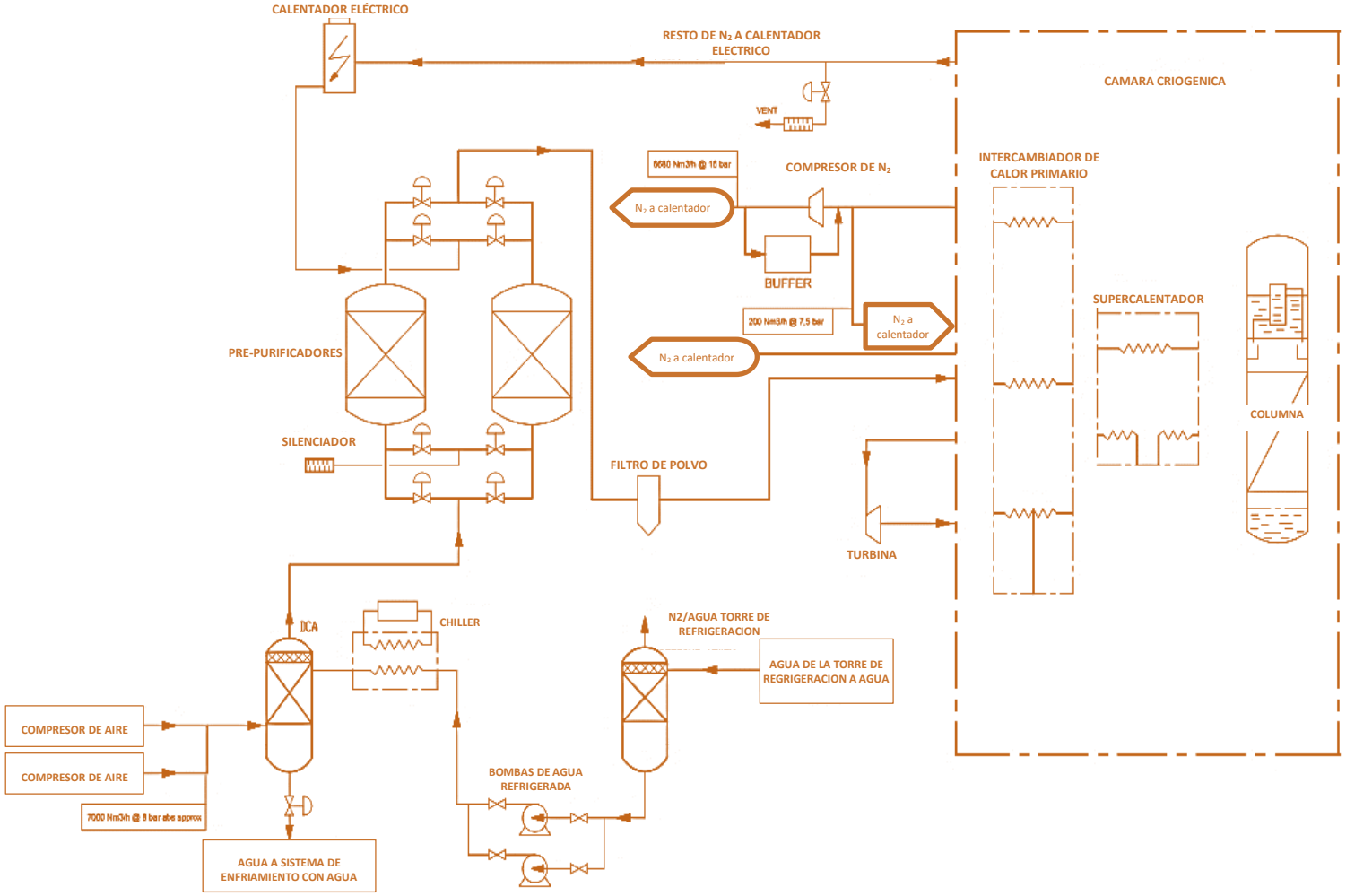
separación del aire licuado en sus componentes principales en función de sus puntos de ebullición. La columna contiene una serie de bandejas o materiales de embalaje que permiten un contacto eficiente entre los vapores ascendentes y los líquidos descendentes.

6. **Fraccionamiento**: Dentro de la columna de destilación, el componente de punto de ebullición inferior, principalmente nitrógeno, se vaporiza en la parte inferior de la columna, mientras que el componente de punto de ebullición más alto, principalmente oxígeno y argón, permanece en forma líquida y se acumula en la parte inferior. Los vapores se elevan a través de la columna, mientras que los líquidos fluyen hacia abajo.
7. **Recolección de productos**: A varias alturas en la columna de destilación, los gases separados se retiran como productos. El nitrógeno, que tiene el punto de ebullición más bajo, generalmente se recolecta de la parte superior de la columna. El oxígeno generalmente se recolecta de la sección media, mientras que el argón, que tiene el punto de ebullición más alto, se recolecta de la parte inferior.
8. **Expansión y recalentamiento**: Los gases recogidos experimentan expansión a través de una válvula de mariposa o turbina de expansión, que reduce aún más su temperatura. Los gases expandidos se recalientan parcialmente pasándolos a través del intercambiador de calor principal, donde intercambian calor con el aire de alimentación entrante y lo pre-enfrían.

El diagrama de proceso en la ASU se muestra en la siguiente **Figura 2.6.1.2.1.a**.

ATOME PLC

Figura 2.6.1.2.1.a
Diagrama de proceso ASU basado en tecnología SIAD



2.6.1.2.2
Componentes Principales de la USA

La USA contará con los siguientes componentes:

- **Sopladores de entrada de aire**, funcionarán por un período ininterrumpido, sin requerir paradas para mantenimiento o inspección;
- **Filtros de entrada de aire**, serán de un tamaño adecuado de malla para eliminar las partículas en función de las condiciones del emplazamiento, la calidad del aire, etc., y para facilitar su mantenimiento rutinario, limpieza y sustitución;
- **Refrigerador de contacto directo**;
- **Secadores de tamices moleculares**;
- **Bombas**;
- **Intercambiadores de calor**;
- **Columnas de destilación**, que podrán ser de tipo empaquetadas o de tipo bandeja o una mezcla de ambos tipos que satisfagan los requisitos de rendimiento del proceso;
- **Compresores / expansores** (en caso de avería del compresor primario, se dispondrá de una redundancia del 2x100%);
- **Receptores de nitrógeno**.

2.6.1.2.3
Almacenamiento de Gas de Producto

Si hay una necesidad de almacenamiento de gas de producto, el oxígeno gaseoso y líquido producido de la columna de destilación se envía a almacenar junto con el O_2 producido en la unidad de producción de H_2.

Se instalarán refrigeradores antes de los tanques de almacenamiento de producto para las corrientes de proceso de oxígeno, argón y N_2 líquido. La refrigeración se proporcionará a partir de un paquete de refrigerante, que puede ser N_2 líquido de la USA, a través de un Intercambiador de calor de placas especificado de conformidad con la norma ISO 15547-2:2005.

2.6.1.2.4
Especificaciones Técnicas del N_2 para la Unidad de Síntesis de NH_3

El N_2 se suministrará a la unidad de síntesis de amoníaco a presión y temperatura señaladas en la **Tabla 2.6.1.2.4.a**. En cuanto a las características del N_2 para alimentación de la Unidad de Síntesis de Amoníaco se adecuarán a las señaladas en la **Tabla 2.6.1.2.4.b**.

Tabla 2.6.1.2.4.a
Condiciones de N_2 para alimentación de la Planta a NH_3

	Unidad	Min.	Normal	Max.
Presión	barg	15.0	15.0	17.0
Temperatura	ºC	35	40	45

ATOME PLC

Tabla 2.6.1.2.4.b
Composición del N_2 para alimentación de la Planta de NH_3

Parámetro	Valor
N_2	99.99%
O_2	5 ppm mol (max)
Ar	30 ppm mol (max)

2.6.1.2.5
Especificaciones Técnicas del N_2 Utilitario

El nitrógeno utilitario se producirá en la USA para la purga de los equipos. Este deberá cumplir con las especificaciones técnicas de la **Tabla 2.6.1.2.5.a**.

Tabla 2.6.1.2.5.a
Condiciones de N_2 Utilitario para la Planta

	Unidad	Min.	Max.
Presión	barg	6	25
Temperatura	°C	Ambiente	Ambiente

2.6.1.2.6
Especificaciones Técnicas de Aire para Instrumentos

La USA producirá aire para todo el complejo de la Planta. El aire para instrumentos requiere cumplir con ciertos criterios de calidad para la provisión a la unidad de síntesis de NH_3 y también para otras unidades de la industria. Las especificaciones técnicas son:

Tabla 2.6.1.2.6.a
Condiciones de Aire para Instrumentos

	Unidad	Min.	Normal	Max.
Presión	barg	5.0	6.5	9.0
Temperatura	°C	-	Ambiente	75

La composición del aire para instrumentos cumple las mismas características que las indicadas en la **Tabla 2.6.1.2.4.b** de la **Sección 2.6.1.2.4.**

2.6.1.2.7
Especificaciones Técnicas de Aire para la Planta

La USA producirá continuamente aire limpio y filtrado para toda la Planta, además de la unidad de síntesis de NH_3, para el funcionamiento correcto y operación segura de todos los instrumentos. Las especificaciones técnicas previstas para el aire para la Planta son:

ATOME PLC

Tabla 2.6.1.2.7.a
Condiciones de Aire para Instrumentos

	Unidad	Min.	Normal	Max.
Presión	barg	5.0	6.5	9.0
Temperatura	°C	*	*	*

*A confirmar por el proveedor de la tecnología.

2.6.1.2.8
Especificaciones de Otros Productos de USA (Oxígeno)

Como fue mencionado anteriormente, se tendrán como productos de la USA otros gases resultantes de la separación del nitrógeno del aire atmosférico captado. Algunos de ellos, como en el caso del oxígeno y argón, poseen valor en el mercado y para su venta deben cumplir con ciertas características.

En un principio, se prevé que ambos sean devueltos a la atmósfera como el resto de los gases que no sean utilizados en la Planta. No obstante, se considera en el futuro la posibilidad de almacenar el oxígeno para fines comerciales o en la Planta misma. Las especificaciones de este producto deberán cumplir con lo siguiente.

Tabla 2.6.1.2.8.a
Especificaciones Técnicas del Oxígeno

Parámetro	Valor
Oxígeno, % en peso	≥ 99.5%
Agua (H_2O), % en peso	≤ 0,05%
Hidrocarburos totales, ppmp%*	≤ 100

* Partes por millón en peso.

2.6.1.3
Unidad de Síntesis de Amoníaco

El tercer paso del proyecto es la unidad de síntesis de amoníaco. Las características principales de la Planta son:

- Capacidad de producción máxima: 10,165 kg/h.
- Capacidad de almacenamiento (Tanque Buffer): 976 toneladas, buffer de salida para 4 días de producción. El buffer es criogénico. La capacidad está definida para permitir que el proceso posterior continúe funcionando durante la interrupción de la unidad de síntesis de NH_3 para trabajos de mantenimiento.
- Tipo de almacenamiento: atmosférico-criogénico.
- Instrumentación y controles: el diseño incluye válvula de control conectado al sistema de antorchas con una señal del transmisor de presión. Asimismo, se contarán con al menos dos líneas de venteo conducidas al sistema de antorchas. La instrumentación del tanque de NH_3 constará de 2 transmisores de nivel utilizados para monitorear el nivel de amoníaco y controlar la válvula de la línea de llenado y las bombas, 1 indicador de nivel local, 1 transmisor de presión y 1 transmisor de temperatura con alarma para medidas altas y bajas en el tanque. Para implementar este control, el nivel del tanque de almacenamiento de NH3 se transmitirá desde la sala de control central al sistema de control de la unidad de

ATOME PLC

síntesis de NH3. Este nivel se calculará continuamente en la sala central teniendo en cuenta transmisores de nivel con sensores de presión relativa.

Las especificaciones técnicas de la Unidad de Síntesis de NH_3 se indican en la siguiente **Tabla 2.6.1.3.a**.

Tabla 2.6.1.3.a
Parámetros técnicos de la Planta de NH_3

Parámetro	**Valor**
Frecuencia de red	50 Hz, trifásica
Tensión de red	220 kV
Capacidad nominal de la Planta de NH_3	243.96 MTD
Relación de reducción	50%
Disponibilidad de diseño	96%
Temperatura de suministro del NH_3	-32ºC
Presión de suministro del NH_3	10 bar
Estado de suministro del NH_3	líquido
Nivel de pureza	≥ 99.5% en peso
Vida útil de diseño	25 años

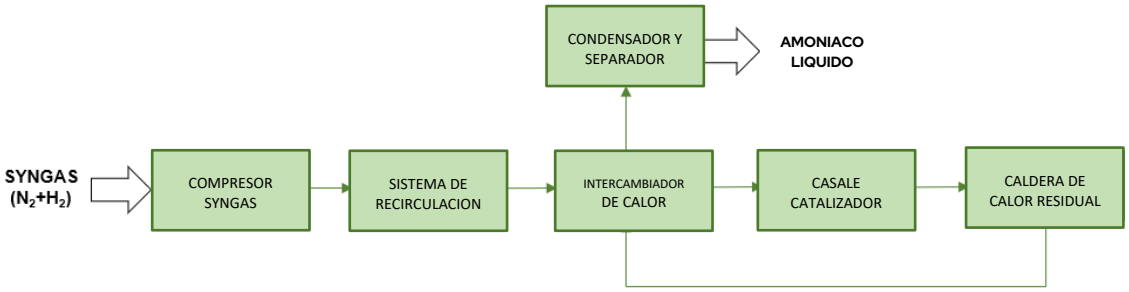
ATOME PLC

2.6.1.3.1
Tecnología y procesos en la Unidad de Síntesis de NH_3

La tecnología para utilizar es la de un reactor de Haber-Bosch con licencia de **Casale**. El proceso Haber-Bosch es un proceso de fijación de nitrógeno bien establecido que se ha utilizado para producir amoníaco a escala industrial desde principios del siglo 20. El proceso es tradicionalmente impulsado por vapor, pero esta planta adoptará una alteración eléctrica del proceso para permitir el arranque en frío de la electricidad de la red.

El hidrógeno y el nitrógeno entran en la unidad de síntesis de amoníaco desde la unidad de electrólisis y la unidad de separación de aire, respectivamente. Las dos corrientes de gas se comprimen a través de compresión multietapa a **200 bar**. La corriente comprimida se mezcla con una corriente de reciclaje del reactor que contiene N_2 y H_2 sin reaccionar. Esta corriente se precalienta en el intercambiador de calor de alimentación utilizando la corriente de salida del reactor Haber-Bosch. Durante el arranque, se puede usar un calentador eléctrico para calentar esta corriente. Esta corriente mixta luego ingresa al reactor Haber-Bosch para la síntesis de amoníaco utilizando el exceso de nitrógeno en una proporción N_2:H_2 de 1:2. La reacción se lleva a cabo **a 200 bar y 400 °C utilizando el catalizador** AmoMax©, un nuevo catalizador a base de wustita para síntesis de amoníaco, desarrollado por Casale.

Figura 2.6.1.3.1.a
Diagrama de bloques de síntesis de NH_3 basado en la tecnología Casale



Una corriente de NH_3 producido y H_2 y N_2 sin reaccionar sale del reactor Haber-Bosch y se enfría en el intercambiador de calor de alimentación del reactor y en el enfriador secundario. La corriente enfriada luego ingresa a un condensador en el que el producto de amoníaco (NH_3) se condensa, separa y se dirige al almacenamiento atmosférico a **-33ºC**. Los H_2 y N_2 gaseosos no reaccionados salen del condensador y se reciclan de nuevo para mezclarse con la corriente de alimentación entrante de H_2 y N_2.

Se proporciona una corriente de purga para quemar para evitar la acumulación de trazas no reactivas dentro del sistema. Se proporciona un paquete de recuperación de vapor en esta corriente de purga para extraer hidrógeno sin reaccionar y amoníaco reciclado como valioso reactivo y producto.

2.6.1.3.2
Componentes Principales de la Unidad de Síntesis de NH_3

El sistema en general se encuentra compuesto por equipos principales que consisten en:

- **Estación de mezcla H_2-N_2,** en donde el flujo es controlado por un regulador para asegurar una mezcla de 3:1 hidrógeno:nitrógeno;
- **Compresores de gas síntesis H_2 - N_2**;
- **Sistema de síntesis de NH_3,** con:
  - Paquete de reactor, el reactor será de tipo flujo radial con catalizador
  - Paquete de circuito de síntesis, contará con un condensador para condensar y separar el NH_3 de la corriente de salida del reactor HB para su almacenamiento. El suministro de refrigerador provendrá de la unidad de refrigeración (a través de un circuito de refrigeración indirecto); sin embargo, se considerarán alternativas (por ejemplo, N_2 líquido de la USA).
  - Lavador de emergencia
  - Tuberías de interconexión
  - Soportes de tuberías
  - Compresor de reciclaje
- **Auxiliares dedicados del circuito de síntesis de NH_3 e interfaces con el balance común de la Planta**;
- **Conexión a la antorcha de NH_3 de la Planta**.

Además de la antorcha principal, la Planta tendrá una antorcha secundaria de NH_3.

ATOME PLC

2.6.1.3.3
Almacenamiento de NH_3

El amoníaco se almacenará en condiciones atmosféricas a temperatura criogénica (normalmente -33 ºC). Los gases de escape se enfriarán mediante un circuito de refrigeración local, se condensarán y se devolverán al depósito.

El almacenamiento de amoníaco será suficiente para un mes de producción. Se estudiarán opciones de almacenamiento a mayor presión.

Cuando sea probable encontrar concentraciones de amoníaco en el aire superiores al 16% en volumen, el equipo eléctrico y el cableado se especificarán para su uso en zonas peligrosas.

Las opciones de almacenamiento se evalúan en la **Sección 3.2.4**. Para el diseño, el almacenamiento refrigerado a presión atmosférica se considera como base. El almacenamiento será suficiente para 30 días como mínimo. El recipiente de almacenamiento de amoníaco será del tipo de doble pared e integridad.

La especificación del amoniaco producto (almacenamiento) tendrá las siguientes características (**Tabla 2.6.1.3.3.a**).

Tabla 2.6.1.3.3.a
Producto amoníaco según especificaciones de almacenamiento

	Opción de almacenamiento		
Parámetro	**Atmosférico**	**Intermedio**	**Presurizado**
Capacidad de almacenamiento de amoníaco	1 mes		
Presión, barg	0 (Atmosférica)	4-5	< 16 (< 45)
Temperatura, ºC	-33 ºC	0	<34 (< 75)
Peso específico a 16 ºC	0.62	0.62	0.62
Amoníaco, % en peso	99.5-99.8	99.5-99.8	99.5-99.8
Agua (H_2O), % en peso	0.2-0.5	0.2-0.5	0.2-0.5
Aceite, ppm	<5	<5	<5

ATOME PLC

2.6.1.3.4
Especificaciones Técnicas del NH_3 Producido

Las especificaciones técnicas del producto NH_3 se indican en la **Tabla 2.6.1.3.4.a**.

Tabla 2.6.1.3.4.a
Especificaciones del Producto NH_3

Parámetro	**Valor**
Temperatura	Alrededor de -33 ºC
Presión	Atm
Estado	Líquido
NH_3	>99.5% wt (min)
H_2O	< 0.5% wt (max)
Aceite	<5 ppm

2.6.1.4
Planta de Ácido Nítrico (AN)

El cuarto paso es la planta de producción de ácido nítrico (AN). Aproximadamente el 51% del amoníaco producido en el proceso anterior se convierte en AN, mientras que el resto alimenta directamente a la planta SNA.

Esta planta considera una caldera auxiliar de biodiesel para la puesta en marcha, la cual generará el vapor necesario para garantizar que la planta alcance la presión y temperatura de trabajo requeridos.

Las características principales de la Planta son:

- Capacidad de producción máxima: 18,333 kg/h.
- Capacidad de almacenamiento (Tanque Buffer): 2,900 toneladas, buffer de salida para 4 días de producción. El buffer contiene AN líquido a una concentración del 62%.
- Tipo de almacenamiento: atmosférico.
- Instrumentación y controles. Se contará con:
    - 2 líneas de venteo manejadas con una válvula de seguridad y conducidas al sistema de antorchas, otra línea de venteo conectada al sistema de antorchas y una línea de venteo desde la chimenea superior con filtro anti-llama.
    - 1 línea de drenaje que dispone de válvulas de compuerta de doble aislamiento.
    - 1 chimenea de venteo en la parte superior del tanque de almacenamiento.

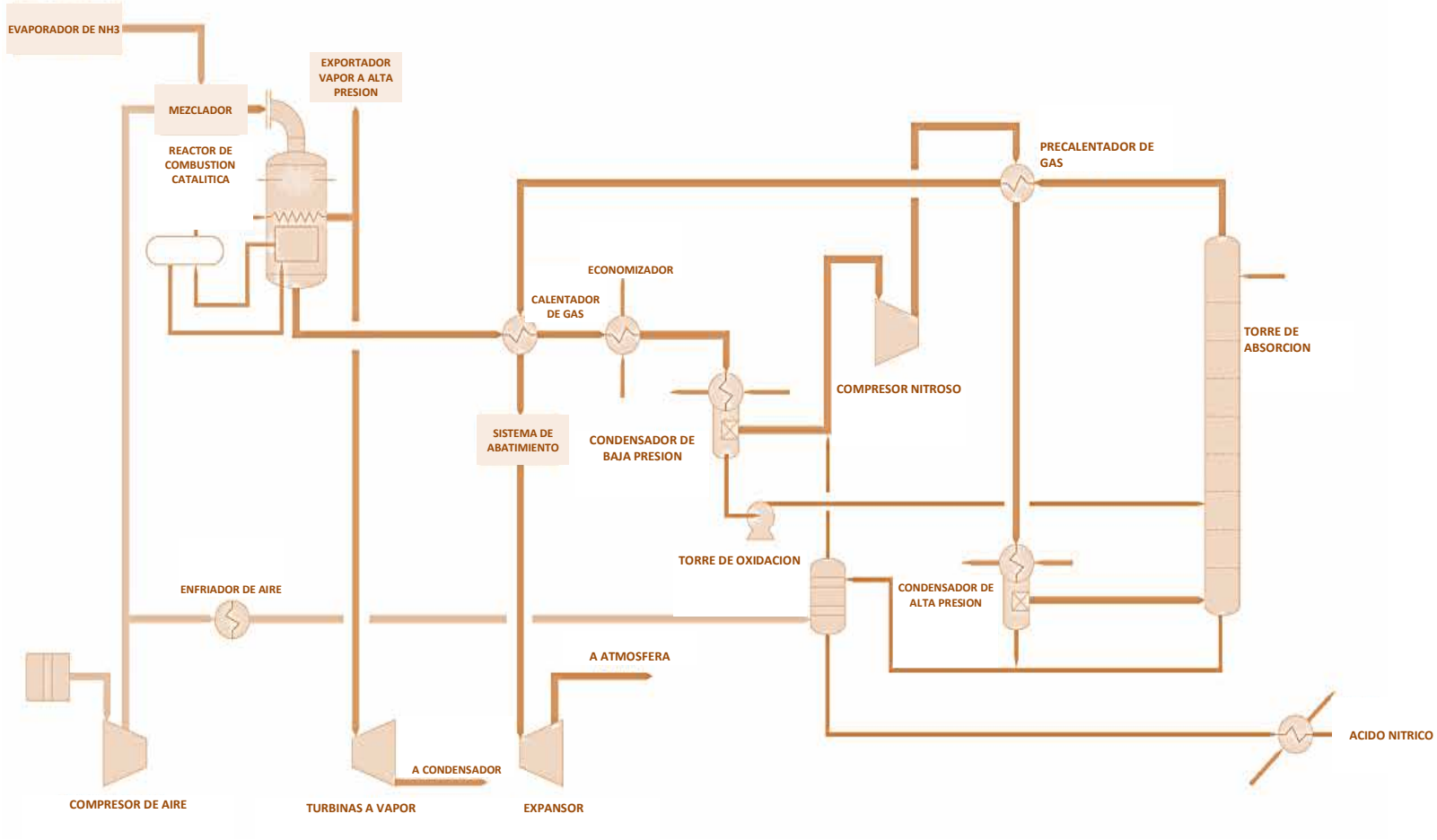
Se prevé que la instrumentación del tanque de almacenamiento conste de transmisores de nivel, utilizados para monitorizar el nivel de ácido nítrico y controlar la válvula de la línea de llenado y las bombas, indicadores locales de nivel, un transmisor de presión y un transmisor de temperatura con alarma para medidas altas y bajas en el tanque. Para implementar este control, el nivel del tanque de almacenamiento se transmitirá desde la sala de control central al sistema de control de la planta de síntesis de AN. Este nivel se calculará continuamente en sala central teniendo en cuenta los transmisores de nivel.

ATOME PLC

2.6.1.4.1
Tecnología y Procesos en la Planta de AN

La tecnología nominada es el proceso de doble presión de ácido nítrico de **Casale** (ver diagrama del proceso en la **Figura 2.6.1.4.1.a**).

Figura 2.6.1.4.1.a
Diagrama del proceso de ácido nítrico basado en la tecnología Casale



Esta planta produce ácido nítrico (HNO_3) a partir de amoníaco (NH_3), en los siguientes pasos:

1. **Oxidación del amoníaco**: En este paso, el gas amoníaco purificado se mezcla con aire y pasa a través de un quemador catalítico. El quemador funciona a altas temperaturas, alrededor de 850-950 ºC. El amoníaco reacciona con el oxígeno (O_2) del aire en presencia de un catalizador con una base de aleación de platino y rodio, para producir gas de monóxido de nitrógeno (NO) y vapor de agua (H_2O).

$$4NH_3 + 5O_2 \rightarrow 4NO + 6H_2O$$

2. **Conversión a dióxido de nitrógeno**: El gas de monóxido de nitrógeno producido en el paso anterior se oxida aún más por el aire en un reactor separado para formar gas de dióxido de nitrógeno (NO_2). Esta reacción es exotérmica y generalmente ocurre en presencia de un catalizador, como el pentóxido de vanadio (V_2O_5).

$$2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$$

3. **Absorción y formación de ácido nítrico**: El gas de dióxido de nitrógeno se disuelve en agua para formar ácido nítrico. El proceso de absorción tiene lugar en una torre de absorción, donde el gas burbujea a través de una torre llena de agua o una solución débil de ácido nítrico. El dióxido de nitrógeno reacciona con el agua para formar ácido nítrico y monóxido de nitrógeno, que se recicla de nuevo a la etapa de oxidación.

$$3NO_2 + H_2O \rightarrow 2HNO_3 + NO$$

4. **Concentración**: El ácido nítrico diluido producido en la torre de absorción es con una concentración de salida del 60%. Estos procesos implican calentar la solución de ácido nítrico para eliminar el agua y aumentar la concentración de ácido nítrico.
5. **Purificación**: El ácido nítrico concentrado se somete a pasos de purificación adicionales para eliminar impurezas como óxidos de nitrógeno, metales y compuestos orgánicos. El paso principal de purificación ocurre en la torre de reducción.
6. **Almacenamiento**: Una vez que el ácido nítrico ha sido producido y purificado, se almacena en un tanque atmosférico apropiado, en estado líquido a una concentración del 60%.

2.6.1.4.2
Componentes Principales de la Planta de AN

La Planta de AN contará con los siguientes componentes:

- **Evaporador de amoníaco I y II:** son intercambiadores de calor utilizados en la Planta de producción de ácido nítrico con la función principal de vaporizar amoniaco líquido utilizando agua de refrigeración.
- **Calentador final de gas de cola:** su función principal es calentar el gas de cola utilizando gas nitroso obtenido del reactor de combustión catalítica. El objetivo del proceso de calentamiento es aumentar la temperatura del gas de cola para expandirlo dentro de los turbosets y generar electricidad.
- **Economizador:** la función del economizador es enfriar el gas nitroso de baja presión y calentar el agua de alimentación de la caldera.
- **Condensador de agua de reacción a baja presión (BP):** tiene la función de enfriar y condensar el agua de reacción generada en el proceso. Al condensar el vapor, el agua de reacción se recupera y se convierte en líquido, que puede reutilizarse en el proceso o tratarse adecuadamente según las necesidades de la planta. Esto ayuda a conservar el agua y a garantizar la eficacia del proceso de producción de AN.

ATOME PLC

- **Condensador de agua de reacción a alta presión (AP):** es un intercambiador de calor utilizado en la planta de AN. Su función es enfriar y condensar el gas nitroso de alta presión utilizando agua de refrigeración.
- **Torre de absorción:** realiza la absorción del gas nitroso en una corriente de ácido nítrico líquido.
- **Torre de blanqueo:** el ácido nítrico bruto, que contiene impurezas como NOx y otros compuestos indeseables, se somete a un proceso de purificación en la torre que permite obtener un producto AN más concentrado y purificado.
- **Enfriador de ácido producto:** enfría el AN producido en el proceso químico antes de su almacenamiento o uso posterior. Utiliza un diseño de intercambiador de calor de placas donde el ácido nítrico caliente y el agua de refrigeración fluyen en canales separados, pero en contacto a través de las placas, transfiriendo temperatura permitiendo enfriar la temperatura del producto.
- **Condensador de vapor:** tiene la función de condensar el vapor de agua generado en los procesos, transformándolo de nuevo en líquido. Esto permite recuperar y reutilizar el calor latente del vapor, ahorrando energía y reduciendo las emisiones de vapor a la atmósfera. Además, ayuda a mantener las condiciones adecuadas de presión y temperatura, garantizando un funcionamiento eficaz y seguro del sistema de producción de ácido nítrico.
- **Tanque de ácido de arranque:** permite el inicio sin problemas de las operaciones de la planta, proporcionando una solución de almacenamiento temporal para la producción inicial de ácido nítrico.
- **Enfriador de aire secundario:** enfría el aire comprimido consumido por la torre de blanqueo para ayudar en el proceso de purificación del ácido nítrico bruto.
- **Reactor de reducción de N_2O y NOx:** reduce las emisiones de estos gases nocivos minimizando la liberación de estos.

2.6.1.5
Planta de Solución de Nitrato de Amonio (SNA)

El quinto paso del proceso productivo es la producción de nitrato de amonio (NH_4NO_3).

En la Planta de SNA, el ácido nítrico reacciona con el amoníaco en un reactor, dando lugar a la formación de nitrato de amonio. El calor generado en esta reacción es utilizado para concentrar el nitrato de amonio, lo que da lugar a la producción de vapor. Este vapor contiene un poco de nitrato de amonio y pasa por un proceso de purificación a través de un lavador de gases (*scrubber*) y luego por el intercambiador depurador.

Luego del proceso de depuración del vapor, dos tipos de condensado son obtenidos: condensados limpios y condensados con impurezas, este último se utiliza en la torre de absorción de la Planta de AN.

Las características principales de la Planta de SNA son:

- Capacidad de producción máxima: 23,125 kg/h.
- Capacidad de almacenamiento (Tanque Buffer): 1,160 toneladas, buffer de salida para 2 días de producción. El buffer contiene SNA líquido a una concentración del 95%.
- Tipo de almacenamiento: atmosférico.
- Instrumentación y controles. Se contará con:

ATOME PLC

- 2 líneas de venteo manejadas con una válvula de seguridad y conectadas al sistema de antorchas, otra línea de venteo conectada al sistema de antorchas y una línea de venteo desde la chimenea superior con filtro anti-llama.
- 1 línea de drenaje que dispone de válvulas de compuerta de doble aislamiento.
- 1 chimenea de venteo en la parte superior del tanque de almacenamiento.

Además de los controles ya mencionados para la Planta de AN que asimismo funcionan para la de SNA, se incluye un sistema de calentamiento por vapor para mantener la temperatura del SNA líquido a 150ºC, que es la temperatura necesaria en la Planta GRAN.

2.6.1.5.1
Tecnología y Procesos en la Planta de SNA

La tecnología nominada es un reactor de tubería con licencia de **Casale** (ver diagrama del proceso en la **Figura 2.6.1.5.1.a**).

Esta planta produce una solución de nitrato de amonio (NH_4NO_3) a partir de ácido nítrico (HNO_3) y amoníaco (NH_3), en los siguientes pasos:

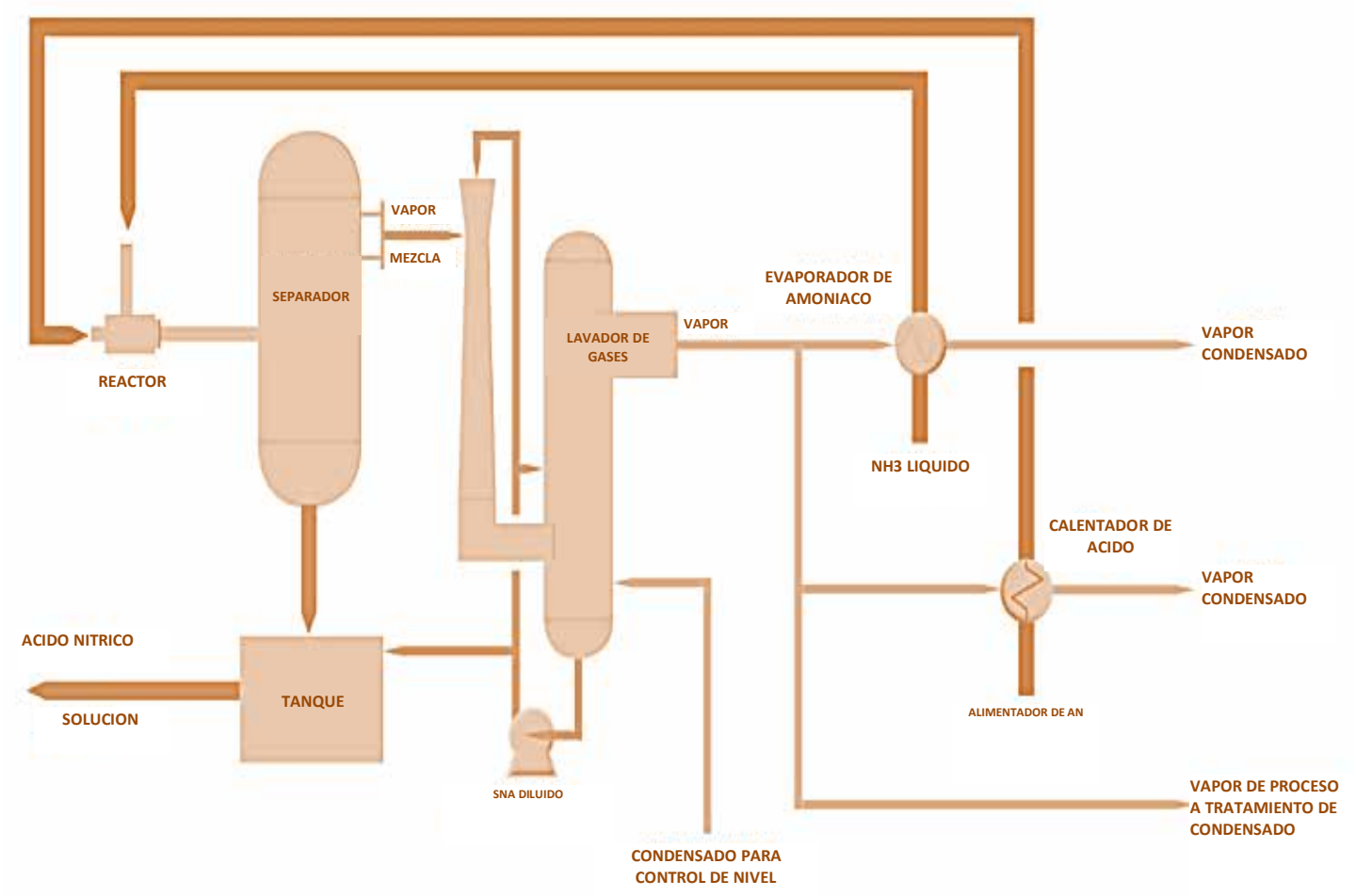
1. **Evaporación de amoníaco**: aprovechando el vapor a baja presión producido en la planta de ácido nítrico
2. **Síntesis AN**: En este paso, el ácido nítrico y el amoníaco se combinan para iniciar una reacción de neutralización. Al ácido nítrico se agrega a una solución de amoníaco en cantidades controladas para lograr el nivel de pH deseado. La reacción resulta en la formación de nitrato de amonio y agua.

   $$HNO_3 + NH_3 \rightarrow NH_4NO_3$$

3. **Separación de gases y lavado de gases (*scrubbing*):** Los gases se separan y se circulan a una sección depuradora, el líquido total obtenido se envía a los tanques atmosféricos de almacenamiento SNA, en estado líquido a una concentración del 95%.

ATOME PLC

Figura 2.6.1.5.1.a
Diagrama de proceso de la solución de nitrato de amonio basado en la tecnología Casale



2.6.1.5.2
Componentes Principales de la Planta SNA

- **Separador:** contiene el reactor tubular en donde se realiza la síntesis. El calor generado por la reacción se utiliza para concentrar el SNA y generar vapor para el proceso. El exceso de presión se libera al separador, que funciona con una ligera sobrepresión de 0.10-0.2 barg. El amoníaco líquido obtenido se vaporiza y sobrecalienta en el evaporador de amoníaco y después se introduce en el reactor tubular. El caudal de ácido nítrico que entra en el reactor tubular se regula mediante un sistema de control de relación basado en el caudal de amoníaco suministrado al reactor.
- **Lavador de gases (*scrubbing*):** limpia el vapor generado por la reacción en el lavador de Venturi al que se suministra una solución de lavado ácida a través de un pulverizador. Luego pasa a la columna ciclónica donde se rocía una cantidad adicional de solución de lavado.
- **Condensador de vapor:** condensa el vapor dentro del tanque de SNA.
- **Intercambiador de calor:** enfría un flujo circulante de SNA para alcanzar la temperatura deseada de la sustancia.
- **Tanque de SNA:** almacena la solución de nitrato de amonio producida.

2.6.1.6
Planta de Granulación (GRAN)

La Planta de granulación (GRAN) es la última fase de la Planta. El objetivo de esta es convertir el ANS en un tipo de abono granulado a base de nitrato: CAN 27%wtN.

La Planta GRAN puede funcionar con un ratio de reducción de entre el 70% y el 100% de la capacidad normal en condiciones de diseño. La planta GRAN está diseñada para funcionar no menos de 7,260 horas al año (equivalentes a 330 días), 22 horas al día.

La Planta GRAN tendrá las siguientes características principales:

- Capacidad de producción máxima: 31,958.33 kg/h.
- Capacidad de almacenamiento: 205 toneladas, equivalentes a 6 horas de producción.
- Tipo de almacenamiento: el almacenamiento tras la planta GRAN para CAN consistirá en paquetes que van desde los sacos normales de 50 kg hasta los "Big Bags" intermedios con capacidades que suelen llegar hasta 1 tonelada. Los grupos de sacos podrán paletizarse para su apilamiento mediante carretilla elevadora u otros medios apropiados.

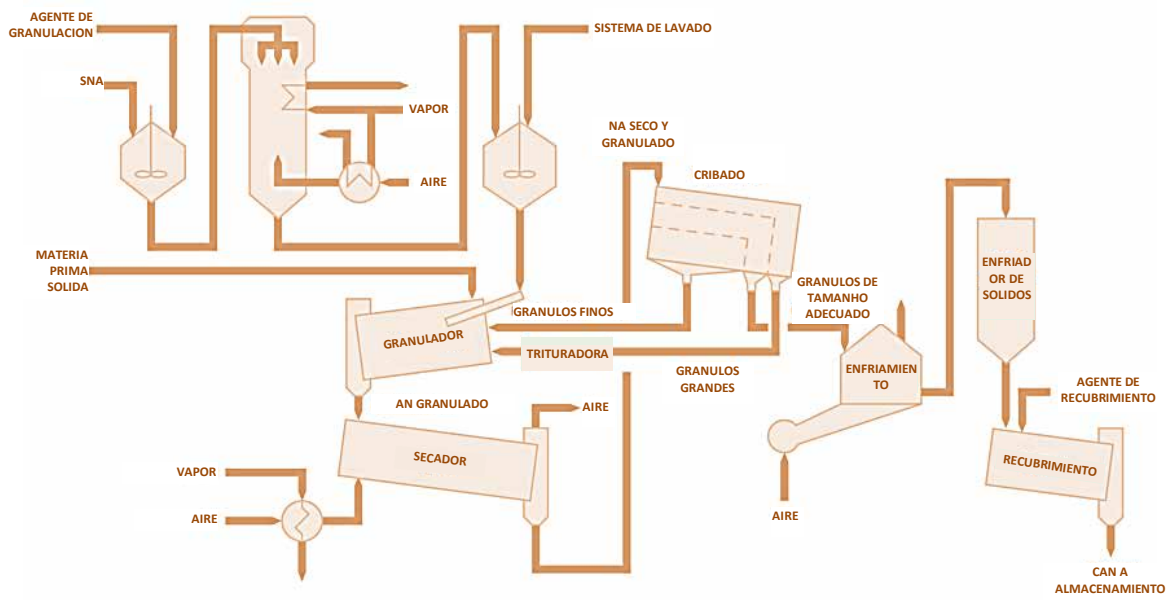
El edificio de granulación estará sellado y equipado con un sistema de recolección de polvo para garantizar que no se liberen partículas contaminantes a la atmósfera o provoquen condiciones de trabajo insalubres.

2.6.1.6.1
Tecnología y Procesos en la Planta de Granulación

La tecnología nominada tiene licencia de **Casale** (ver diagrama del proceso en la **Figura 2.6.1.6.1.a**).

ATOME PLC

Figura 2.6.1.6.1.a
Diagrama del proceso de granulación basado en la tecnología Casale



El CAN se produce mediante una transformación de una mezcla de SNA líquido aguas arriba, condensado de vapor, agente de recubrimiento y materia prima sólida (dolomita triturada), en granulados sólidos. Una vez que la solución de nitrato de amonio alcanza la concentración deseada de componentes, se seca y granula para producir gránulos sólidos de nitrato de amonio. El proceso de secado implica eliminar la humedad restante de la solución concentrada. El proceso de granulación implica dar forma al producto seco en partículas pequeñas y de tamaño uniforme para mejorar las características de manipulación, almacenamiento y aplicación.
Pasos del proceso:

1. **Preparación de la solución de nitrato de amonio**: la preparación de SNA (en % de peso) se controla en un evaporador de película descendente (tecnología patentada de Casale), en tres etapas con:
    a. Disolución del agente de granulación.
    b. No hay contenido sólido en el evaporador de película AN.
    c. Control óptimo del pH final (pérdida de NH_3 minimizada).
2. **Adición de materia prima**: La solución de nitrato de amonio se mezcla con materias primas (principalmente dolomita, que previamente se tritura), agregando también sólidos y reciclados líquidos del proceso de granulación, controlando la relación líquida/sólido. La planta es versátil y es capaz de funcionar con otras materias primas alternativas ricas en calcio.
3. **Granulación:** se realiza en un tambor vacío giratorio con:
    a. Flujo de aire para eliminación de agua y control de temperatura.
    b. Fácil control del balance energético.
    c. Mezcla sólida garantizada por movimientos internos.
4. **Secado**: Una vez formados los gránulos, se secan en un segundo tambor rotativo y utilizando vapor a baja presión generado en la planta de Ácido Nítrico. El secador incluye un sistema de limpieza automático, una trituradora interna de grumos y un diseño

ATOME

patentado de Casale para los elevadores internos para la optimización del intercambio de calor y agua.

5. **Control de tamaño**: El tamaño de los gránulos de nitrato de amonio se controla mediante una etapa de cribado, en la que:
    a. Los granulados finos se devuelven al granulador.
    b. Los granulados de gran tamaño se trituran y se devuelven al granulador.
    c. Los granulados de tamaño se entregan a la siguiente etapa.
6. **Enfriamiento**: Los granulados del fertilizante se enfrían en dos etapas para asegurar una temperatura inferior a 45ºC.
    a. Enfriador de lecho fluidizado.
    b. Columna de enfriamiento sólida.
7. **Recubrimiento**: Se agrega un agente de recubrimiento para mejorar las características mecánicas de los granulados, como la durabilidad, la absorción de humedad o las propiedades de liberación lenta.

2.6.1.6.2
Componentes Principales de la Planta GRAN

- Granulador: diseñado para que la unidad de producción funcione con una calidad de granulación óptima.
- Secador: diseñado para alcanzar la humedad requerida para el producto.
- Enfriador de lecho fluidizado: diseñado para alcanzar la temperatura requerida para el
- Producto.
- Ciclones: diseñados para alcanzar un contenido de polvo en el aire a la salida lo más bajo posible. Considera parámetros como caudal de aire, tamaño de partículas de polvo, cantidad de polvo recuperado (diámetro de salida de polvo).
- Sistema de lavado: diseñado con el fin de alcanzar el contenido de polvo y amoníaco a la salida de la chimenea.

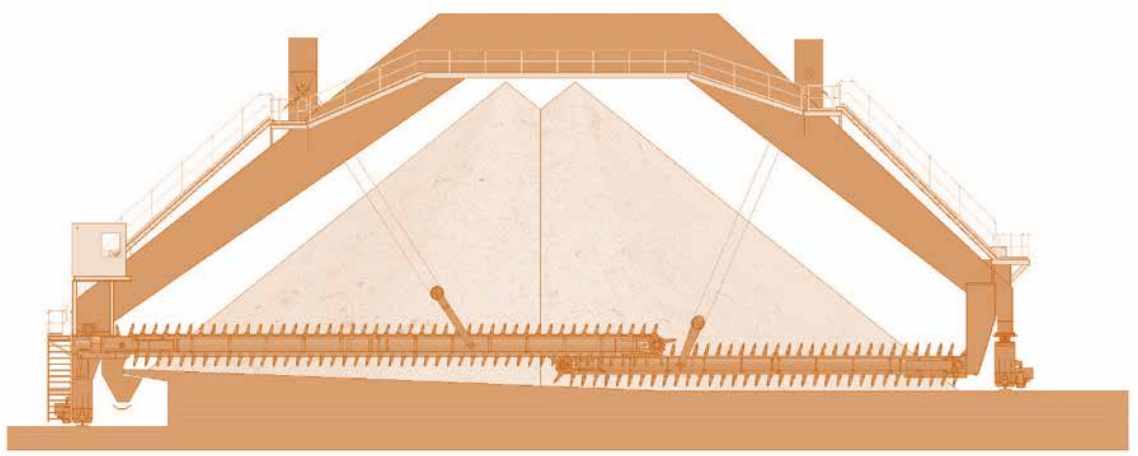
2.6.1.6.3
Almacenamiento de CAN

El CAN es un producto totalmente estabilizado y no explosivo. El sistema de almacenamiento asegurará la calidad superior del producto, mediante el control de la humedad y la temperatura estable del producto.

1. **Almacenamiento a largo plazo**: El producto final se almacena apilado (ver **Figura 2.6.1.6.3.a**) en un silo longitudinal a granel para **una capacidad de producción de 50 días**, equipado con un recuperador de pórtico de material y un sistema de cinta transportadora con posibilidad de bypass. El pilote máximo tiene unas dimensiones de 180 m de longitud, 10.5 m de altura y 50.8 m de ancho, con ángulo de caída de 22º.

ATOME PLC

Figura 2.6.1.6.3.a
Sección típica de la pila de recuperador y material a granel propuesta



2. **Exportación de granulados a granel**: El fertilizante a granel almacenado se exportará a granel o en big bags. Para la exportación a granel, la planta incluye una terminal de exportación con 3 zonas.
3. **Embalaje**: Si se exporta granulado, entonces CAN pasa del silo a granel a una etapa de envasado, con un buffer de alimentación con **capacidad de 6h** y redundancia (líneas 3x50%), capaz de preparar big bags de 500, 1,000 y 1,500 kg en palets, antes de almacenar el producto final envasado.
4. **Almacenamiento a corto plazo, empaquetado**: Se proporciona un almacén con una capacidad de **producción de 10 días**, en big bags apilados y equipado con área de colocación de carretillas elevadoras, espacio para **24 grupos de bolsas de 300 toneladas en 3 niveles**, espacio para preparación de exportación y logística y una oficina de almacén.
5. **Exportación de fertilizantes envasados**: El almacenamiento a corto plazo está provisto de un área logística con capacidad para exportar a 8 camiones simultáneamente en 8 terminales.

La **Figura 2.6.1.6.3.b** muestra el área del proyecto donde se almacenará el CAN producido.

ATOME PL

Figura 2.6.1.6.3.b
Área de almacenamiento del proyecto Villeta



2.6.1.7
Sistema de Antorchas

Existen dos venteos de destino en la planta, a la atmósfera o al sistema de antorcha. Todas las descargas continuas y discontinuas de las chimeneas de proceso y/o válvulas de seguridad que contienen gases peligrosos o inflamables se dirigen al cabezal de la antorcha y se descargan a la atmósfera a través de la punta de la antorcha.

Los venteos de los servicios de hidrógeno, oxígeno, argón, nitrógeno, aire y agua se enviarán a la atmósfera a una altura segura. Por otro lado, los venteos de la síntesis de amoníaco, el almacenamiento de amoníaco y las plantas ANS, NA o GRAN, si es necesario, se enviarán al sistema de antorcha.

Los venteos de seguridad se producirán únicamente en condiciones anormales de funcionamiento y son venteos no controlados. Mientras que los controlados se producirán durante las operaciones de puesta en marcha o mantenimiento, teniendo en cuenta las condiciones de seguridad siguientes:

- Venteo, inertización, purga de secciones de tuberías y equipos que impliquen alivios limitados y controlados localmente.
- Disposiciones de aislamiento de purga, por ejemplo, disposiciones de doble bloqueo y purga que se realizan in situ para comprobar la estanqueidad del sistema de aislamiento.

El sistema de antorcha estará disponible de forma continua para proporcionar una ruta segura para la despresurización del sistema en caso de emergencia (por ejemplo; un fallo eléctrico en todo el sitio) o en condiciones transitorias del proceso.

ATOME

La antorcha y el piloto de antorcha serán adecuados para la combustión de gas amoniaco e hidrógeno. El diseño considera las normas API STD 537, ASME STS-1 (chimenea) y ASME BPVC VIII (diseño de presión).

El sistema funcionará dentro de los límites de su diseño en todas las condiciones de emergencia operativas de la Planta. El equipo estará constituido de:

- Un tambor de descarga para la manipulación y el almacenamiento de los líquidos condensados de los gases de descarga;
- Un tambor de antorcha;
- Un vaporizador;
- Una chimenea de antorcha y;
- Un suministro de gas piloto.

El gas piloto se suministrará normalmente desde el depósito de inercia de hidrógeno; no obstante, incluirá una reserva de propano para la puesta en marcha de la Planta y en caso de interrupción del flujo procedente del depósito de inercia de hidrógeno.

Se suministra una corriente de purga a la antorcha para evitar la acumulación de trazas de no reactivos en el sistema. Se instalará un sistema de recuperación de vapor en esta corriente de purga para extraer el hidrógeno sin reaccionar y el amoniaco reciclado como reactivo y producto valiosos. El sistema cumplirá con los límites establecidos por la legislación ambiental de Paraguay y los patrones internacionales relacionados con la capacidad de quema de humos, opacidad, concentración de contaminantes a nivel del suelo y ruido.

ATOME PLC

2.6.2
Instalaciones auxiliares

2.6.2.1
Sistema de Captación de Agua Cruda

2.6.2.1.1
Necesidades de Agua

Toda el agua consumida por la planta se obtendrá del Río Paraguay, únicamente se considera como alternativa el uso de un pozo tubular profundo para abastecimiento de tanque secundario para combate de incendios, a fines de cumplir con la legislación relacionada, no obstante, esto aún se encuentra en evaluación.

Se estima una captación de agua del río de 242.70 m^3/h, retornando aproximadamente 77.30 m^3/h al río, con valores pico de 84.20 m^3/h, siendo el balance de extracción de 165.4 m^3/h (0.05 m^3/s) o 158.5 m^3/h (0.04 m^3/s), respectivamente (**Figura 2.6.2.1.1.a**).

Si se considera el caudal de 600 m^3/s asociado al nivel de sequía más severa del río, el caudal a ser extraído para la producción representa solo el 0.008% (caudal de 0.05 m^3/s) y 0.007% (caudal de 0.04 m^3/s), respectivamente. En términos de caudal promedio el río Paraguay tiene un flujo de aproximadamente 2,700 m^3/s, siendo así la extracción neta de ATOME 0.002% (caudal de 0.05 m^3/s) y 0.001% (caudal de 0.04 m^3/s) del caudal del rio.

Las principales funciones de la Planta de Tratamiento de Agua Cruda serán producir agua pretratada para la producción de:

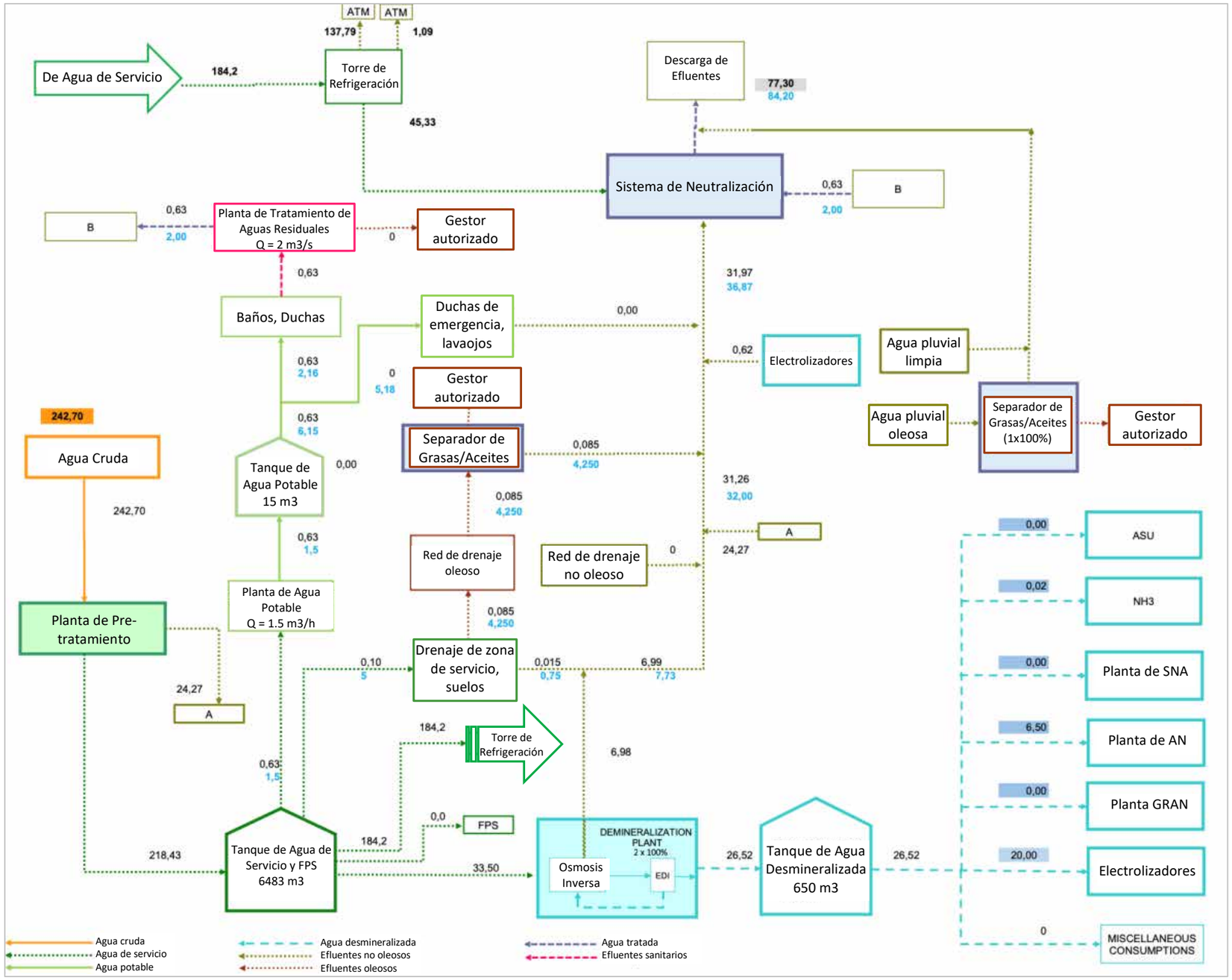
- **Agua potable,** con el fin de proveer agua de calidad potable para los servicios que requieren de agua potable como sanitarios, cocina, etc. Para el consumo humano, se comprará agua potable en bidones.
- **Agua desmineralizada,** con el fin de suministrar agua a los electrolizadores y otros consumidores como la Unidad de Síntesis de NH3, Planta de AN, Planta SNA, Planta GRAN, reposición para otros servicios como dilución química, etc.
- **Agua de servicio.**
- **Agua para combate de incendios.**
- **Agua para reposición de torres de refrigeración.**

Estimativamente, el caudal de agua tratada será:

- Pre-Tratamiento = 218.43 m^3/h.
- Potabilización = 0.63 m^3/h.
- Desmineralización = 26.52 m.

ATOME PLC

Figura 2.6.2.1.1.a
Huella Hídrica de la Planta



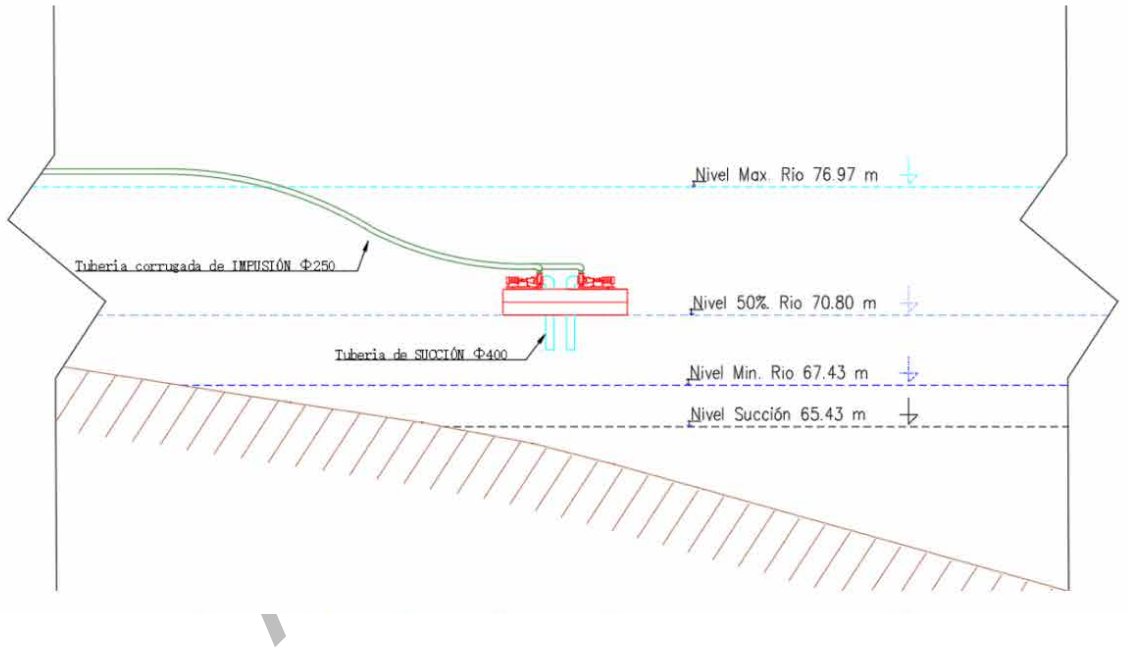
Obs.: Valores pico en azul. Valores esperados en funcionamiento normal en negro.

2.6.2.1.2
Toma y Suministro de Agua Cruda

Como se mencionó, el agua cruda será suministrada desde el Río Paraguay. Adicionalmente, se encuentra en evaluación el uso del pozo tubular profundo existente en el terreno para suministro secundario del sistema de combate de incendios. Dicho pozo se abastece del acuífero Cuaternario. La disponibilidad según los estudios del pozo y la disponibilidad del río Paraguay para suministro de agua al Proyecto se muestran en la **Sección 3.2.7**.

La captación del agua del río se realizará a través de una estación de bombeo flotante. Se estima una bomba de 30 HP (más una reserva), con una tubería de succión de 400 mm. En la **Figura 2.6.2.1.2.a** se muestra un ejemplo de la infraestructura.

Figura 2.6.2.1.2.a
Estación de bombeo flotante con bombas centrífugas horizontales



De manera a cumplir con buenas prácticas internacionales, la velocidad en la aproximación a la sección de ingreso de la estación de bombeo (en donde se encuentran las rejas de protección de peces, sedimentos, grava o residuos) no será superior a 0.15 m/s. Para este caso, si bien la tubería de succión tiene una sección de 400 mm y la velocidad inmediatamente en dicho punto será de 1.47 m/s para el caudal extraído, la velocidad en las inmediaciones de las rejas será mucho menor, considerando que la sección de la tubería de ingreso de agua desde el río será superior.

Por su parte, la tubería de impulsión enterrada que transportará el agua hasta la industria será de 2.3 km de longitud aproximada y 250 mm de diámetro. El punto de captación de agua ubicado en las coordenadas UTM 426,750 m E y 7,156,596 m S 21J, se muestra en la **Figura 2.6.2.1.2.b**.

Figura 2.6.2.1.2.b
Punto de captación de agua



Algunas consideraciones del diseño se encuentran basadas en buenas prácticas internacionales para este tipo de estructuras, estos son:

- Reducción de la velocidad máxima de la toma de agua a 0.15 m/s.
- Reducción del caudal de toma a un caudal suficiente para mantener otros usos del agua (riego, pesca, etc.), así como la biodiversidad considerando los valores más bajos de caudal medio anual del río.
- Tecnologías en el diseño como barreras de redes para prevenir la succión de especies acuáticas o medidas operativas como la reducción de caudal o paradas estacionales, entre otras.

ATOME

Dimensionamiento básico de la toma de agua, bomba y líneas de impulsión:

Eje bomba	
Cota eje bomba	Variable
Succión	
Cota nivel del agua del río mínima	67.43 m
Velocidad mínima admisible	0.5 m/s
Diámetro en la succión adoptado	400 mm
Impulsión	
Longitud de tubería de impulsión total	2,300 m
Cota de llegada de la impulsión a la Planta	77 m
Horas de bombeo	24 hs
Caudal de bombeo	0.07222 m^3/s
Diámetro adoptado en mm	250 mm
Velocidad	1.47 m/s

Dimensionamiento de bomba	
Altura estática	9.7 m
Altura manométrica	25.87 m
Caudal de bombeo	260,000 l/h (0.072 m^3/s)
Potencia adoptada	30 HP

Franja de Servidumbre de Acueducto

Las tuberías de agua y efluentes se instalarán en una misma franja de servidumbre de 5 metros de ancho por 2.3 km de longitud, resultando en una superficie afectada de 1.15 ha, cabe destacar que las dimensiones podrían ajustarse durante la fase de proyecto ejecutivo. Estarán enterradas y discurrirán paralelas desde la Planta hasta el punto de captación de agua y vertido de efluentes en el río Paraguay. Como el efluente será tratado de forma a atender plenamente a la legislación paraguaya y a las exigencias de las Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad de la CFI, adoptando los valores más restrictivos, el trazado de las dos tuberías fue planeado de forma a llegar al mismo punto del río Paraguay, con la captación más próxima de la orilla y el efluente vertido más alejado.

Datos técnicos del Pozo Tubular Profundo en la Planta

- Tipo de pozo: Tipo A
- Diámetro y profundidad de la perforación: 12.1/4": 0.00m – 96 m
- Diámetro y profundidad del entubado: 150 mm: 0.00m – 96 m
- Sello sanitario (cemento, arena, triturada): 0.00 m – 25 m
- Pre-filtro de grava seleccionada: 25 m – 96 m
- Entubado con tubos geo mecánicos PVC DN 1500 mm, longitud de 4 m.

Descripción litológica en el área del pozo:

Profundidad (m)	Litología
0-3	Suelo orgánico, arcilloso, de color oscuro
3-30	Arcilla de color pardo amarillento (sin aporte de agua)
30-42	Arenisca cuarzosa, de grano medio y sub-redondeados, con abundante cuarzo hialino, sin arcilla, color blanquecino a amarillento (aporte de agua)
42-48	Arcilla arenosa, color blanquecino a amarillento
48-58	Arenisca cuarzosa, de grano medio y sub-redondeados, con abundante cuarzo hialino, sin arcilla, color blanquecino a amarillento (aporte de agua)
58-90	Arenisca de grano fino, con castos bien redondeados, color blanquecino a amarillento, con niveles arcillosos
90-96	Granito

2.6.2.2
Planta de Tratamiento de Agua Cruda

Se prevé que la estación de bombeo aguas arriba sólo incluya filtración gruesa y ningún tratamiento adicional del agua. El agua cruda será posteriormente sometida a los procesos de tratamientos descriptos a continuación.

ATOME PLC

- **Pre-tratamiento:** consiste en un tratamiento fisicoquímico seguido de un proceso de ultrafiltración para tratar el agua bruta y obtener una calidad de agua óptima para ser utilizada como agua de servicio, para alimentar la planta de desmineralización y para alimentar la planta de potabilización.
- **Planta de potabilización:** consiste en la filtración por carbón activo para obtener una calidad de agua óptima para su uso como agua potable.
- **Planta de desmineralización:** consiste en un pretratamiento por filtración de cartuchos, dos (2) trenes de desmineralización por ósmosis de reserva (OI) y un posterior pulido final por electrodesionización (EDI) junto con sistemas de limpieza (CIP) para el lavado de las membranas y EDI.

2.6.2.2.1
Sistema de Pre-tratamiento

El agua del río Paraguay será pre-tratada mediante un sistema de Ultrafiltración (UF) con el fin de obtener una calidad de agua estándar para ser utilizada como agua de servicio y para alimentar la Planta de potabilización y la Planta de desmineralización.

El sistema de ultrafiltración prevé el uso de productos químicos, incluyendo coagulante, hidróxido sódico, hipoclorito de sodio y ácido hipocloroso (si es necesario). El sistema contará con tanque de retrolavado.

Para garantizar la reducción de elementos como el aluminio y el hierro y eliminar la mayor parte de los sólidos antes de que lleguen al sistema de UF, se considera un tratamiento fisicoquímico. De este modo, se optimizará el proceso de UF y se reducirá la frecuencia de retrolavado. El sistema prevé el uso de solución coagulante y de polielectrolitos como agentes floculante y deshidratante y se contará con espesador de lodos.

El agua pre-tratada será almacenada en el Tanque de Almacenamiento de Agua de Servicio y Combate de Incendios antes de seguir para los tratamientos siguientes. Dicho tanque tendrá una capacidad de 6483 m^3.

Como se muestra en la Huella Hídrica de la Planta (**Figura 2.6.2.1.1.a** en la **Sección 2.6.2.1.1**) se someterán a pre-tratamiento 242.70 m^3/h, de los cuales 218.43 m^3/h se destinarán a los usos previstos (agua de servicio, combate de incendios, potabilización, y refrigeración) y 24.27 m^3/h serán rechazadas. Estas aguas rechazadas en el pre-tratamiento se destinarán a la Estación de Tratamiento de Aguas Residuales (ETAR).

El sistema de pre-tratamiento dependerá de la calidad del agua bruta. Se considera como dato preliminar una eficacia del pretratamiento del 90%.

El efluente del pre-tratamiento se tratará y concentrará en una planta de tratamiento de lodos.

2.6.2.2.2
Sistema de Almacenamiento de Agua de Servicio y Sistema de Distribución

El tanque de agua de servicio y contraincendios recibirá el agua a la salida del sistema de pre-tratamiento. La finalidad del depósito es almacenar agua suficiente para garantizar siempre el

ATOME PLC

mínimo requerido por el sistema contraincendios, más un excedente de agua para suministrar agua de servicio al resto de consumidores de la planta y mantener la demanda de la Planta de Tratamiento de Agua Cruda. Se considera un tanque de almacenamiento en común (contraincendios y almacenamiento de agua de servicio) para asegurar que el agua esté siempre en movimiento, evitando así el crecimiento de microorganismos biológicos.

El sistema de control garantizará que las bombas de distribución de agua de servicio se detengan antes de consumir toda el agua de proceso y alcanzar el nivel mínimo de agua contra incendios. Se considera físicamente imposible que otros consumidores agoten la reserva de agua contra incendios, dada la ubicación de las conexiones de aspiración de las bombas (las conexiones contra incendios siempre están situadas debajo de las conexiones de agua de servicio).

2.6.2.2.3
Sistema de Tratamiento

En el sistema de tratamiento tendrán lugar dos tipos de tratamiento principales, los cuales serán llevados a cabo en las unidades descritas a continuación.

Unidad de Potabilización

Como se mencionó previamente, en la zona no se dispone de servicio de agua potable, por lo cual, el suministro será a partir del agua de servicio (agua pre-tratada) sometida a un tratamiento de potabilización.

Para el dimensionamiento de la unidad se han considerado 100 personas a servir y un consumo de 150 l/persona/día.

El sistema estará compuesto por:

- Dos (2) filtros 100% de carbón activado, con todos los equipos, instrumentación y control necesarios para su correcto funcionamiento
- Un (1) rack analizador para análisis en continuo de cloro libre residual.
- Un (1) sistema de inyección de hipoclorito sódico, que puede ser compartido con el sistema propuesto para el pretratamiento, añadiendo dos (2) bombas de inyección de capacidad 100% para la Unidad de Potabilización.

Como se muestra en la **Figura 2.6.2.1.1.a** en la **Sección 2.6.2.1.1**, se potabilizarán 0.63 m^3/h, los cuales se almacenarán en un tanque de agua potable.

ATOME PLC

Unidad de Desmineralización

El agua del tanque de almacenamiento de agua de servicio y protección contra incendios, pre-tratada, se bombeará a una Planta de Desmineralización (PD) para obtener agua desmineralizada con la calidad requerida por los electrolizadores y otros procesos de la producción. Se someterá al proceso de desmineralización un caudal de 33.50 m^3/h.

Para obtener agua desmineralizada el tratamiento consistirá en ósmosis inversa (OI) y electrodesionización (EDI). La PD considera en su diseño los siguientes equipos:

- Bombas de agua de ultrafiltración;
- Proceso de ultrafiltración;
- Bombas de alta presión de OI;
- OI;
- EDI.

Antes de seleccionar esta configuración de tratamiento se estudió otra opción, basada en OI y Lechos de Resinas de Intercambio Iónico (CB+MB), según el estudio de alternativas presentado en la **Sección 3.2.6**.

La calidad del agua desmineralizada estará en concordancia con los requisitos de la **Tabla 2.6.2.2.2.a**.

Tabla 2.6.2.2.2.a
Calidad del agua pre-tratada y desmineralizada

Parámetro	Valor
Agua pre-tratada	
Conductividad, □S/cm	100-300
Sólidos Suspendidos Totales, ppm	5
Turbidez, NTU	2
Agua desmineralizada	
Conductividad del agua, µS/cm	< 1
Fluoruro, ppb	< 50
Aluminio, ppb	< 10
Calcio, ppb	< 20
Cloruro, ppb	< 5
Cromo, ppb	< 5
Cobre, ppb	< 3
Hierro, ppb	< 10
Magnesio, ppb	< 5
Manganeso, ppb	< 5
Molibdeno, ppb	< 5
Níquel, ppb	< 5
Potasio, ppb	< 20
Silice, ppb	< 20
TOC, ppb	< 30

ATOME PLC

Los productos químicos utilizados para la purificación del agua (biocidas, inhibidores de incrustaciones, floculantes, coagulantes, desinfectantes) se inyectarán desde la zona de almacenamiento y dosificación de productos químicos.

Se considera 1 l/h de agua desmineralizada necesaria por cada 1 Nm^3/h de H_2 generado.

2.6.2.3
Sistema de Almacenamiento de Agua Desmineralizada

El agua desmineralizada producida se almacenará en el tanque de almacenamiento de agua desmineralizada, desde donde se distribuirá mediante un sistema de bombeo a los diferentes consumidores.

2.6.2.4
Sistema de Refrigeración de Agua

El sistema de refrigeración de agua suministrará agua de refrigeración a la planta de generación de H_2, a la USA, a la planta de producción de NH_3, la Planta de AN, la Planta de SNA y la Planta GRAN, para evacuar el trabajo térmico de los diferentes equipos. El sistema se basará en un sistema de refrigeración por vía húmeda (torre de refrigeración) con dos circuitos diferentes: un circuito abierto y un circuito cerrado. El caudal que se destinará al sistema de refrigeración es de 184.21 m^3/h.

Las especificaciones clave de la torre de refrigeración son:

- **Capacidad de disipación de calor:** diseño de gran capacidad de refrigeración para soportar las importantes cargas de calor producidas por cada proceso.
- **Mecanismo de refrigeración:** la torre utiliza un sistema de refrigeración por evaporación para eliminar el calor de los procesos industriales. El agua circula por el interior de la torre y se distribuye sobre el material de contacto, creando una gran superficie para una transferencia eficaz del calor por evaporación.
- **Sistema de circulación de agua:** la torre está equipada con un robusto sistema de circulación de agua que garantiza un flujo continuo de agua de refrigeración.
- **Sistema de ventiladores:** la torre de refrigeración emplea un potente sistema de ventiladores que aspiran aire del entorno y crean una corriente de aire en el interior de la torre, mejorando la evaporación del agua y enfriando así el agua circulante.
- **Tratamiento y filtración del agua:** para mantener el rendimiento y la eficacia de la torre de refrigeración, se aplica un sistema integral de tratamiento y filtración del agua. Esto garantiza la eliminación de impurezas, como residuos, sedimentos y productos químicos, evitando problemas de obstrucción e incrustación en la torre y los equipos asociados.

La siguiente **Tabla 2.6.2.4.a** proporciona información técnica sobre la torre de refrigeración.

ATOME PLC

Tabla 2.6.2.4.a
Ficha técnica de la torre de refrigeración

Parámetro	**Valor**
Carga térmica total del sistema	112.036 kWt
Temperatura de entrada	40.9 ºC
Temperatura de salida	30.9 ºC
Sistema principal de agua de refrigeración	
Caudal de reposición de la torre	184.2 m^3/h
Purga de la torre	45.33 m^3/h
Número de ciclos de concentración	4
Consumo de energía	300 kW
Bombas de agua de refrigeración principales (3x50%)	
Caudal de agua de refrigeración	4,861 m^3/h
TDH	20 m
Consumo de energía	350 kW
Sistema cerrado de agua de refrigeración	
Bombas de agua de refrigeración cerradas (3x50%)	
Caudal de agua de refrigeración cerrada	4,861 m^3/h
TDH	40 m
Consumo de energía	700 kW
Intercambiadores de calor de placas	
Potencia calorífica	112,036 kWt
Temperatura máxima del agua de refrigeración permitida en la entrada del equipo	34 ºC
Máxima diferencia de temperatura admisible	10 ºC
Enfriadora eléctrica (*chiller*)	
Potencia térmica	3,515 kWt
Temperatura máxima de salida	9 ºC
Diferencia de temperatura admisible	5 ºC
Consumo de energía eléctrica	1,172 kWe
Consumo eléctrico total	2,183 kWe
Consumo eléctrico total	**2,872 kWe**

ATOME PLC

Según los datos de la **Tabla 2.6.2.4.a**, el objetivo es conseguir agua de refrigeración a 37ºC, a la entrada del equipo a refrigerar, con una temperatura seca máxima de 32.9ºC y una humedad relativa del 63.11%.

Circuito Abierto de Refrigeración

Estará compuesto por los siguientes equipos:

- Torre de refrigeración (1 X 100%);
- Bombas principales de agua de refrigeración (3 X 50%);
- Placas intercambiadoras de calor de placas (2 X 100%)
- Sistema dosificador de químicos.

Circuito Cerrado de Refrigeración

Estará compuesto por los siguientes equipos:

- Dos bombas cerradas de agua de refrigeración (2x100%);
- Tanque de expansión;
- Enfriadora eléctrica.

El agua de refrigeración necesaria se suministrará desde aguas abajo del tratamiento del agua de alimentación y se canalizará mediante bombas adecuadamente especificadas y se descargará a través de la Planta de tratamiento del agua de alimentación. Se utilizará anticongelante para garantizar la circulación del fluido, dadas las bajas temperaturas que pueden alcanzarse en el lugar.

2.6.2.5
Sistema de Aire para Instrumentos y Planta

El objetivo principal del sistema de aire comprimido es suministrar continuamente aire comprimido limpio y seco (filtrado) a los distintos consumidores de hidrógeno y NH_3 para permitir el funcionamiento correcto y seguro de la instrumentación, mientras que el aire de servicio se utiliza para tareas de limpieza y mantenimiento.

El aire comprimido se producirá en la planta ASU durante el funcionamiento normal. El sistema de aire de instrumentación será distinto de ASU e incluirá un compresor de aire y un tanque de para la puesta en marcha.

2.6.2.6
Sistema de Nitrógeno Utilitario y Nitrógeno Líquido

El nitrógeno necesario para la purga del equipo será suministrado por la planta de ASU.

Por otro lado, se suministrará nitrógeno líquido en el emplazamiento, tanto en botella como almacenado en tanque. Este se utilizará para proporcionar un servicio de refrigeración criogénica en la caja fría para el proceso de separación del aire.

Se considerará el suministro en botella para la puesta en marcha y la recarga, pero puede ser necesario el almacenamiento en tanques para el nitrógeno líquido producido a partir del proceso ASU que se utilizará como refrigerante en los condensadores.

2.6.2.7
Sistema de Extinción de Incendios

Se dispondrá de un sistema de extinción de incendios que permita la eliminación de incendios en la Planta. Actualmente, el sistema se encuentra en fase de diseño. Se establecerán procedimientos seguros en torno a los sistemas con alta demanda de electricidad (como las unidades electrolizadoras) cuando se utilice agua contraincendios.

ATOME PLC

El agua para combate de incendios provendrá del sistema de pre-tratamiento de agua bruta y será almacenada en un tanque de agua. La finalidad del depósito es almacenar agua suficiente para garantizar siempre el mínimo requerido por el sistema de extinción de incendios y otros usos.

El sistema de agua constará de un depósito de agua contraincendios, bombas eléctricas y bombas a diésel, y un local de almacenamiento de diésel (que puede compartirse con el depósito de diésel para el generador de emergencia). Asimismo, se encuentra en evaluación un tanque secundario de agua alimentado por el pozo tubular profundo existente en el terreno.

Se instalarán tuberías (anillos principales) para permitir la distribución del suministro de agua contraincendios por la Planta.

La Planta contará con una caseta de bomberos.

2.6.2.8
Estación de Tratamiento de Aguas Residuales (ETAR)

<u>Identificación de Flujos de Efluentes</u>

Los efluentes acuosos del proceso se tratarán en una ETAR, donde los principales flujos de aguas residuales a tratar procederán de:

- **Efluentes procedentes del pretratamiento y desmineralización**: efluentes de clarificación (preliminar), retrolavado de filtración y rechazo de ósmosis inversa se recogerán y enviarán a la ETAR.
- **Efluente de red oleosa**: el drenaje oleoso colectará todas las aguas residuales con aceites, incluyendo aquellos que tengan solo trazas de aceites, y los canalizará por gravedad hasta la cámara separadora de aceites para separar el agua del aceite. Se asume que un 85% del agua de servicio va a la red de drenaje oleosa.
  Posteriormente a la cámara separadora de grasas/aceites, el agua sin aceite se circula por gravedad hasta la cámara de efluentes y bombeado a la ETAR para homogenización.
  Las aguas oleosas de la planta potencialmente podrían producirse en: i) lavado de suelos de plantas de tratamiento de agua, ii) bombas contraincendios, iii) lavado de suelos de talleres y depósitos, iv) bombas de agua desmineralizada, agua de servicio, agua de refrigeración, v) áreas externas (aguas pluviales oleosas), vi) área del transformador.
  La composición de las aguas de la red oleosa será principalmente agua de servicio con trazas de aceites, polvo y sólidos suspendidos.
  Las aguas pluviales serán colectadas y circuladas a un separador de aceites adicional. Posteriormente será enviada a la ETAR.
- **Efluentes de red no oleosa**: estos efluentes con una composición exenta de aceites serán enviados a la ETAR.
  Estos desagües procederían de: i) rechazo de la planta de desmineralización y efluentes de lavados químicos, ii) desagües de la zona de almacenamiento de productos químicos, duchas y lavaojos, iii) vaciado del depósito de agua desmineralizada y del depósito de servicio/incendios, iv) purga de la torre de refrigeración, v) drenajes del electrolizador, vi) fosa de bombeo del sumidero de agua tratada del separador de agua y aceite.

ATOME PLC

Estos efluentes serán colectados, enviados y tratados en la ETAR, en donde serán homogenizados y neutralizados antes de ser enviados para la descarga al río.
Los desagües de la zona de descarga de reactivos de dosificación química se controlarán mediante una válvula manual que permanecerá abierta en funcionamiento normal para drenar posibles efluentes de agua de lluvia y se cerrará en caso de operación de descarga de reactivos.
Los tanques de productos químicos contarán con un sistema de contención que confinará cualquier fuga de productos químicos ocasionados por roturas del contenedor. Además, el sistema estará diseñado para contener los productos químicos procedentes de la plataforma, pero éstos no se conducirán a la red no oleosa.

- **Efluentes sanitarios**: generados en los sanitarios y que serán tratados vía planta de tratamiento para efluentes domiciliarios y enviados a la ETAR.
  Estos efluentes provendrán del edificio administrativo, la caseta de control de acceso y el área de depósitos.
  El agua tratada de los sanitarios será enviada a un sistema de tratamiento en donde serán homogenizados y neutralizados previa descarga.
- **Efluentes que serán dispuestos por gestores externos autorizados**: los siguientes efluentes serán manejados por gestores autorizados: i) lodos recogidos en separadores de aceite, ii) lodos recogidos en el sistema de pretratamiento (si es necesario), iii) lodos recogidos en la planta de tratamiento de aguas sanitarias, iv) cualquier vertido de aceite, v) desagües químicos: desagüe del electrolizador, desagüe del tanque de lejía, desagües de la planta de NH_3, desagües de la planta de AN, desagües de las plantas de SNA y GRAN, desagües de los tanques de almacenamiento de productos químicos, desagües de los tanques de almacenamiento de productos químicos.

Todos estos serán confinados en fosas, bidones o contenedores; los aceites serán subsecuentemente retirados por gestores autorizados, mientras que los desagües de químicos serán neutralizados y retirados posteriormente por gestores autorizados.

Aunque el caudal de aguas residuales no es constante porque depende de la operación de la Planta, la siguiente **Tabla 2.6.2.8.a** contiene las principales características esperadas de los distintos efluentes mencionados.

Tabla 2.6.2.8.a
Caudales típicos de efluentes

Flujo	Caudales de efluentes	
	Caudal (m^3/h)	Frecuencia
Efluentes de tratamiento (sujetos a las eficiencias de los pre-tratamientos y de la desmineralización)	31.25	Continuo
Efluentes de tratamiento de aguas sanitarias	0.63	Continuo
Efluentes de separadores de aceite	0.085	Intermitente por bombeo
Efluentes de la red no oleosa	0.635	Intermitente por gravedad
Purga de la torre de refrigeración	45.33	Continuo

ATOME PLC

Adicionalmente, se consideran otros efluentes que no serían tratados en la ETAR sino tratados específicamente, almacenados y gestionados por empresas habilitadas para el efecto, estos son efluentes con restos químicos, efluentes con KOH, efluentes con NH_3, y efluentes de la planta de AN. No se esperan efluentes de las Plantas de SNA y GRAN, considerando que el diseño involucra procesos con cero emisiones de efluentes.

Descripción del Tratamiento

La finalidad de la ETAR es recoger y acondicionar las aguas residuales de la Planta para su posterior vertido al punto de vertido en el río Paraguay. El caudal total de efluente tratado a ser vertido en el río Paraguay es de 77.30 m^3/h.

La ETAR se compondrá de los siguientes subsistemas, cuyos componentes se describen en la **Tabla 2.6.2.8.b** siguiente.

- Subsistema de recogida y ecualización de aguas residuales.
- Subsistema de acondicionamiento, control y descarga de aguas residuales.

Tabla 2.6.2.8.b
Componentes de los Subsistemas de la ETAR

Subsistema de recogida y ecualización de aguas residuales	**Subsistema de acondicionamiento, control y vertido de aguas residuales**
Incluye: i) 1 tanque para recogida de aguas residuales dividido en dos compartimentos (se estima 150 m^3 cada uno) y equipado con un foso de distribución. ii) 2 sopladores de aire comunes a los dos compartimentos (100% con uno en espera). iii) 1 sistema de distribución de aire para cada compartimento.	Comprende todos los equipamientos para la dosificación de los productos químicos para la neutralización, incluyendo ácido sulfúrico e hidróxido de sodio, para controlar las características de las aguas residuales y su vertido al punto de descarga. Este subsistema contará con: i) 2 válvulas automáticas, una a la salida de cada compartimiento de las piletas, ii) 2 válvulas automáticas, en las líneas de recirculación de cada compartimiento de las piletas, iii) 1 válvula automática en la línea de descarga final (descarga de bomba) a la pileta de evaporación, iv) Línea de salida desde el colector de la bomba de recirculación/descarga hasta el colector de entrada de la pileta de evaporación más cercana, v) Equipo dosificador de productos químicos para la neutralización, vi) 1 Tanque de almacenamiento de Ácido Sulfúrico (96-98%) con dos bombas dosificadoras e instrumentación asociada, vii) 1 Tanque de almacenamiento de Soda Cáustica (50%), con dos bombas dosificadoras e instrumentación asociada, viii) Bomba de transferencia de carga de 2 depósitos, uno para cada reactivo.

ATOME PLC

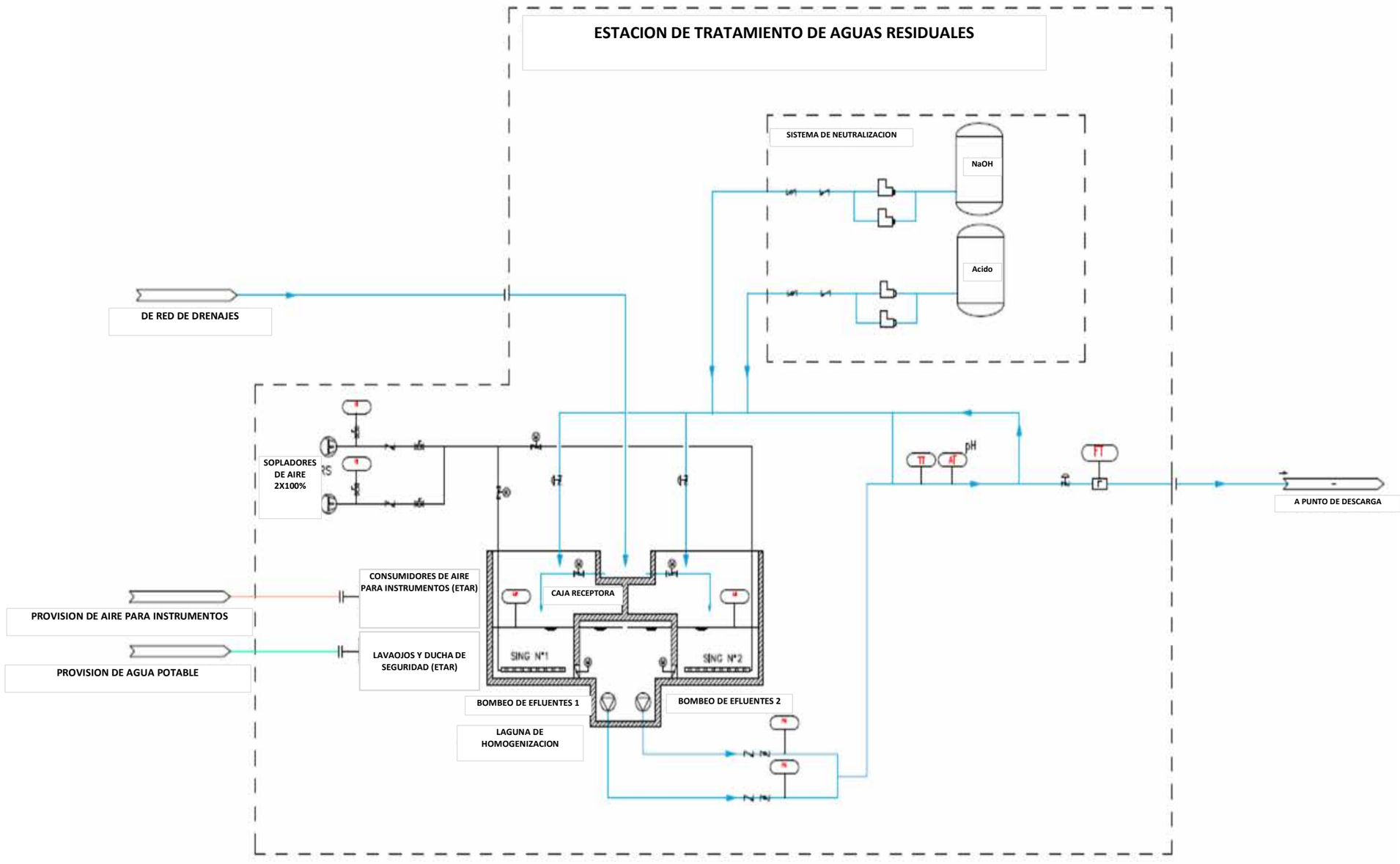
Tabla 2.6.2.8.b
Componentes de los Subsistemas de la ETAR

Subsistema de recogida y ecualización de aguas residuales	Subsistema de acondicionamiento, control y vertido de aguas residuales
	ix) 2 Bombas para la descarga del efluente a la pileta de evaporación o recirculación al compartimiento de colecta de aguas residuales. x) Instrumentos para la medición continua del caudal, temperatura, pH y conductividad.

A continuación, se incluye un diagrama esquemático (**Figura 2.6.2.8.a**).

ATOME PLC

Figura 2.6.2.8.a
Esquema de la Estación de Tratamiento de Aguas Residuales - ETAR



Descarga de Efluentes

Se considera como potencial lugar de descarga de efluentes al punto cerca de la captación de agua, pero algunos metros aguas abajo, como se muestra en la **Figura 2.6.2.8.b**. Como se ha resaltado, esta posición es estimada y puede modificarse durante la fase de diseño ejecutivo.

Figura 2.6.2.8.b
Punto de vertido de efluentes tratados





El caudal de efluentes producidos por la Planta es de 77.3 m^3/h, pudiendo alcanzar un pico de 84.20 m^3/h. Los efluentes de salida procesados en la ETAR cumplirán con los límites de vertido establecidos en la legislación de Paraguay (Resolución Nº 222/02) y en las Guías de Medio Ambiente, Salud y Seguridad (MASS) y las Guías MASS para la Producción de Fertilizantes Nitrogenados de la CFI. Asimismo, se consideran como requerimientos para el diseño de la ETAR el cumplimiento de los límites de emisiones sonoras establecidos en la Ley Nº 1100/97 paraguaya y los establecidos para zonas residenciales en las Guías mencionadas de la CFI.

2.6.3
Otras Instalaciones

2.6.3.1
Subestación de la Planta

Como se mencionó en otras secciones, la energía a utilizar por la Planta provendrá de la Subestación (SE) SE Buey Rodeo, de la ANDE, que se interconectará a la SE interna de la Planta mediante una LT de 220 kV.

Para ello, se construirá una nueva Subestación Aislada en Aire (*AIS en inglés*) en la Planta de ATOME. La configuración del sistema eléctrico en la nueva SAA de 220 kV será la siguiente:

- Doble esquema de barras de 220 kV con disyuntor de enlace.
- Cuatro (4) bahías:
  - Bahía 1: Línea de entrada desde la Subestación Buey Rodeo (OSBL);
  - Bahía 2: Alimentador de salida al transformador principal BAT10;
  - Bahía 3: salida del alimentador hacia el transformador principal BAT20;
  - Bahía 4: Interruptor de circuito de enlace.

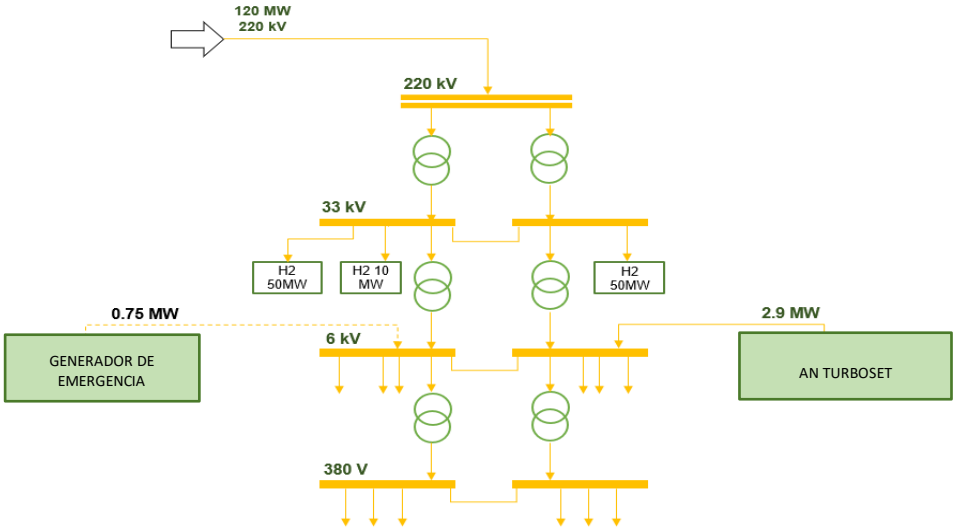
Cada bahía puede conectarse a cualquiera de las dos barras de 220 kV. Esta configuración proporciona una alta fiabilidad operativa, ya que permite transferir las salidas de la línea entrante o del alimentador de una barra a la otra sin interrupción de tensión si se cierra el disyuntor de enlace. Además, el esquema de doble barra permite trabajar en condiciones normales con cada transformador principal conectado a una barra diferente para garantizar que un fallo eléctrico en un lado no afecte a la otra parte del sistema eléctrico.

Como se observa en la **Figura 2.6.3.1.a**, el turboset se encuentra conectado a la SE, generando 2.9 MW. El turboset es capaz de producir electricidad para el proceso AN-SNA-GRAN, así como energía adicional a 6 kV que se puede utilizar en la planta de amoníaco para reducir la demanda de energía de la red de los compresores de gas de síntesis. Esta energía es producida a partir de la generación de vapor resultante de la recuperación de calor en la Planta de AN.

La planta incluye la redundancia completa de los transformadores HV/MT, transformadores MT/MT y transformadores MT/BT, e incluye un generador de emergencia para asegurar el suministro de energía a **6 kV a** sistemas críticos durante una parada completa de la planta o un apagón de la red.

ATOME PLC

Figura 2.6.3.1.a
Diagrama de una sola línea simplificado del proyecto Villeta



2.6.3.1.1
Componentes Principales de la SE

Todos los equipos cumplirán las especificaciones técnicas de la ANDE para subestaciones de alta tensión (AT). Los principales componentes son:

- Equipos de AT que se instalarán a la intemperie en la AIS tales como interruptores automáticos tripolares, seccionadores tripolares con cable a tierra.
- Estructuras metálicas de obra de 220 kV para soporte de líneas aéreas, incluyendo estructuras metálicas de entrada y salida, para soporte de barras y equipos, etc.
- Sistemas de puesta a tierra y protección contra rayos.
- Edificio de la SE que albergará los conjuntos de tableros eléctricos que proveen la energía a los equipamientos y control, los gabinetes de mediciones y protección de acuerdo con la normativa de la ANDE, el gabinete local (incluye cableados externos de alimentación y control) y el gabinete de comunicación y equipos necesarios para recibir señales requeridas por ANDE desde la central para su monitoreo.
- Otros componentes: cables y bandejas de cables, instalaciones de alumbrado exterior (normal y de emergencia), piezas de repuesto necesarias.

2.6.3.1.2
Parámetros Básicos de Diseño de la SE

Si bien no se cuenta con diseño final de la SE, se tienen definidos parámetros básicos con los cuales se deberán cumplir (**Tabla 2.6.3.1.2.a**).

ATOME P

Tabla 2.6.3.1.2.a
Datos de la SE de la Planta

Datos de la Subestación	Características
Configuración	Doble barra con acoplador de amarre
Tipo	Aislado en aire (AIS)
Puesta a tierra de 220 kV	Sólidamente conectado a tierra
Tensión nominal de funcionamiento	220 kV
Tensión máxima nominal	245 kV
Frecuencia	50 Hz
Aislamiento (Frecuencia de alimentación – 1min/rayo)	460 kV_{rms}/1050 kV_{pico}
Corriente de cortocircuito	40 kA, 1 s / 100 kA_{pico}
Corriente nominal	1000 A
Área	0.105 ha (1,050 m^2)
Tipo de aceite para los equipos	Nafténico
Estructuras de los pórticos	Estructura metálica
Red de tierra	Cable de cobre
Cimientos	222 m^3
Pavimento del área de la SE	Piedra triturada
Tanque de contención	Mampostería revestida
Caja separadora de aceite	Mampostería revestida

La SE de la Planta será instalada cerca de la garita de control de acceso 2, pero dispondrá de una entrada independiente para el acceso directo y sin restricciones del equipo de operación y mantenimiento de la ANDE, sin necesidad de seguir el protocolo de control de entrada a la Planta, lo que permitirá una mayor agilidad, especialmente en situaciones de emergencia.

Como se observa en el layout de la Planta, junto a la SE hay una sala de control general a ser utilizada tanto el propio equipo de ATOME como el equipo de operación de la ANDE. Los equipos de ANDE y ATOME permanecerán en contacto permanente. El mantenimiento de la SE de la Planta será realizada por empresas tercerizadas especializadas en el área y contratadas por ATOME, como podrá ser el caso de la ANDE.

En el **Anexo 1** de este EIAS se presenta la Planta de Disposición General de la SE, además de los diagramas unifilares.

ATOME PLC

2.6.3.2
Línea de Transmisión de Alta Tensión

Para abastecer de energía eléctrica a la planta de ATOME, se construirá una Línea de Transmisión (LT) aérea con una extensión total aproximada de 550 m, en tensión de 220 kV, que conectará la Subestación (SE) Buey Rodeo de la ANDE, ubicada al borde de la Ruta Nacional PY19, que une los distritos de Villeta y Alberdi, con la SE interna de la Planta.

Franja de Servidumbre

La franja de servidumbre de la LT está normada y establecida en el Código Nacional de Electricidad – CNE (Suministro 2011), en la Regla 219.B Requerimientos de la Faja de Servidumbre, aprobado por la R.M. Nº 214-2011-MEM/DM.

Las franjas de servidumbre en líneas aéreas se establecen con el propósito de brindar facilidades para la instalación, operación y mantenimiento de las instalaciones eléctricas de las empresas concesionarias, así como también para salvaguardar la seguridad pública, es decir, la integridad física de las personas y bienes, frente a situaciones de riesgo eléctrico-mecánico.

Según el Suministro 2011, el Ministerio de Energía y Minas impondrá servidumbres respecto de bienes de dominio privado, bien sea de propiedad particular o estatal. Los concesionarios están obligados a velar por el cumplimiento de las distancias de seguridad indicadas en la Sección 23 del CNE.

Los anchos mínimos de la franja de servidumbre establecidos por el Art. 1º de la Ley Nº 6681/2020 (que altera el Art. 1º de la Ley 976/1982) son indicados en la **Tabla 2.6.3.2.a**.

Tabla 2.6.3.2.a
Anchos mínimos de la franja de servidumbre

Tensión nominal de la línea (kV)	Distancias en metros medidas perpendiculares
23	3”
66	9
220	25
500	35

Fuente: Ley Nº 6681/2020 (Art. 1º).

Conforme a la tabla anterior la zona de seguridad o franja de servidumbre es de 50 m de ancho para las LT de 220 kV. Así, considerando la extensión prevista para la LT (550 m), la superficie resultante de la servidumbre constituye 2.75 ha o 27,500 m^2. Sin embargo, la franja de servicio que se establecerá en la parte central de la servidumbre, donde será necesario desbrozar la vegetación y el cultivo de arroz para poder tender los cables, sólo tendrá 6 metros de ancho, lo que supone una superficie de sólo 0.33 ha o 3,300 m^2.

Los valores máximos de campos eléctricos y magnéticos, ruido audible y radio interferencia en el límite de la franja de servidumbre de 50 m para cumplir con la norma IEC-60826 (*Overhead transmission lines - Design criteria*) y con la normativa nacional e internacional son los indicados en la **Tabla 2.6.3.2.b**.

Tabla 2.6.3.2.b
Valores de campos eléctrico y magnético y ruido audible

Efectos Eléctricos	Máximo en el Límite de la Franja	Valores de la norma
Intensidad de Campo Eléctrico	5 kV/m	4,2 kV/m (poblacional)
Densidad de Flujo Magnético	100 µT	83,3 µT (poblacional)
Ruido Audible	45 dB(A) nocturno	Ley Nº 1100/1997:
Radio Interferencia	32 dB	55 dB

Características Técnicas de la LT

Para la construcción de la LT se estima inicialmente que se utilizarán 4 torres reticuladas de acero galvanizado autoportantes. Las **Figuras 2.6.3.2.a** y **2.6.3.2.b** a continuación muestran los planos de los dos tipos de torres A1 y D1 a ser utilizadas.

ATOME PLC

Figura 2.6.3.2.a
Silueta de la torre reticulada tipo A

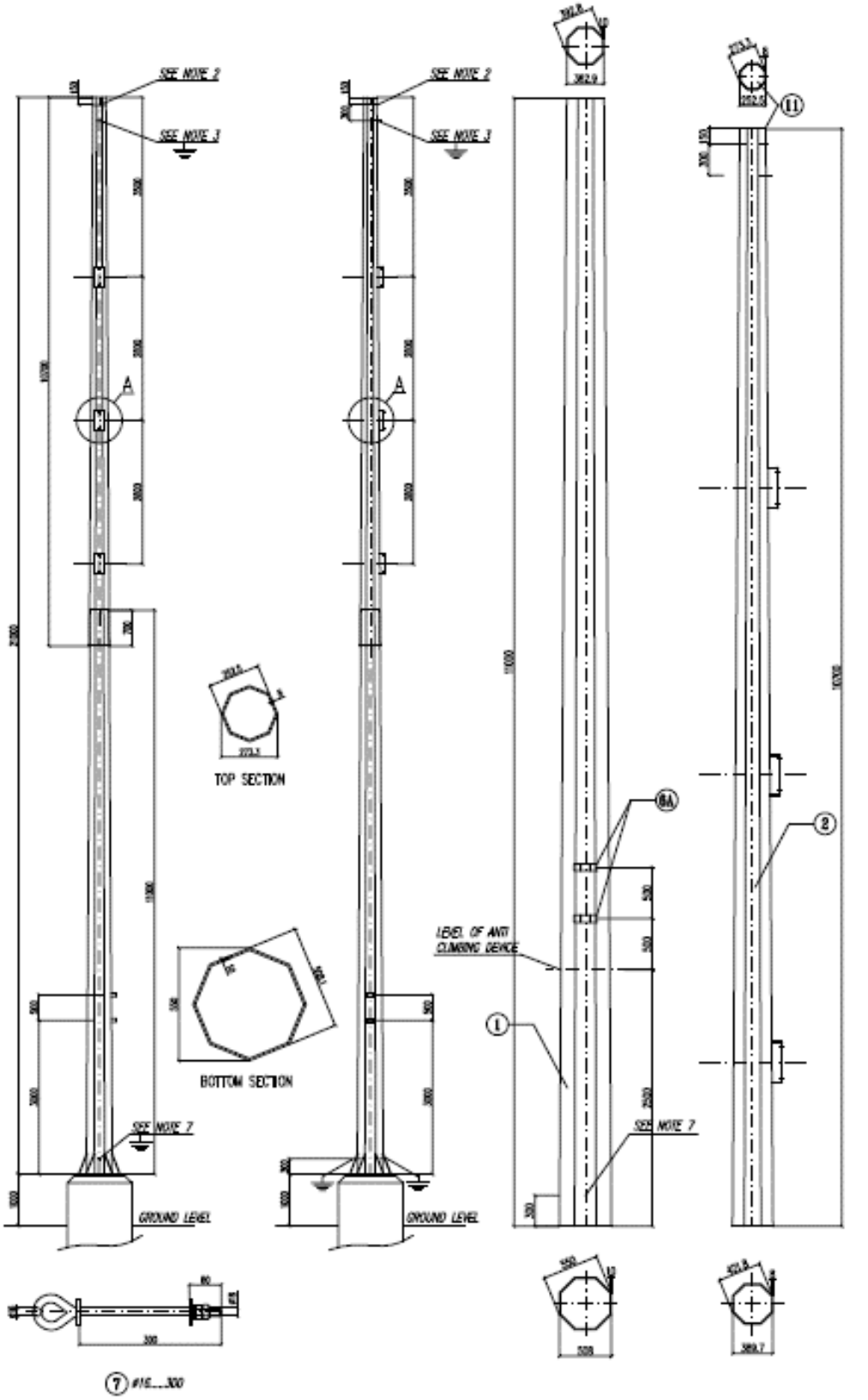
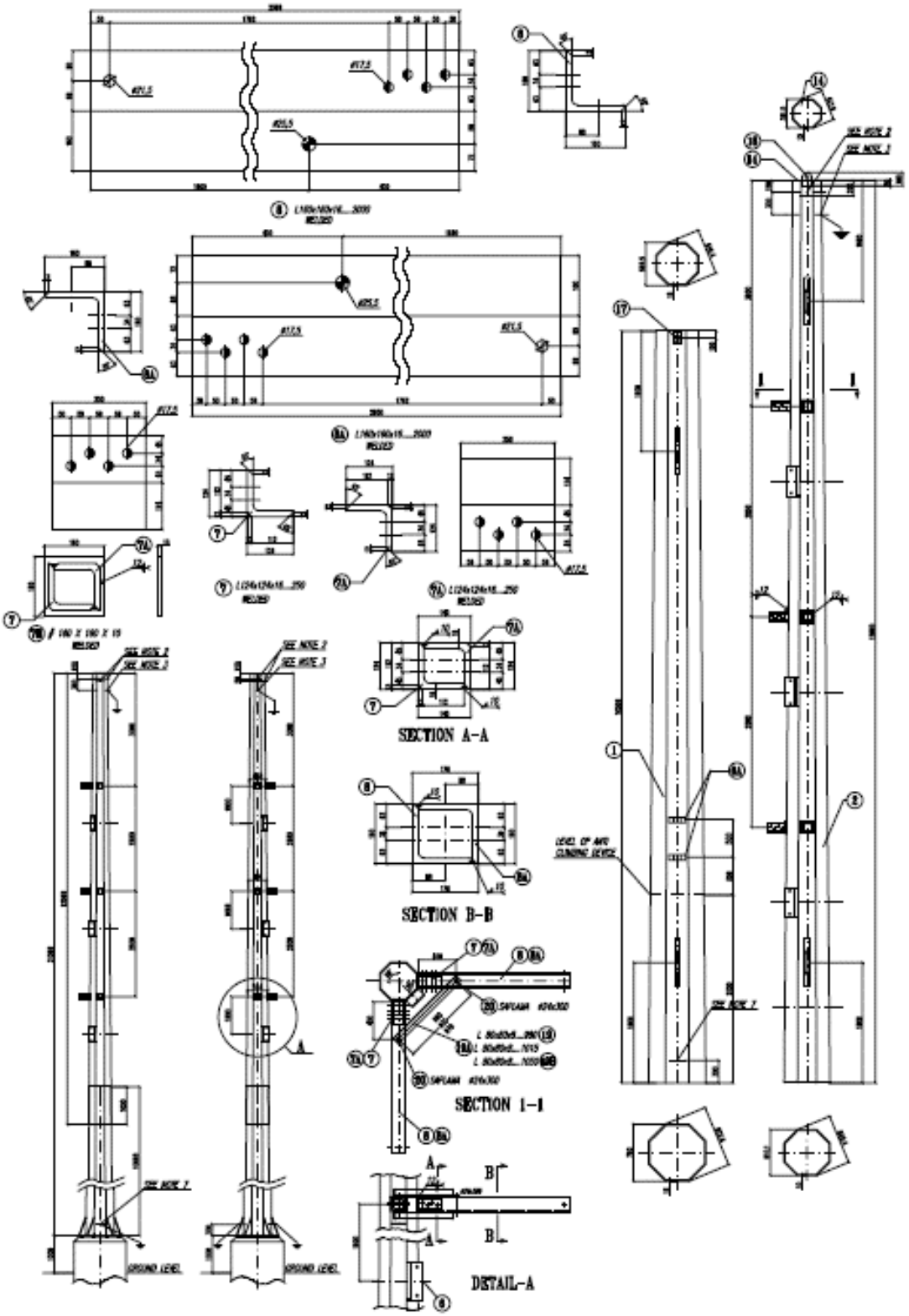


Figura 2.6.3.2.b
Silueta de la torre reticulada tipo D1



En principio, se prevé un área promedio que será ocupada por la base de las torres autoportantes de 36 m^2 (6 x 6 m).

Como mencionado, la vegetación no se eliminará en todo el ancho de la franja de servidumbre, sino solo en una faja de 6 m de ancho en el centro de la franja, siempre que no existan árboles de altura que pudieran producir daños a las instalaciones en caso de caída. Esta franja de servicio se utilizará para el acceso y para el lanzamiento de los cables.

Los cimientos que se utilizarán para las torres pueden ser de los tipos zapata, tubulón, pilotes o bloques con anclaje, y su elección dependerá del tipo de suelo en la ubicación de cada torre. Estos tipos de fundaciones se muestran en la siguiente **Figura 2.6.3.2.c**.

Figura 2.6.3.2.c
Ejemplos de tipos de fundaciones

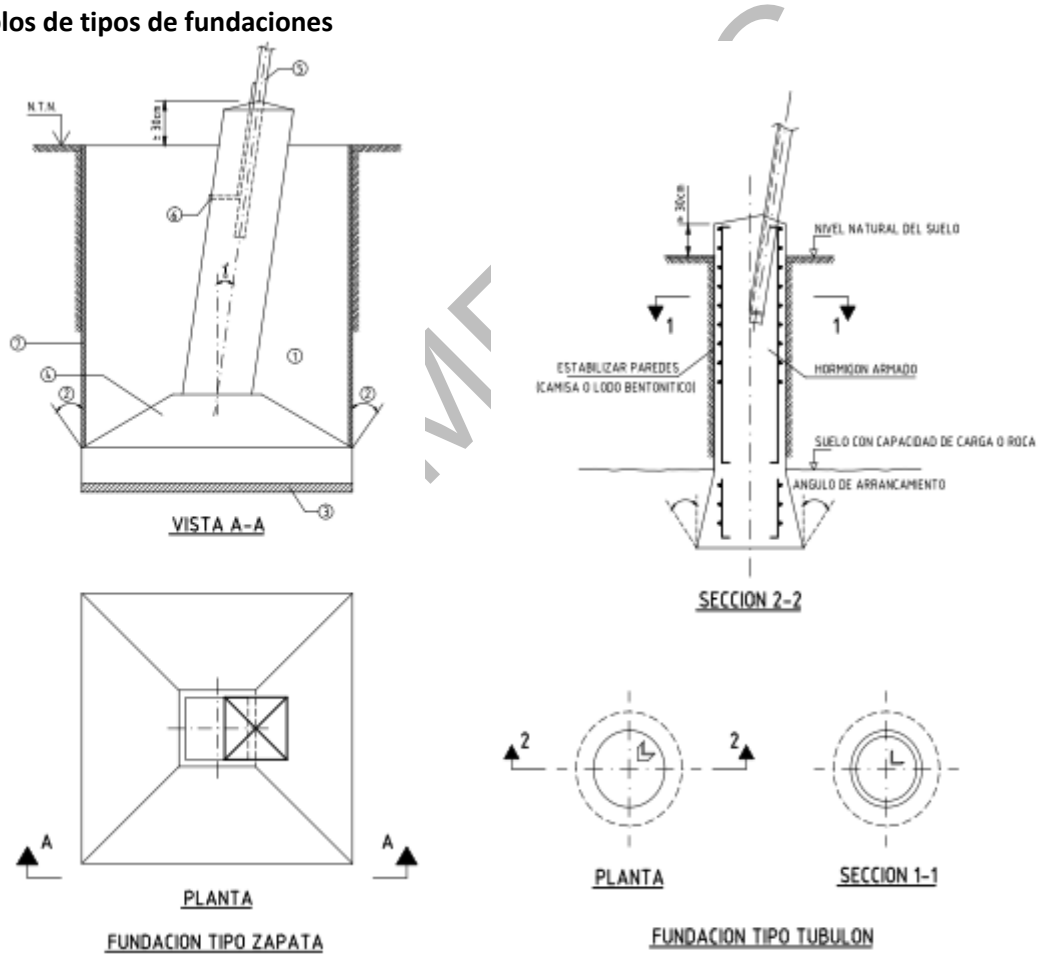
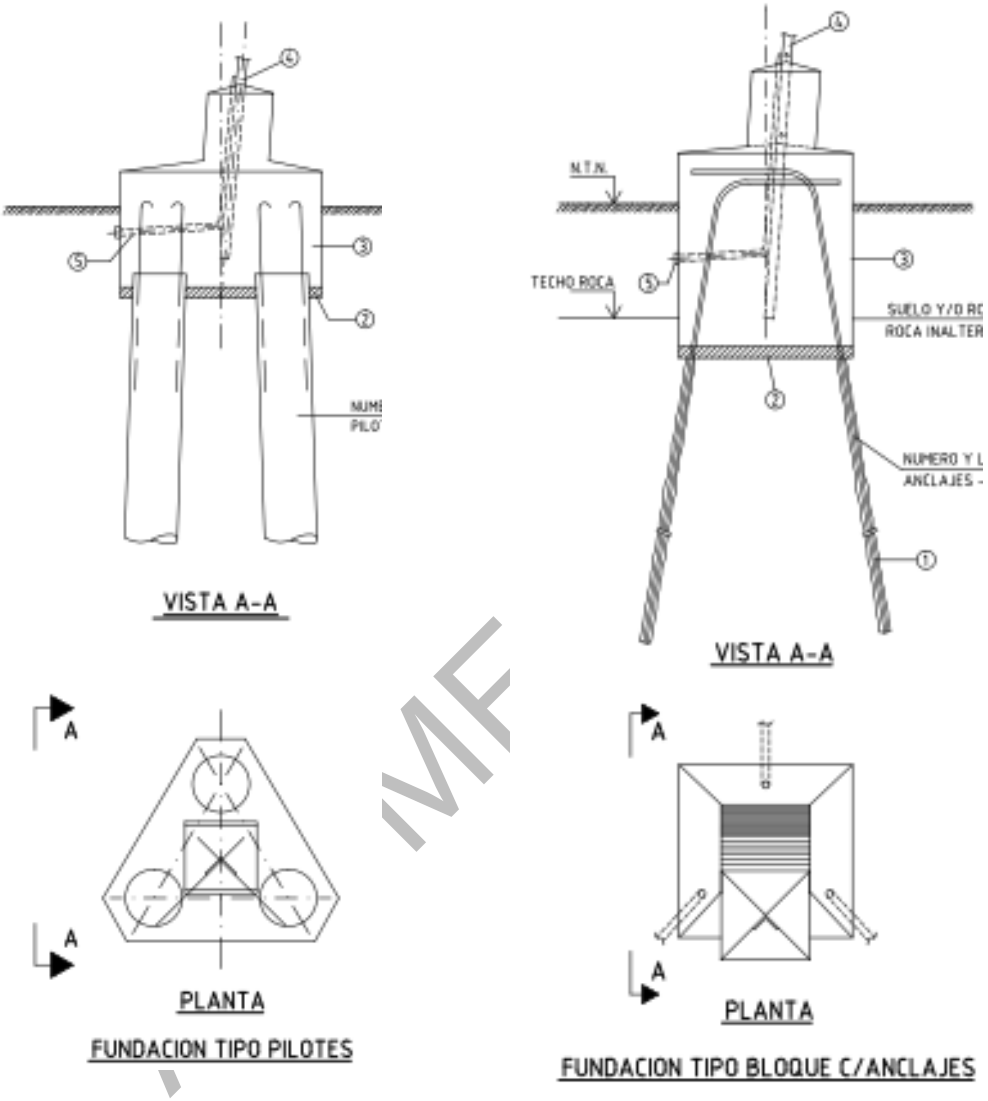


Figura 2.6.3.2.c
Ejemplos de tipos de fundaciones



El material resultante de excavación se utilizará para rellenar la base de la fundación y el material restante será colocado sobre el suelo, alrededor de las fundaciones, y compactado, respetando la conformación natural del terreno.

En el caso de que el material extraído por la excavación no sea apto para el relleno y compactación de la fundación de la torre, este material debe ser depositado en un área adecuada, previamente identificada.

El cable conductor que será utilizado es del tipo ASCR 636 MCM. Los cables de guardia serán del tipo OPGW.

Los conductores de energía requieren ser aislados con respecto a las estructuras de las torres metálicas, para evitar fugas hacia la puesta a tierra. Para esta LT se utilizarán aisladores de vidrio templado.

Cables de pararrayos serán utilizados para proteger y asegurar un buen desempeño en cuanto al transporte de energía frente a situaciones de descargas atmosféricas (rayos), producido por el choque de grandes masas de nubes cargadas eléctricamente de polos opuestos. Los cables por utilizar serán del tipo acero galvanizado.

Además, se utilizarán conjuntos de suspensión, anclajes y herrajes en general.

Distancias de Seguridad

Para LTs de 220 kV se deben respetar las distancias verticales de seguridad presentadas en la **Tabla 2.6.3.2.c**.

Tabla 2.6.3.2.c
Valores de Distancias Mínimas de Seguridad

Ítem	Distancias mínimas (m)
Distancia mínima entre conductores	3.5
Distancia de conductor al suelo u obstáculos	
Locales accesibles solamente a peatones	7.5
Calles y caminos secundarios	8.0
Autopistas, rutas, avenidas	9.0
Líneas de Transmisión y distribución	4.0
Líneas telefónicas	4.0
Lagunas	7.5

Las distancias arriba descritas deberán ser verificadas en las condiciones más desfavorables para cada caso (temperatura máxima, temperatura de emergencia, temperatura mínima, viento máximo, etc.).

ATOME PLC

2.7
Aspectos Constructivos

A continuación, se describen los principales aspectos constructivos a ser empleados en la implantación de la Planta de H_2, NH_3 y CAN verde, con énfasis en las actividades de mayor potencial impactante. Esta descripción abarca solamente los procedimientos ejecutivos normalizados para este tipo de obras, excluyendo las tareas complementarias y/o la adecuación de los procedimientos para efectos de mitigación de impactos, que se especificarán de forma detallada en la descripción de los programas y medidas de prevención, mitigación y compensación (véase el PGAS en el **Capítulo 7.0**).

Para la evaluación de impactos, se agrupan las actividades de implementación del proyecto de la siguiente manera:

Tabla 2.7.a
Principales Actividades durante la Etapa Constructiva

Servicios preliminares	Replanteo de la huella de construcción
	Delimitación de la franja de servidumbre
	Corte y limpieza de vegetación
	Implementación de caminos de acceso
	Implementación de instalaciones de apoyo
Obras civiles	Movimiento de tierras
	Ejecución de fundaciones
	Ejecución de los edificios
Montaje	
Desmovilización y recuperación de obra	

2.7.1
Servicios Preliminares

2.7.1.1
Replanteo de la Huella de Construcción

El replanteo de la huella de construcción incluye:

- Planta Industrial y zonas de acopio;
- Trazo y ubicación definitiva del eje de la línea de transmisión y la ubicación final de las torres, trazo y ubicación de las tuberías de agua y efluentes;
- Ubicación del área de construcción de las posiciones de salida de la línea de transmisión dentro de la Subestación (SE) Buey Rodeo y entrada en la SE de la Planta;
- El equipo de topografía prestará apoyo a los demás equipos durante todo el periodo de ejecución de la obra. El replanteo se ajustará a condicionantes ambientales, para así minimizar impactos adicionales a los ya relacionados a la construcción del Proyecto.

2.7.1.2
Delimitación de la Franja de Servidumbre

Las actividades contempladas en este ítem son:

- Comunicación, negociación y firma de contrato con propietarios afectados para el establecimiento de las servidumbres (actividad iniciada);
- Definición del trazo de la LT y tuberías por el equipo de topografía;
- Reuniones del equipo de ATOME con propietarios afectados y las personas que viven o trabajan cerca de las servidumbres;
- Realización de los estudios de suelos en el eje del trazo de LT y zona de tuberías;
- Emisión del plan del trazo final aprobado;
- Pago de la indemnización;
- Registro de escritura pública de derecho de paso, que incluye restricciones en el uso y ocupación en el área delimitada, o Contrato Particular de Servidumbre.

Las negociaciones con el propietario se llevarán a cabo a modo de asegurar la realización de acuerdo para el pago de la indemnización debida. La liberación de las áreas para la ejecución de

ATOME PLC

la línea de transmisión y tuberías de agua y efluentes será simultánea al acuerdo de indemnización. En caso de controversia se decidirá mediante acción judicial, o estará sujeto a proceso de expropiación con fines públicos.

Cabe destacar que para la LT se cuenta con un monto de compensación acordado con el propietario de la propiedad afectada. Dicho monto se encuentra establecido en una cláusula del contrato de compra-venta del terreno adquirido por ATOME para la Planta Industrial, debido a que es el mismo propietario. No obstante, se celebrará un contrato específico para la constitución de la servidumbre de paso. De igual manera se procederá en el caso de las tuberías y sistema de captación de agua cuyos contratos serán firmados previo acuerdo del monto de compensación con propietarios.

2.7.1.3
Corte y Limpieza de Vegetación

Involucra la limpieza de toda área a ser afectada por el proyecto, tales como:

- Caminos de acceso,
- Sitios de implantación de los edificios, depósitos, tanques y tuberías.
- Área de instalación de los edificios y otras instalaciones temporales.
- Zonas de almacenamiento y acopio.
- Áreas de implantación de las torres (áreas de montaje), en las plazas de lanzamiento de cables y en la franja de servidumbre, para las actividades de topografía, lanzamiento de cables de la línea de transmisión y para la circulación. La franja de servidumbre tendrá 50 m de ancho, pero la limpieza de vegetación se hará en una franja de apenas 6.0 m de ancho, en el centro de la servidumbre, permitiendo el lanzamiento de los cables, la circulación y el mantenimiento futuro de la LT.
- Áreas de implantación de las tuberías de efluentes y agua cruda.

Si bien los edificios e instalaciones temporales no abarcarían la totalidad del terreno, se prevé la afectación de las 30 hectáreas de la propiedad debido a las altas necesidades de zonas de almacenamiento y acopio, durante la etapa constructiva. No obstante, se avanzará la intervención según necesidad de manera a evitar daños ambientales si fuere posible (ver **Figura 2.7.2.1.a** en la **Sección 2.7.2.1**).

Las operaciones de eliminación de vegetación y troncos serán ejecutadas mediante el uso de equipos adecuados y autorizados por los organismos ambientales. La remoción de los árboles mencionada anteriormente será efectuada en forma cuidadosa y tomando en cuenta lo siguiente:

- La intervención para la eliminación de la vegetación nativa será hecha mediante autorización de los propietarios y dentro de los límites y condiciones aprobados por el MADES y la Municipalidad de Villeta;
- Antes de la limpieza de vegetación se implementarán las medidas de rescate de germoplasma de las especies de flora prioritarias y ahuyentamiento previo y rescate de fauna.

ATOME PLC

- Los servicios de eliminación de la vegetación y de troncos se limitarán a las áreas previamente autorizadas, de manera selectiva, con la demarcación de los árboles a eliminar;
- Antes del inicio de los trabajos se hará una orientación a los encargados de los frentes de obra sobre las áreas autorizadas para la eliminación de la vegetación;
- El corte de árboles será hecho en sentido opuesto al cuerpo de los árboles, con el fin de evitar la caída innecesaria de otros árboles;
- La madera resultante del corte puede donarse o utilizarse en las obras;
- El material de ramas deberá ser trozado y esparcido en áreas definidas previamente e informadas al órgano ambiental y administrativo para luego ser eliminadas como deshecho vegetal.

2.7.1.4
Implementación de Caminos de Acceso

Los caminos de acceso necesarios para el Proyecto englobarán las vías provisionales construidas a partir de la Ruta Nacional PY19 hasta los frentes de trabajo dentro del terreno de la Planta, para permitir el tránsito de equipos y vehículos para la obra.

Las vías de acceso en la obra permitirán el acceso en las diferentes partes propuestas para la ejecución de las obras durante el tiempo de actividad de cada una de ellas. Se prevé que durante este período las carreteras sean pavimentadas con grava por lo que se deberán considerar medidas para evitar y controlar el levantamiento de polvo principalmente durante las estaciones secas. Los criterios seguidos para la ejecución de los accesos a la obra son los siguientes:

Tabla 2.7.1.4.a
Parámetros de Diseño de Caminos de Acceso

Valores Geométricos	**Detalle**
Radio mínimo en planta	15 m
Base vertical mínima	150 m
Longitud base vertical mínima	7.5 m
Pendiente longitudinal máxima	15%
Sección Típica	**Detalle**
Achura	4 m
Bombeo	2%

La ejecución de los caminos de acceso contemplará las actividades preliminares de corte y limpieza de vegetación descritas anteriormente, así como la uniformización del subsuelo con el fin de conformar la capa final de terraplén a través de cortes o rellenos, asegurando condiciones adecuadas en términos geométricos y de compactación. Para ello se utilizarán cuando sea necesario excavadoras, tractores con discos, cargadores frontales y camiones basculantes. Los caminos deberán poseer las condiciones de pendiente, desarrollo y drenaje necesarias para el uso adecuado de los equipos y vehículos.

La uniformización del subsuelo, cuando sea necesario, comprenderá las siguientes actividades:

- Escarificación y conformación, cuyo trabajo se orientará por hitos topográficos;

ATOME PLC

- Homogenización y rocío con agua de suelos secos con equipo de discos movida por tractor agrícola;
- Corrección y homogenización del contenido de humedad del suelo;
- Compactación.

Para la implementación de accesos serán adoptados los siguientes procedimientos de preservación ambiental:

- Los caminos de acceso solamente serán ejecutados con seguimiento y supervisión ambiental;
- En la ejecución de los movimientos de tierras serán consideradas las debilidades de los suelos locales, para así minimizar los impactos ambientales;
- Se tomarán medidas de control de erosión, así como tratamiento de las escorrentías de las aguas pluviales de forma permanente;
- Se implementarán dispositivos de drenaje y protección superficial con cobertura vegetal;
- Las vías de acceso serán permanentemente conservadas durante el periodo de obras;
- Para las vías existentes a utilizarse, se garantizarán las condiciones de transitabilidad y seguridad.

Para los caminos peatonales, se ejecutarán aceras de hormigón perimetrales a todos los edificios de al menos 1 m de anchura. Además, se instalarán los peldaños necesarios para acceder a las casetas que se encuentran elevadas sobre los apoyos de cimentación y todo lo necesario para garantizar un seguro y fácil acceso a los edificios.

2.7.1.5
Implementación de Instalaciones de Apoyo

Para apoyar los trabajos de construcción el Proyecto considera instalaciones auxiliares en el entorno de trabajo. Estas instalaciones comprenden parque de maquinaria, campamento de obra exclusivamente para los EPCistas, parque de maquinarias, zona de acopio de tierras y materiales, estas últimas serían utilizadas tanto para la planta industrial, la LT y el sistema de captación de agua y tuberías de agua y efluentes.

La ubicación de dichas zonas se ha definido valorando la facilidad de acceso a estas instalaciones, la idoneidad ambiental de los espacios afectados, así como la mínima interferencia con servicios y parcelas existentes.

Vallado perimetral

Se ha proyectado un cerramiento en las zonas afectadas durante la construcción, para evitar la irrupción de personas y animales. El tipo de cerramiento adoptado es el denominado "ecológico o cinegético" consistente en una malla metálica de 2.30 metros de altura soportada por postes metálicos a intervalos de 4 metros.

La malla es rectangular, de 15 cm de ancho y de altura variable de abajo a arriba, más gruesa en la parte inferior. Los 30 cm inferiores permanecen bajo tierra. La cimentación de los postes se proyecta de hormigón en masa de 40x40x60 cm. Se colocarán postes extremos, intermedios (o centrales) y angulares. Los tubos tendrán un diámetro exterior de 48 mm con un espesor de 1.5

ATOME PLC

mm y su altura será de 2.45 m. Los tubos que sujetan los principales son de 42 mm de diámetro exterior y 1.5 mm de grosor. En la base del recinto, un refuerzo consistente en una malla electrosoldada de 30 cm de altura.

Señalización y Balizamiento de la Obra

La señalización y balizamiento durante la obra se realizará de acuerdo con el Manual de Carreteras del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC) de Paraguay. Además del adecuado balizamiento, de acuerdo con el manual mencionado, se exigirá para reducir el riesgo de accidentes en la zona de acceso al terreno lo siguiente:

- Señalizaciones de advertencia;
- Limitación adicional de velocidad.

Edificios en la Propiedad

No se considera alojamiento en la obra. Se utilizarán alojamientos hoteleros y apartamentos de Asunción o Villeta, además parte de los trabajadores serán contratados del Municipio mismo, por lo que se prevé habiten en la zona.

Por lo tanto, los edificios considerados durante esta etapa serán módulos prefabricados temporales que constituirán oficinas para los EPCistas, CASALE y ATOME, con vestuarios, cantina, comedor. Estos edificios contarán con las siguientes instalaciones:

- Sala de primeros auxilios/enfermería.
- Aparcamiento temporal.
- Iluminación temporal.
- Baños.
- Zona de acopio.
- Taller de obra.
- Conexión de Comunicaciones.
- Suministro de agua sanitaria.
- Suministro de agua potable. Se realizará por medio de un depósito Elevado con capacidad de 15,000 litros como mínimo. La elección del equipo concreto y su instalación estará a cargo del Contratista quienes deberán garantizar la presión suficiente para abastecer las instalaciones de saneamiento.
- Energía (grupo electrógeno) con depósito diésel, transformadores y protecciones.
- Drenaje.
- Fosa séptica. Estará conectada a una red que conducirá los efluentes de los edificios temporales hasta la fosa, se prevé una capacidad de al menos 21,000 litros, calculada para el tratamiento primario de aguas residuales de 105 usuarios. La instalación de la fosa será enterrada, contando con los venteos y conexiones necesarias para su funcionamiento. Como alternativa se evalúan filtros biológicos si hubiere disposición en el lugar.

En las **Figuras 2.7.1.5.a** y **2.7.1.5.b** a continuación, se detallan las instalaciones mencionadas.

Cabe destacar que la cantidad de usuarios de la fosa séptica y suministro de agua potable mencionados arriba se encuentran dimensionados para el uso por parte de los EPCistas y

ATOME PLC

técnicos de los proveedores de paquetes que integran la planta de fertilizante H_2, USA, torre de refrigeración, entre otros. Para la carga de mano de obra durante la fase constructiva se establecerá como condición de contrato a subcontratistas que se tomen las medidas adicionales necesarias para la provisión de agua potable y tratamiento de aguas residuales, tales como suministro de agua potable con camiones y dispensadores con bidones para consumo y la instalación de ETAR portátiles y uso de baños químicos portátiles, respectivamente.

Los sistemas de climatización del interior de las instalaciones temporales serán definidos para mantener los mismos a una temperatura adecuada y conforme a la normativa paraguaya e internacional aplicable al proyecto referentes a emplazamientos de trabajo. Asimismo, tendrá a su cargo la definición de mobiliarios, distribución de iluminación, red de distribución de datos y dispositivos para agua caliente se establecerán a posteriori.

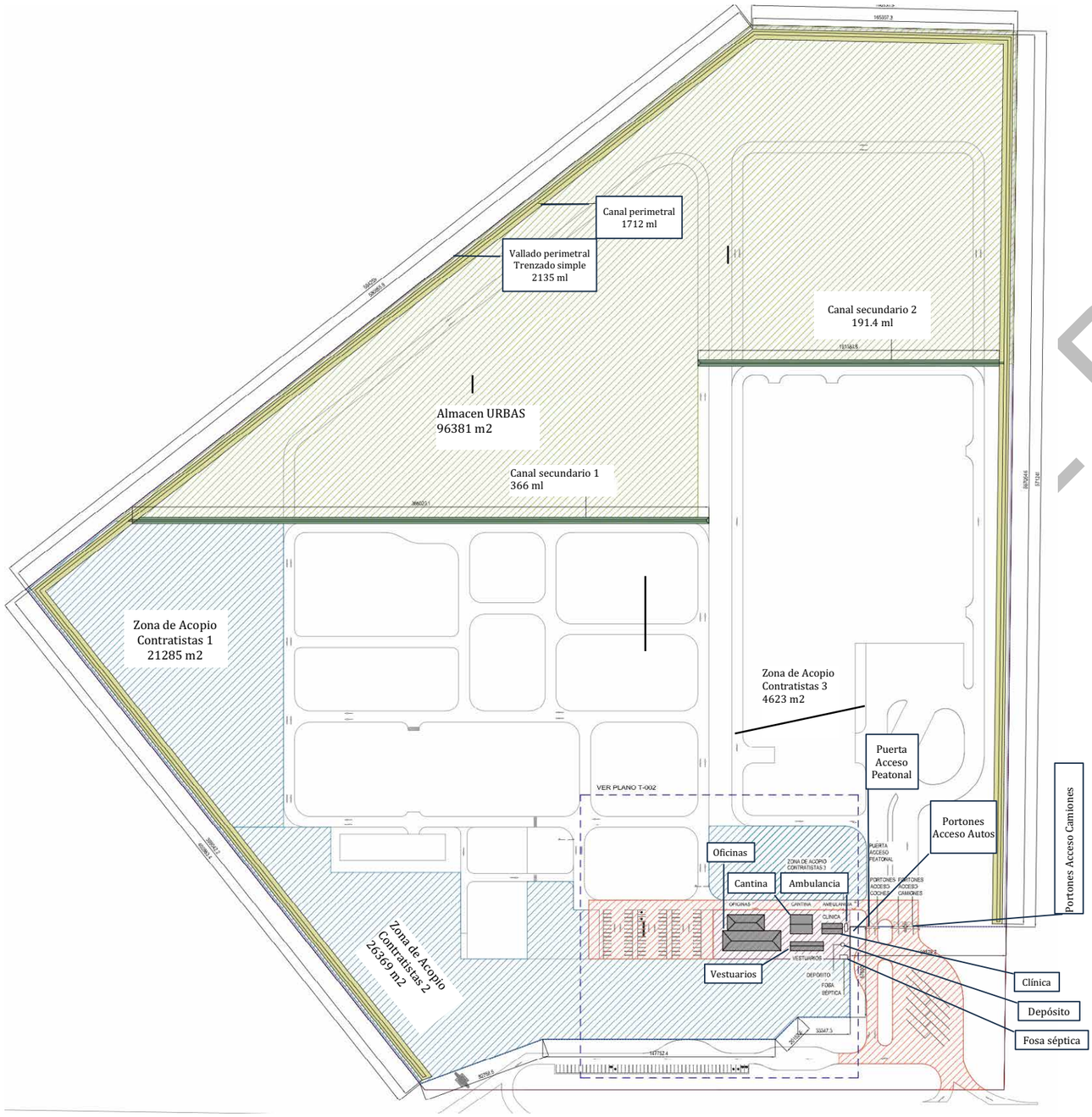
Para la instalación de los edificios temporales está prevista la cimentación con dados de hormigón de las dimensiones necesarias para garantizar la aireación de la cara inferior de las instalaciones temporales y el asiento de las mismas. Sus dimensiones estarán sujetas al criterio de la Contratista, pero deberán garantizar un espacio libre de al menos 30 cm por debajo de las instalaciones y, por otro lado, asegurar la pendiente mínima en las tuberías de evacuación de aguas grises y negras.

Los trabajos de cimentación se realizarán de acuerdo con buenas prácticas habituales, tales como:

- Nivelar lo máximo posible las zonas en donde se ubicarán las instalaciones temporales para luego ejecutar la cimentación de los edificios de manera segura y eficiente.
- Replantear las instalaciones temporales (oficinas, cantina, vestuarios, clínica, etc.) como se muestra en la **Figura 2.7.1.5.a**, de manera que exista siempre espacio suficiente entre ellos para circular por todas sus fachadas.
- Ejecutar la cimentación.

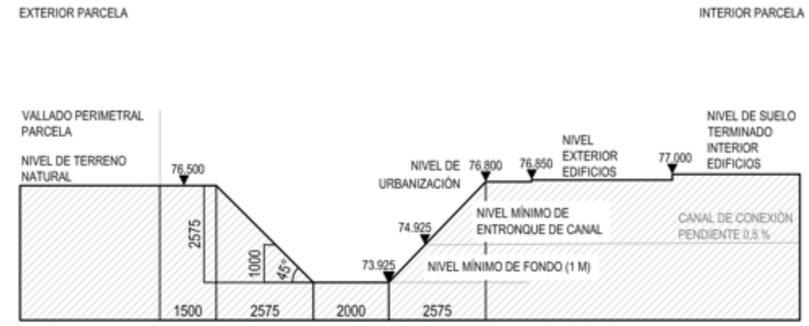
ATOME PLC

Figura 2.7.1.5.a
Layout de Instalaciones Temporales

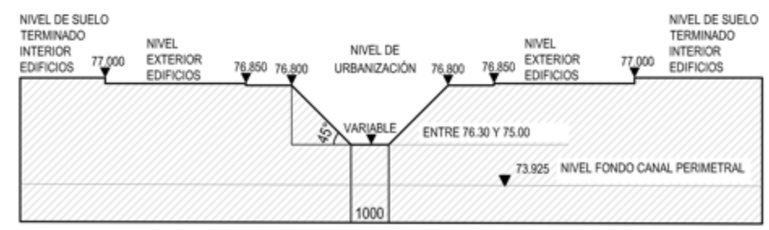


Nota:
La elevación del Proyecto es de +77.00 (msnm)



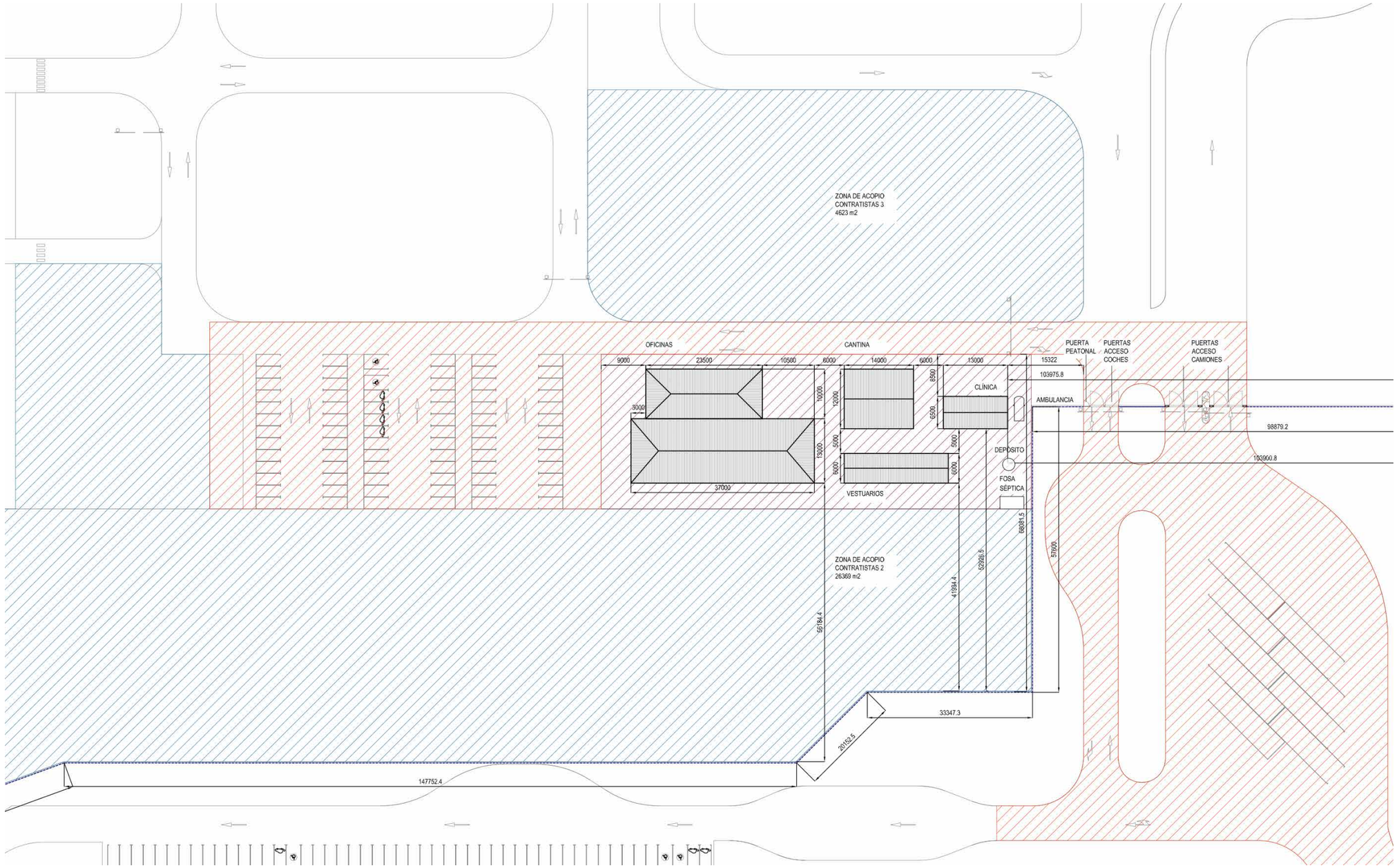


DETALLE EN SECCIÓN DEL CANAL PERIMETRAL
ESCALA 1/75



DETALLE EN SECCIÓN DEL CANAL SECUNDARIO ESCALA 1/75

Figura 2.7.1.5.b
Primer Plano de Edificios



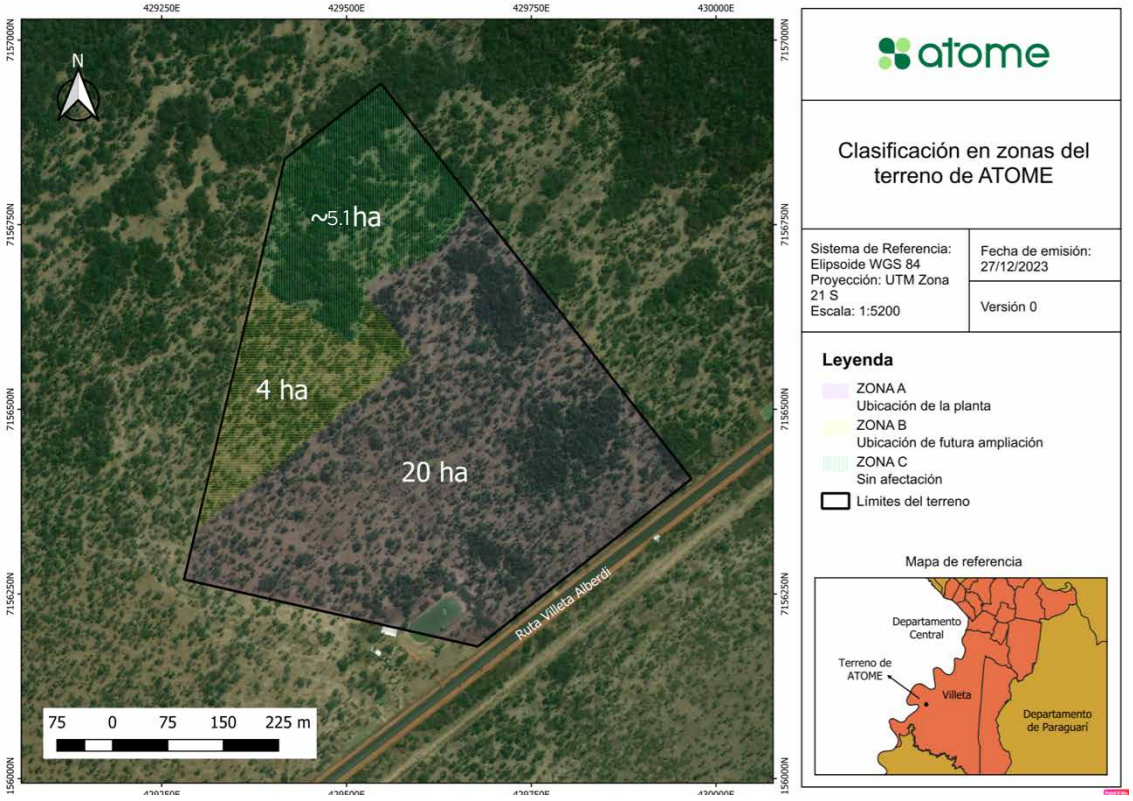
2.7.2
Obras Civiles

2.7.2.1
Movimiento de Tierras

Como se mencionó en la **Sección 2.7.1.3**, se considera será necesario limpiar la vegetación, excavar y rellenar la totalidad de la propiedad de Atome. No obstante, se pretenden realizar las intervenciones por etapas de manera a disminuir las afectaciones en la biodiversidad principalmente, en caso sea posible.

Para el efecto, se plantea avanzar en las intervenciones por etapa. En un principio se consideran necesarios indefectiblemente intervenir en las zonas A y B. Posteriormente, según necesidad, se intervendrá en última instancia en la zona C que alberga la zona boscosa más compacta y densa (**Figura 2.7.2.1.a**).

Figura 2.7.2.1.a
Zonas de limpieza de vegetación y relleno



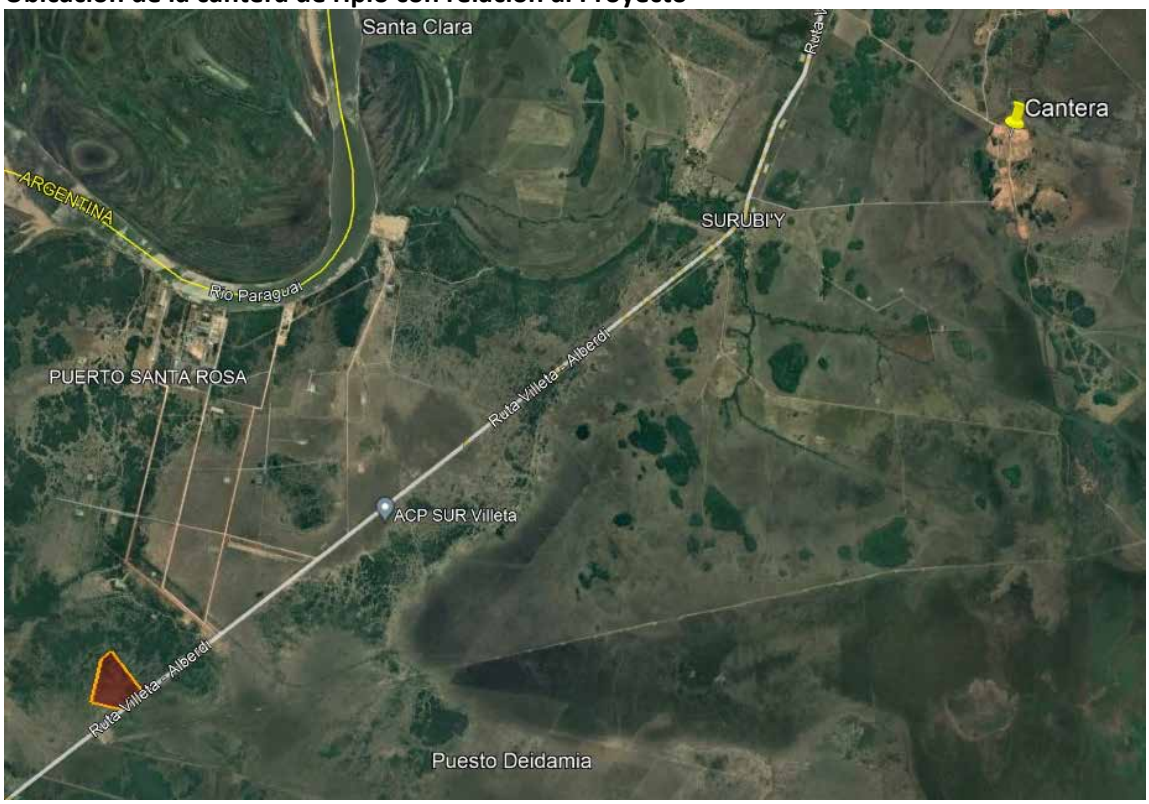
La superficie de relleno prevista es de 255,000 m^2, y la altura del relleno es de 0.6 m. También se rellenará el tajamar existente. El volumen necesario de material para el relleno es de 153,000 m^3.

Las excavaciones generales para realizar incluyen, pero no se limitan a aquellas para nivelación y compactación de áreas de planta o construcción, para corte de terraplenes, para construcción de patios, caminos, pavimentos, canales, cimientos, etc.

Se prevén excavaciones generales de 102,000 m^3 produciendo un material que no puede utilizarse para el relleno porque los análisis del suelo realizados dieron como resultado que el mismo no presenta las condiciones adecuadas.

La primera opción evaluada para obtener el material para el relleno es una cantera de ripio en Surubi'y, que se muestra en la siguiente **Figura 2.7.2.1.b**. También se evalúa una segunda opción, que sería el refulado con arena proveniente de banco de sedimentos en el río Paraguay. Si se elige esta opción, se llevarán a cabo los estudios ambientales y sociales complementarios necesarios y se presentarán al MADES oportunamente.

Figura 2.7.2.1.b
Ubicación de la cantera de ripio con relación al Proyecto



El equipo destinado a realizar la compactación del relleno consistirá en regadores, dotados de una barra esparcidora para asegurar la distribución uniforme del agua y unidades de compactación, compuestas por un rodillo compactador y un tractor. Para proteger la superficie del terreno, se instalarán dispositivos de drenaje para canalizar las aguas pluviales.

El relleno deberá protegerse contra la erosión y mantenerse de forma que se garantice un drenaje eficaz mediante un sistema de drenaje temporal.

2.7.2.2
Ejecución de Fundaciones

Excavación para trabajos de cimentación y zanjas

Se realizarán excavaciones de sección limitada para zapatas, cimentaciones continuas, cimentaciones de maquinaria, equipos y estructuras metálicas, fosos, muros, zanjas de hormigón, etc. Estas se realizarán de acuerdo con las dimensiones, cotas y pendientes indicadas en el diseño. Asimismo, se prevén excavaciones de zanjas para el tendido de alcantarillas, acueductos, tuberías subterráneas, conductos de cables eléctricos e instrumentos u otros servicios subterráneos.
Se estima que las excavaciones limitadas alcancen un volumen de 102,000 m^3 del material de relleno utilizado en el terreno.

El material procedente de la excavación, si se considera adecuado, en la cantidad/volumen necesario para el relleno, una vez finalizados los trabajos de excavación, se esparcirá normalmente cerca de la excavación, después de que se haya verificado que se cumplen estrictamente todos los requisitos de seguridad relativos a distancias mínimas desde el borde de la excavación. Los materiales que no puedan ser reutilizados o se consideren inadecuados para otros trabajos se llevarán fuera del área de planta y/u obra a un lugar autorizado.

Cuando se alcance la cota de fundación, se procederá a la limpieza de fondo.

Para la LT, los trabajos incluyen excavaciones de los cimientos de tres torres a lo largo de la servidumbre de paso.

Para el entierro de tuberías de agua y efluentes se prevén excavaciones de 2,300 m^3 aproximadamente. En el caso de la infraestructura de captación de agua, se deberán realizar excavaciones en lecho costero del río, volumen a ser determinado en el proyecto ejecutivo.

Apuntalamientos

En áreas donde el suelo no tenga capacidad de soporte en las paredes de excavación, se utilizará apuntalamientos con planchas de madera. Básicamente se utilizarán apuntalamientos continuos o discontinuos, que serán realizados en las siguientes situaciones:

- Apuntalamiento continuo: se empleará cuando el suelo posea baja resistencia al corte o se encuentre por debajo del nivel freático o bajo otras circunstancias que requieren un muro de contención en la zanja excavada. En este caso se utilizarán planchas de madera con encaje o planchas de metal con soportes;

- Apuntalamiento discontinuo: se empleará cuando el suelo en la excavación posea buena cohesión y esté ubicado por encima del nivel freático. Los soportes estarán distanciados a un máximo de 50 cm entre sí.

ATOME PLC

Desagote

Si es necesario, el drenaje del agua de las excavaciones deberá realizarse utilizando equipos adecuados, como bombas de succión accionadas por motor, bombas sumergibles, sistemas de puntos de pozo, etc., y deberá continuar hasta la finalización de las obras. La escorrentía superficial de las aguas se dirigirá a zanjas y canales de drenaje internos.

Además, considerando las características del suelo, los EPCistas implementarán medidas de Gestión de las actividades de movimiento de tierras como parte del Programa de Control Ambiental de la Construcción, incluyendo medidas de control de la erosión y sedimentos, considerando ítems como:

- Delimitación del terreno para minimizar el impacto.
- Reducción al mínimo posible de las zonas desbrozadas y estabilización de pendientes. Las zonas desbrozadas se revegetarán lo antes posible.
- Control del drenaje para evitar canalización.
- Implementación de métodos de barreras y captura tales como cercas de limo, diques de contención, estanques de sedimentos, o métodos mecánicos de eliminación de sedimentos como siltbuster o adición de alcantarillas, según sea necesario, para garantizar que el régimen de drenaje existente se interrumpa lo menos posible.

Los dispositivos a ser implementados para controlar la erosión serán finalmente definidos por los EPCistas.

Relleno

El relleno se puede clasificar en dos tipos:

- Relleno estructural: para relleno general de áreas y para terraplenes hasta las cotas de diseño en zonas que se utilizarán posteriormente como soporte de lo siguiente:
  - Cimentaciones de hormigón armado (zapatas, balsa, etc.)
  - Edificios
  - Balsas y zanjas de hormigón armado
  - Depósitos de almacenamiento
  - Subbases y capas de base para carreteras, zonas de aparcamiento, zonas de operación de camiones
  - grúas, etc.
  - Sustitución local de material inadecuado
  - Zonas pavimentadas
  - Tuberías
  - etc.
- Relleno no estructural: para terraplenes no estructurales, por ejemplo, muros de contención para tanques de almacenamiento, cuencas, estanques de evaporación, etc. Se utilizarán para diseñar las elevaciones de las áreas que no se utilizarán posteriormente como soporte, zonas de grava, zonas abiertas en las que se requiera el relleno sólo para alcanzar las cotas de diseño.

ATOME PLC

Ejecución de las fundaciones

Las fundaciones serán de hormigón armado.

Las fundaciones se ejecutarán sobre un lecho de hormigón pobre de al menos 5 cm de espesor, para regularizar el nivel del terreno. El empleo de hormigón pobre y la preparación de la base deben llevarse a cabo en lugares drenados, no siendo permitido el bombeo cuando se está aplicando el hormigón. Una vez realizado el lecho, se montarán las armaduras y las formas de madera, y se verterá el hormigón directamente de las maquinas mezcladoras. Se esperará un período de curado del concreto y luego si se eliminarán las formas de madera.

En el caso de la LT, las fundaciones que constituirán los cimientos de las tres torres también serán de hormigón armado.

Ejecución de los edificios

Las obras consistirán en la construcción de todas las instalaciones principales, auxiliares y otras, que se encuentran expuestas en el Layout de la Planta.

Edificios

En cuanto a los edificios, las características serán las siguientes:

- Estructuras de hormigón armado en pilares, vigas y losas;
- Cobertura de tejas metálicas;
- Aberturas de Aluminio;
- Pisos de cemento quemado o de baldosa;
- Instalación eléctrica embutida.

En cuanto a los acabados de pavimentos se tendrán las siguientes condiciones:

Caminos

Las vías principales para la circulación de camiones serán carriles pavimentados de hormigón con bordillos de hormigón y drenajes a cada lado. Las carreteras secundarias para la circulación de tráfico ligero serán carriles pavimentados con asfalto con bordillos de hormigón y desagües a cada lado

Zonas No Pavimentadas

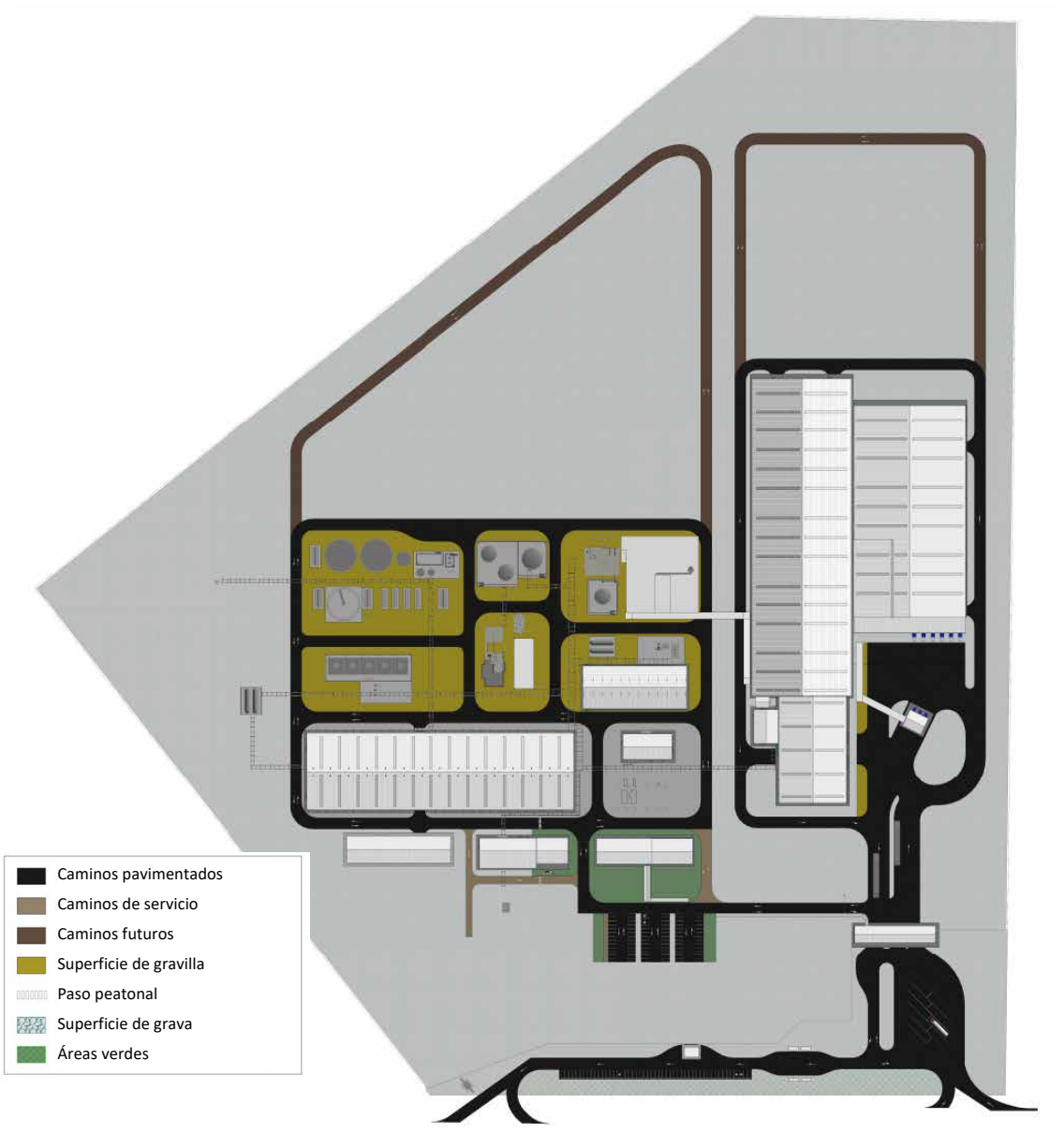
- Pavimento continuo de hormigón alrededor de los edificios sociales.
- Vegetación autóctona.
- Pavimento de grava compuesto por rocas trituradas de 40 mm como máximo o gravas de clasificación y calidad aprobadas, compactada densamente hasta un espesor de 100 mm. Si el pavimento de grava se aplica como calzada, se recubrirá con gravilla para formar una calzada razonablemente lisa y útil.

ATOME PLC

Zonas Verdes

Zonas verdes compuestas por hidrosiembra, arbustos y árboles autóctonos de la zona, típicos de la flora de Villeta y del AID.

Figura 2.7.2.2.a
Terminaciones de pavimento



Seguridad Perimetral y Vallado

Se instalarán puertas de acceso controlado a las zonas seguras de la planta, así también vallas de seguridad a lo largo de los límites del emplazamiento.

La valla perimetral no superará los 2.5 m de altura total. Se proyectan dos tipos de valla proyectada:

- Valla de entrada principal: consistirá en un muro de hormigón armado que no superará los 50 cm de altura sobre rasante, sobre zapata corrida. Se anclarán postes galvanizados con recubrimiento plástico, sobre los que se fijarán los paneles electrosoldados.
- Resto del vallado de la parcela: tendrá una altura total de 2 m, malla de 50 mm, postes de acero galvanizado y 2 m de altura, empotrados en zapatas de hormigón en masa en pozos excavados en el suelo.

2.7.3
Montaje

Una vez construidos los edificios, se llevarán a cabo las actividades de montaje de la maquinaria, los equipos y las instalaciones de tanques de los distintos procesos de producción.

Estas son actividades que involucran el manejo de equipos pesados utilizando grúas y que también requieren el uso de equipos de corte, soldadoras, perforadoras, fijadores y accesorios complementarios.

Solo se usarán fuentes radiactivas para la inspección de soldaduras. Se limitará todo lo posible el uso de esta técnica, sustituyéndola siempre que sea posible por métodos alternativos. En caso de ser imprescindible, se llevará a cabo fuera del horario de trabajo, con aviso previo y cierre de la zona afectada. No se almacenará material sensible en la obra.

Montaje, Instalación y tendido de torres y del sistema de captación de agua y descarga de efluentes y tuberías

Comprende la instalación y montaje de las torres de acero prefabricado en cada sitio de emplazamiento establecido en los planos. Asimismo, el tendido de conductores. Posteriormente se realizan trabajos de prueba y puesta en operación.

Asimismo, comprende la instalación y montaje del sistema de captación de agua y descarga de efluentes, tuberías y trabajos de prueba y puesta en operación.

2.7.4
Residuos de Construcción y Demolición

En las siguientes **Tablas 2.7.4.a** y **2.7.4.b** se indican las cantidades estimadas de residuos de construcción y demolición y residuos de envases que se generarán en la obra. Los residuos están codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por la Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, o en base a normativa equivalente de aplicación en Paraguay. Los residuos que en ambas listas aparecen señalados con asterisco (*) se consideran peligrosos de conformidad con la Directiva 91/689/CEE.

Cabe destacar que la estimación de cantidades se considera inicial a los fines de tomar decisiones en cuanto a la gestión de residuos, pero será el fin de obra el que determine en última instancia los residuos obtenidos.

ATOME PLC

Tabla 2.7.4.a
Residuos de Envases

Código	RESIDUOS DE ENVASES	t	m³
15 01	ENVASES		
15 01 01	Envases de papel y cartón	-	40
15 01 02	Envases de plástico	-	10
15 01 03	Envases de madera	-	30
15 01 04	Envases metálicos	-	10
15 01 05	Envases compuestos	-	10
15 01 06	Envases mezclados	-	20
15 01 07	Envases de vidrio	-	5
15 01 09	Envases textiles	-	15
15 01 10 *	Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o están contaminados por ellas	-	1
15 01 11 *	Envases metálicos, incluidos los recipientes a presión vacíos, que contienen una matriz porosa sólida peligrosa (por ejemplo, amianto)	-	

Tabla 2.7.4.b
Residuos de Construcción y Demolición

Código	RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN	t	m³
17 01	**HORMIGÓN, LADRILLOS, TEJAS Y MATERIALES CERÁMICOS**		
17 01 01	Hormigón	-	20
17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos, distintas a las especificadas en el código 17 01 06	-	5
17 01 06 *	Mezclas, o fracciones separadas, de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos, que contienen sustancias peligrosas	-	
17 02 02	Vidrio	-	4
17 02	**MADERA, VIDRIO Y PLÁSTICO**		
17 02 01	Madera	-	4
17 02 02	Vidrio	-	6
17 02 03	Plástico	-	20
17 02 04 *	Vidrio, plástico y madera que contienen sustancias peligrosas o están contaminados por ellas	-	2
17 03	**MEZCLAS BITUMINOSAS, ALQUITRÁN, HULLA Y OTROS PROD. ALQUITRANADOS**		
17 03 01 *	Mezclas bituminosas que contienen alquitrán de hulla		4
17 03 02	Mezclas bituminosas distintas a las especificadas en el cód. 17 03 01	-	4
17 03 03 *	Alquitrán de hulla y productos alquitranados	-	2
17 04	**METALES**		
17 04 01	Cobre, bronce, latón	-	2
17 04 02	Aluminio	-	10
17 04 03	Plomo	-	1
17 04 04	Zinc	-	1
17 04 05	Hierro y acero	40	5
17 04 06	Estaño	-	1
17 04 07	Metales mezclados	-	3
17 04 09 *	Residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas	-	1
17 04 10 *	Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras sustancias peligrosas	-	
17 04 11	Cables distintos a los especificados en el código 17 04 10	-	10
17 06	**MATERIALES DE AISLAMIENTO Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN CON AMIANTO**		
17 06 01 *	Materiales de aislamiento que contienen amianto	-	
17 06 03 *	Otros materiales de aislamiento que consisten en, o contienen, sustancias peligrosas	-	
17 06 04	Materiales de aislamiento distintos a los especificados en los códigos 17 06 01 y 17 06 03	-	25
17 06 05 *	Materiales de construcción que contienen amianto	-	
17 08	**MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN A PARTIR DE YESO**		
17 08 01 *	Materiales de construcción a partir de yeso contaminados con sustancias peligrosas	-	
17 08 02	Materiales de construcción a partir de yeso distintos a los especificados en el código 17 08 01	-	15
17 09	**OTROS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN O DEMOLICIÓN**		
17 09 01 *	Residuos de construcción y demolición que contienen mercurio	-	
17 09 02 *	Residuos de construcción y demolición que contienen PCB (por ejemplo, sellantes que contienen PCB, revestimientos de suelo a partir de resinas que contienen PCB, acristalamientos dobles que contienen PCB, condensadores que contienen PCB)	-	6
17 09 03 *	Otros residuos de construcción y demolición (incluidos los residuos mezclados) que contienen sustancias peligrosas	-	1
17 09 04	Residuos mezclados de construcción y demolición distintos a los especificados en los códigos 17 09 01, 17 09 02 y 17 09 03	-	4

Además de tierras y piedras no contaminadas, procedentes de excavación, que podrán ser

reutilizadas para operaciones de acondicionamiento y/o relleno de terrenos, también serán reutilizados los metales en acero al carbono, cuya generación estimada será de 40 t o 5 m^3.

2.7.5
Desmovilización y Recuperación de Obra

En todos los frentes de trabajo se realizará la recuperación ambiental del área, con la remoción de todos los equipos y restos de materiales de las obras. Posteriormente, se realizará la recomposición de la cobertura vegetal original o el revestimiento vegetal en áreas de suelo expuesto. La recuperación de las áreas de trabajo utilizadas es parte integrante de los servicios de construcción, siendo responsabilidad de los Contratistas.

Las instalaciones temporales serán desmovilizadas al final de las actividades de cada empresa, sea de construcción o montaje. Su desmovilización incluirá la recuperación del área donde se instaló para que el terreno del lugar recupere sus características originales. Más detalles sobre las actividades que se llevarán a cabo en este sentido pueden verse en el Programa de Recuperación de Áreas Degradadas del PGAS (**Capítulo 7.0**).

La mano de obra contratada para el Proyecto también será desmovilizada gradualmente de acuerdo con el cronograma de actividades. Durante cese del contrato de los profesionales, se seguirán los procedimientos establecidos por la legislación laboral paraguaya, garantizándoles todos los derechos debidos.

2.7.6
Mano de Obra de Construcción, Equipos y Maquinarias

<u>Mano de Obra de la Planta</u>

Se emplearán 3,190,532.57 horas-hombre, con un pico de personal en los meses 21-24 de 1,020 a 1,073 personas según curva siguiente (**Figura 2.7.6.a**).

ATOME PLC

Figura 2.7.6.a
Mano de Obra de Construcción de la Planta



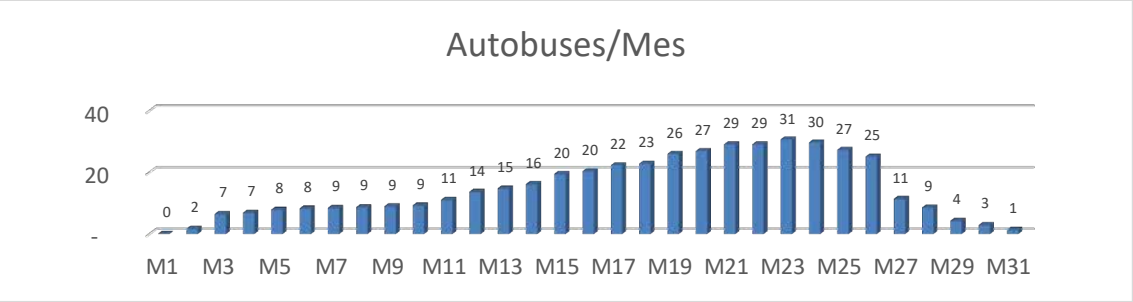
Mano de Obra de la LT y Sistema de Captación de Agua y Tuberías de Agua y Efluentes

Para la construcción y montaje de la LT y sistema de captación de agua y tuberías de agua y efluentes, se calculan que se necesitarán unos 40-50 trabajadores para cada componente como máximo, variando en cantidad durante los meses de obra, siendo 8-12 durante el mes 1 de la obra y 15-20 durante la puesta en marcha.

Transporte

Como se mencionó previamente, no se tiene previsto alojamiento in situ para trabajadores. Estos serán transportados al lugar de trabajo en autobuses. La previsión cantidad de autobuses necesarios (considerando una plaza de 35 por bus) se observa en la siguiente **Figura 2.7.6.b**. Se estima que los autobuses saldrán de la Estación de Autobuses de Asunción (Avenida Fernando de la Mora, Asunción) y se dirigirán a la Planta a través de la Ruta Nacional PY19 (Villeta – Alberdi), con paradas intermedias a definir en fases posteriores.

Figura 2.7.6.b
Cantidad de autobuses para transporte de trabajadores durante las obras



ATOME PL

Equipos y Maquinarias

La cantidad de equipos y maquinarias a ser utilizados depende de los plazos principalmente, pero preliminarmente se consideran los siguientes números:

- Bulldozer (2x)
- Pala cargadora (x4)
- Retroexcavadora (x3)
- Mototrailla (1x)
- Compactadora 10 tn (3x)
- Camiones (10x)

Transporte

En cuanto a las cargas sobredimensionadas que se transportarán al emplazamiento del Proyecto durante la fase de construcción, la lista prevista se muestra en la **Tabla 2.7.6.a** a continuación. Los equipos se recogen en diferentes orígenes y desde estos lugares se transportan vía marítima hasta Montevideo. En Montevideo, se realiza trasvase a barcaza fluvial que los transporta hasta el puerto Terport, en Villeta. Desde el puerto Terport, se transportan por la Ruta Nacional PY19 hasta la ubicación del Proyecto en camiones portacontenedores para la carga contenerizada y en camiones barcaza ro-ro o especiales para aquellas piezas cuyas dimensiones o pesos excedan de los límites establecidos por las normativas vigentes en Paraguay.

Tabla 2.7.6.a
Cargas sobredimensionadas a ser transportadas hasta el terreno

Unidad - Sección	Descripción	Cantidad	Tamaño por Unidad (m x m x m)	Peso Unitario (Tn)	Origen
2- SE Planta	Transformadores HV	2	7 x 5 x 5	120	Hamburgo
7 – Almacenamiento CAN	Rollos de banda	15	3,5D x 1,5	3	Puerto Coruña
	Mastil del rascador	2	5 (alto) x 3 (ancho)x 17 largo	15	Puerto Turquía
13 – Planta de Electrólisis	Electrolyser 1 x 1000 Nm3/h	22	6,90 x 2,41 x 2,80	50 tn / each	China
	Transformador	22	5,00 x 4,00 x 4,20	20 tn/each	China
20 – Planta de AN	Torre de Absorción	1	3,6 D x 25 m	78	Rotterdam o Amberes
	Torre de Absorción	1	3,6 D x 25 m	78	Rotterdam o Amberes
	Torre de Blanqueamiento	1	2,3 D x 6,5	95	Rotterdam o Amberes
	Condensador de turbina de vapor	1	8,8 x 2,3 x 2,9	24	Rotterdam
	Evaporador	1	6,8D x 6,8	56	Amberes
	Enfriador de aceite	1	8,76 x 4,41 x 4,22	28.8	Rotterdam
	Quemador de amoníaco	1	5,2 D x 4,5	13.6	Amberes
	Compresor de aire	1	vendor	104	Rotterdam
	Compresor de gas nitroso	1	vendor	53.3	Rotterdam
	Motogenerador	1		18.8	Rotterdam

ATOME PLC

Tabla 2.7.6.a
Cargas sobredimensionadas a ser transportadas hasta el terreno

Unidad - Sección	Descripción	Cantidad	Tamaño por Unidad (m x m x m)	Peso Unitario (Tn)	Origen
20B -Planta de SNA	Tanque de condensado de proceso	1	3,0D x 4,23	8.5	Shangai
20F - Planta GRAN	Tanque lavador secador	1	4,67D x 5,17		Turquía
	Silo de Sólidos	1	15 m3		Turquía
	Tanque de efluentes líquidos	1	5,5 D x 4,35		Turquía
	Chimenea de aire	1	5,7D x 47		Turquía
21 – Parque de tanques buffer H_2	Tanques de almacenamiento de H2	2	3,0D x 20 m		Gijón
22 - USA	Buffer 200 m2	1	22 x 0,5 x0,5		Puerto marítimo internacional
	Caja fria	1	15,1 x 4,75 x 4,7	47.5	Puerto marítimo internacional
25 – Unidad de Sintesis de NH_3	Convertidor NH3	1	1,5 D X 15	116.0	Genoa / Porto Marghera
	Convertidor NH3 - internos	1	1,5 D x 15	25.0	Genoa / Porto Marghera
	Compresor de refrigeración de amoníaco	1	9 x 3,3 x h	30.0	Porto Marghera
	Compresor de refrigeración de amoníaco	1	10,2 x 4,2 x h	5.0	Porto Marghera
	Compresor de refrigeración de amoníaco	1	4,5 x 4,5xh	5.0	Porto Marghera
Varios	Espesadores WWTP	2	4D x 4,8		Valencia
	Puente grúa - Turboset	1	24	12	India
	Puente grúa - WHB	1	16	6	India

Para el transporte de materias primas se prevén las siguientes frecuencias:

- **Dolomita:** 1 camión de entrada cada 4 días.
- **Repuestos, consumibles y otros:** 1 camión día + 1 furgoneta día

Los EPCistas realizarán análisis de las condiciones de las carreteras que se utilizarán para el transporte de las cargas sobredimensionadas, evaluando cada tramo de la ruta entre el terreno de la Planta y el puerto para ver si existen puntos en los que el paso de las cargas se encontraría con obstáculos que requerirían algún ajuste en función de las características de la carga. Entre los posibles obstáculos figuran, por ejemplo, tramos muy estrechos de la carretera, limitación de altura debido a la presencia de cables de LT que atraviesen la carretera, u otros obstáculos.

En el caso de la LT y el sistema de captación de agua y tuberías de agua y efluentes no se consideran transporte de cargas sobredimensionadas considerando que los componentes se montan in situ. No obstante, si se prevé el transporte de vehículos de gran dimensión como grúas y la compra y transporte de suministros del mercado local como estructuras metálicas y accesorios y conductores, herrajes y otros suministros importados, para el primer componente mencionado.
Debido a que ambos proyectos se encuentran en un nivel de anteproyecto muy básico no se

ATOME PLC

cuentan con mayores informaciones respecto al transporte.

Figura 2.7.6.c
Foto ilustrativa del transporte del reactor de NH_3



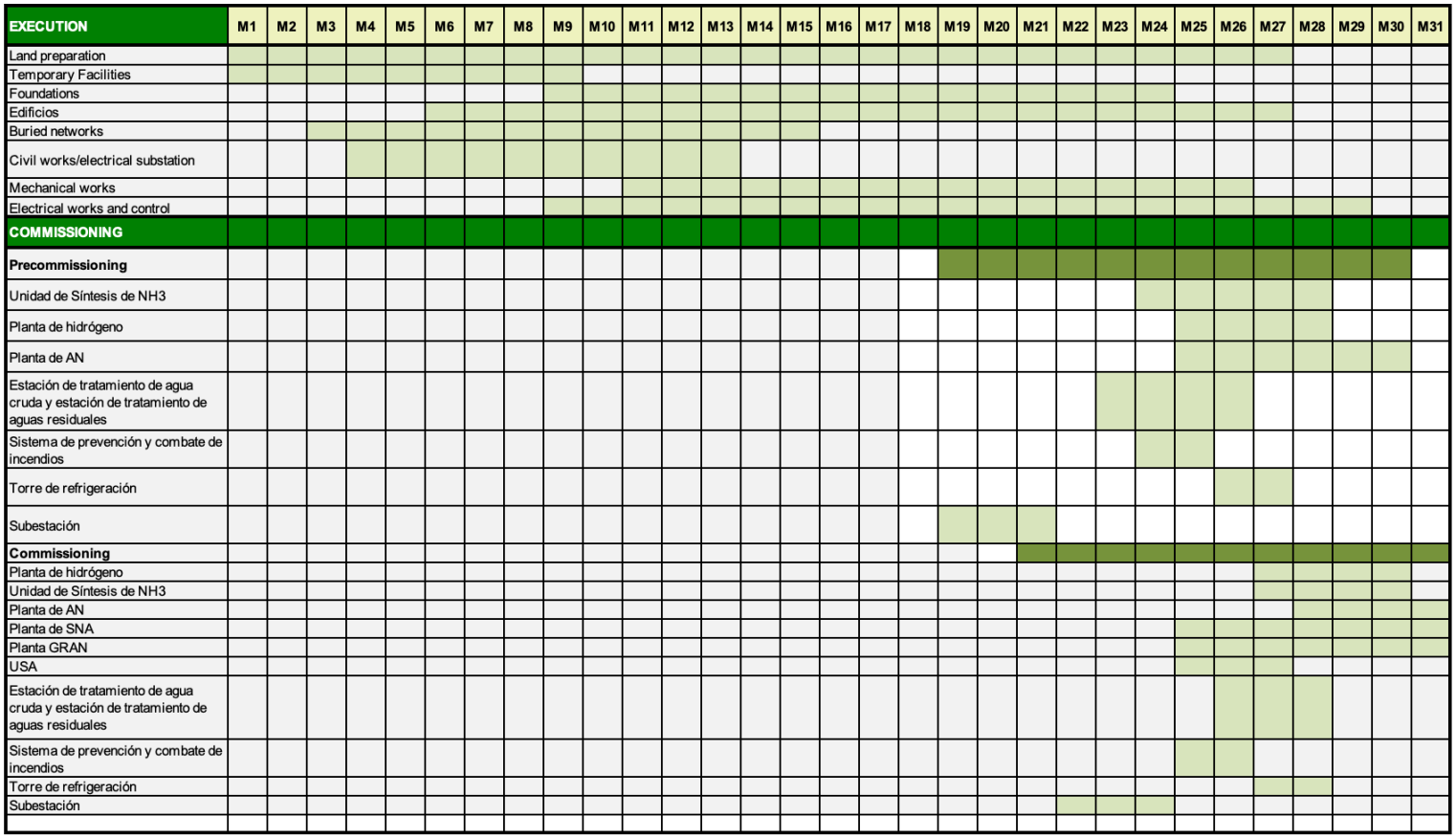
Movimiento de Suelos (Relleno)

Se estima una flota de 10 camiones para relleno, con duración de 90.5 días, lo que equivale a unos 6 viajes ida-vuelta por camión al día por la Ruta Nacional PY19 (Villeta – Alberdi). También está prevista una flota de 5 camiones para transporte de contenedores con mercancías importadas, con duración intermitente a lo largo de 5 meses, según llegadas al puerto Terport.

2.7.7
Cronograma de Obras

Se estima que la implementación del Proyecto tendrá una duración de 31 meses. Las obras y el montaje electromecánico se estiman en una duración de 29 meses. El pre-comisionamiento iniciaría en el mes 19 y el comisionamiento en el mes 21 con una duración de 11 meses (ver **Figura 2.7.7.a**). Para la LT, el periodo de construcción se estima en 140 días (cerca de 4.5 meses) (**Figura 2.7.7.b**). No se cuenta aún con detalles del cronograma del sistema de captación de agua y tuberías de agua y efluentes.

Figura 2.7.7.a
Cronograma tentativo de obras civiles y montaje electromecánico



EXECUTION	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M20	M21	M22	M23	M24	M25	M26	M27	M28	M29	M30	M31
Land preparation																															
Temporary Facilities																															
Foundations																															
Edificios																															
Buried networks																															
Civil works/electrical substation																															
Mechanical works																															
Electrical works and control																															
COMMISSIONING																															
Precommissioning																															
Unidad de Síntesis de NH3																															
Planta de hidrógeno																															
Planta de AN																															
Estación de tratamiento de agua cruda y estación de tratamiento de aguas residuales																															
Sistema de prevención y combate de incendios																															
Torre de refrigeración																															
Subestación																															
Commissioning																															
Planta de hidrógeno																															
Unidad de Síntesis de NH3																															
Planta de AN																															
Planta de SNA																															
Planta GRAN																															
USA																															
Estación de tratamiento de agua cruda y estación de tratamiento de aguas residuales																															
Sistema de prevención y combate de incendios																															
Torre de refrigeración																															
Subestación																															

Figura 2.7.7.b
Cronograma tentativo de la línea de transmisión

ACTIVIDADES	DURACION (días)	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
CONSTRUCCION	140							
Obras civiles	70							
Obras electromecánicas	60							
PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO	60							

ATOME PLC

2.8
Aspectos de Operación y Mantenimiento

2.8.1
Operación de la Planta

2.8.1.1
Capacidad Productiva

Tabla 2.8.1.1.a
Información sobre la capacidad productiva de cada unidad de la Planta

H_2 Tasa de producción	1,802.0 kg/h
Tasa de producción de N_2 (para proceso)	8,363 kg/h
Producción de NH_3	10,165 kg/h
Producción de AN (base seca)	18,333 kg/h
Producción AN (solución)	29,542 kg/h
SNA Tasa de producción (base seca)	23,208 kg/h
SNA Tasa de producción (solución)	24,458 kg/h
Tasa de producción de CAN	31,958 kg/h

2.8.1.2
Perfil de Funcionamiento

Tabla 2.8.1.2.a
Perfil de Funcionamiento por hora/día y día/año de cada Bloque de Proceso

Bloque de Proceso	Valor	Unidades
Planta H2		
Perfil de funcionamiento	24 350	h/día día/año
Planta ASU		
Perfil de funcionamiento	24 350	h/día día/año
Planta NH_3		
Perfil de funcionamiento	24 350	h/día día/año
Planta de AN		
Perfil de funcionamiento	24 350	h/día día/año
Planta SNA		
Perfil de funcionamiento	24 350	h/día día/año
Planta GRAN		
Perfil de funcionamiento	22 330	h/día día/año

ATOME PLC

2.8.1.3
Productos

El producto de la Planta es el fertilizante CAN, producido a partir del NH_3 que se constituye con el H_2 y el N_2 (véanse las **Secciones 2.6.1.1** y **2.6.1.2**).

Como se menciona en las **Sección 2.8.1.1**, la Planta está diseñada para producir unos 10,165 kg de NH_3 por hora y 31,958 kg de CAN por hora.

Como subproductos se generan también argón y O_2, gases que poseen valores comerciales, y, por lo tanto, podrían almacenarse y exportarse. Sin embargo, la Planta de ATOME no será diseñada para recuperar el argón, que será expulsado de nuevo a la atmósfera. Se dejará una provisión para la recuperación de O_2 en el futuro.

2.8.1.4
Transporte y Comercialización de los Productos

El producto final será transportado por vías terrestres y fluvial.

Transporte Terrestre

- **CAN:** 50 viajes de camiones (vacíos + cargados) para la exportación de las 770 ton/día (cómputo total para la producción en big bags o granel).

La configuración del tipo de camiones más utilizados en el país para el transporte de fertilizantes es tractor tipo Scania + semirremolque con longitudes de 16 m, incluso menores. La longitud máxima de esta configuración es de 18.15 m (**Figura 2.8.1.4.a**). El transporte se realiza en big bags de 1,000 kg cada una, totalizando cargas de hasta 30,000 kg (30 big bags). Lo máximo que se puede cargar es 33 ton.

Figura 2.8.1.4.a
Camión tractor tipo Scania con semirremolque



ATOME PLC

Según las evaluaciones del plan de negocio en desarrollo, las opciones de destino final en el transporte del fertilizante CAN por carretera incluyen las ciudades de Cascavel y Dourados, en Brasil, y las ciudades de San Salvador de Jujuy y San Miguel de Tucumán, en Argentina.

Transporte fluvial

El transporte y comercialización de producto final (fertilizante) aún se encuentra en estudio ya que será definido de acuerdo con el modelo de negocio en proceso de desarrollo.

Una de las opciones evaluadas es el transporte por carretera hasta el puerto de Terport, en Villeta. El Puerto Terport, ubicado 33 km aguas arriba del terreno de la Planta por vía fluvial, y aproximadamente 15 km por la Ruta Villeta - Alberdi. Del Puerto Terport, el producto es transportado hasta el puerto de Nueva Palmira, en Uruguay.

2.8.1.5
Efluentes y Residuos Sólidos

En la operación de la Planta se estima que se generarán los siguientes tipos de residuos, con las cantidades estimadas preliminarmente:

- Lodos: 900 m^3/año
- Aceite usado compresores, transformadores y motores: 60 m^3
- Aguas de proceso contaminadas con NH_3: 40 m^3/año
- Aguas de proceso contaminadas con KOH: 150 m^3/año
- Aguas de proceso contaminadas con aditivos químicos de refrigeración / o tratamiento agua: 200 m^3/año. Las aguas de proceso no son vertidas directamente sino dirigidas a la ETAR para homogenizar y estabilizar previa a su descarga a la red de drenajes.
- Basura (residuo orgánico generados por el personal de planta): 8,000 kg/año
- Basura (residuo sólido generados por el personal de planta): 30,000 kg/año
- Residuos eléctricos: 800 kg/año
- Residuos mecánicos (filtros, piezas metálicas, chatarra, plásticos, fungibles…): 5,000 kg/año

2.8.2
Mantenimiento de la Planta

Para las actividades de mantenimiento de los equipos e instalaciones de la Planta, además de los vehículos que forman parte de la operación, es decir, aquellos que traen materias primas y otros insumos y aquellos en los que se envían los productos, el diseño de la Planta prevé un área de almacén y taller (ver **Layout General** en la **Figura 2.6.a**).

Los requisitos específicos de mantenimiento se resumen en la **Tabla 2.8.2.a**. Se prevé una parada anual de 15 días para ejecutar las principales tareas de mantenimiento. La planta, sus equipos y sistemas están diseñados para una vida útil de 25 años.

ATOME PLC

Tabla 2.8.3.a
Requisitos de mantenimiento

Bloque	Periodicidad	Mantenimiento menor	Mantenimiento Mayor	Tiempo total de inactividad
Electrólisis	24 h/d Año: 10x: 330 d/año	Sin impacto	Cada 10 años: 4 paradas del 33% secuencialmente	4 semanas/10 años
USA	24 h/d 350+ d/año	Sin impacto	Sin impacto (redundancia completa)	Sin impacto (redundancia completa)
Compresores syngas	24 h/d	Sin impacto	Sin impacto (redundancia completa)	Sin impacto (redundancia completa)
Unidad de Síntesis de NH3	24 h/d 350 d/año	3 días por parada	Cada 10 años: 4 semanas	14 días/año 4 semanas/10 años
Planta de AN	24 h/d 350 d/año	3 días cada 200 días de operación	30 días cada 3 años	45 días/3 años
Planta SNA	24 h/d 350 d/año	1 día cada 6 meses	14 días cada año	15 días/año
Planta GRAN	22 h/d 330 d/año	2 h/día + 30 días distribuidos en el año	21 días cada año (peor escenario)	2 h/d 35 días/año

Los tanques buffer entre cada proceso de la planta están diseñados para proporcionar:

- Suficiente volumen de gas de síntesis (H_2+N_2) para una reducción de emergencia y una puesta en marcha segura del circuito de amoníaco. Estos 2 búferes están pensados para ser desviados durante el funcionamiento normal.

- Suficiente volumen de NH_3, NA y ANS para hacer funcionar el resto del proceso durante el mantenimiento menor normal, y durante las paradas diarias de limpieza de la planta de granulación (2h/día). Los depósitos de NH_3 y NA están dimensionados para una capacidad de producción de 4 días, y el depósito de ANS para una capacidad de producción de 2 días.

Todos los elementos de la Planta serán sometidos a mantenimiento, incluyendo refrigeradores, sopladores, filtros, bombas, así como elementos de infraestructura de la Planta, como escaleras, pasarelas, accesos internos, integridad de tanques y estructuras de hormigón, etc.

2.8.3
Mantenimiento de la LT

Los servicios de mantenimiento preventivo (periódico) y correctivo (restablecimiento de interrupciones) de la LT serán realizados por el equipo de mantenimiento de una empresa especializada a ser contratada por Atome, que podrá ser la propia ANDE.

Durante las inspecciones de la LT, se deberá observar el estado de los equipos, los accesos a las torres y la situación de la franja de servidumbre, con el fin de preservar las instalaciones y el funcionamiento de la LT.

ATOME PLC

2.8.4
Mano de Obra de Operación y Mantenimiento

La operación de la Planta involucrará operadores en los distintos bloques de procesos, la Planta de tratamiento de agua cruda y la ETAR, la expedición de productos, la SE de la Planta (que será de la ANDE), además de trabajadores de las áreas administrativas, mecánicas, entre otros.

Se calcula que en esta fase se generarán los siguientes puestos trabajo directos e indirectos:

- 90 puestos permanentes para la O&M de la planta.
- Hasta 25 puestos permanentes en trabajos de subcontratación.
- Hasta 30 puestos temporales para trabajos subcontratados.

Además, las plantas similares requieren profesionales para supervisar las operaciones, como ingenieros medioambientales, técnicos químicos y de laboratorio, personal de logística y de la cadena de suministro, directivos, personal de alto nivel, especialistas en RRHH, personal jurídico, comercial y administrativo, entre otros. Esto se traduce en la creación de unos 290 puestos de trabajo indirectos.

Con la expansión de la cadena de valor de ATOME a CAN, se estima que se crearán 80 puestos de trabajo directos y 584 indirectos.

Por tanto, el número total de trabajadores directos contratados en esta fase es de 240, de los cuales 195 son fijos y 45 temporales. El número total de empleos indirectos que se crearán podría alcanzar los 874.

ATOME PLC

3.0 Estudio de Alternativas

ATOME PLC

JGP Consultoria e Participações Ltda.
Rua Américo Brasiliense, 615 - São Paulo
CEP 04715-003 - Fone / Fax 5546-0733
e-mail: jgp@jgpconsultoria.com.br

Zona Franca y Planta de Producción de Fertilizante Verde de ATOME Paraguay S.A.

Estudio de Impacto Ambiental y Social (EIAS)

Febrero de 2024

RESUMEN

3.0 Estudio de Alternativas **1**
3.1 Alternativas de Localización 1
3.1.1 Alternativas de Terrenos para la Implantación de la Planta 1
3.1.1.1 Alternativas Evaluadas 1
3.1.1.2 Análisis Comparativo 4
3.1.2 Alternativas de Trazado para la Línea de Transmisión 8
3.1.2.1 Alternativas Evaluadas 8
3.1.2.2 Análisis Comparativo 11
3.1.3 Alternativas de Trazado para las Tuberías de Agua y Efluentes Tratados 13
3.1.3.1 Alternativas Evaluadas 13
3.1.3.2 Análisis Comparativo 14
3.2 Alternativas Tecnológicas y Económicas 20
3.2.1 Alternativas de Tecnologías de Electrólisis de H_2 21
3.2.1.1 Tecnologías Evaluadas 21
3.2.1.2 Análisis Comparativo 25
3.2.2 Alternativas de Recuperación de Productos del Aire 27
3.2.1.1 Opciones Evaluadas 27
3.2.1.2 Análisis Comparativo 28
3.2.3 Alternativas de Tecnologías de Síntesis de NH_3 30
3.2.3.1 Tecnologías Evaluadas 30
3.2.3.2 Análisis Comparativo 33
3.2.4 Alternativas de Tecnologías de Almacenamiento de CAN 34
3.2.4.1 Tecnologías Evaluadas 34
3.2.4.2 Análisis Comparativo 36
3.2.5 Alternativas de Sistema de Refrigeración 36
3.2.5.1 Tecnologías Evaluadas 36
3.2.5.2 Análisis Comparativo 38
3.2.6 Alternativas de Tratamiento del Agua 39
3.2.6.1 Tecnologías Evaluadas 40
3.2.6.2 Análisis Comparativo 42
3.2.7 Alternativas de Fuente de Agua Superficial y/o Subterránea 44
3.2.7.1 Opciones Evaluadas 44
3.2.7.2 Análisis Comparativo 44
3.3 Alternativa sin Proyecto 45

ATOME PLC

3.0
Estudio de Alternativas

3.1
Alternativas de Localización

3.1.1
Alternativas de Terrenos para la Implantación de la Planta

3.1.1.1
Alternativas Evaluadas

Se evaluaron tres alternativas de terreno para la construcción de la Planta de H_2, NH_3 y CAN verdes de ATOME, que se muestran en la **Figura 3.1.1.1.a** a continuación. Las tres alternativas estudiadas son aptas para el desarrollo de emprendimientos industriales que requieran altos consumos de energía eléctrica, estando los tres terrenos cerca de subestaciones eléctricas.

Además de estar cerca de una subestación, otras características que se tuvieron en cuenta en la búsqueda de alternativas de terreno fueron la proximidad a fuentes de agua con ciertos requerimientos de calidad y cantidad, y la proximidad a redes viales y portuarias para el envío de los productos finales.

Como se muestra en la **Figura 3.1.1.1.a**, las Alternativas 1 y 2 se encuentran más próximas, ambas cerca de la Subestación (SE) Buey Rodeo (ver Detalle 1 de la Figura), ubicada en el Distrito de Villeta, en el lugar denominado Ype Kaé, Departamento Central, al borde de la Ruta Nacional PY19, totalmente asfaltada, que une los distritos de Villeta y Alberdi.

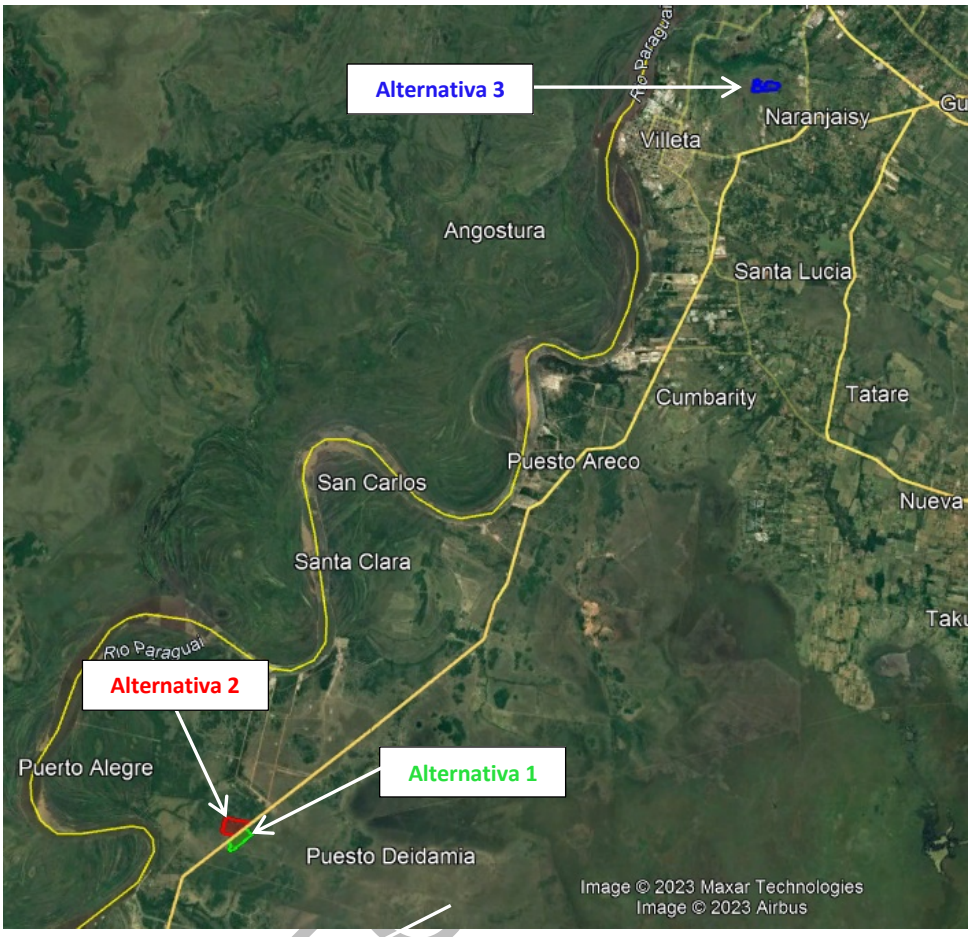
La Alternativa 3, por su parte, está más alejada de las otras dos, ubicada en Naranjaisy, cerca de la sede de Villeta (ver Detalle 2 de la Figura), lindera a la SE “ADM” y próxima al Centro de Distribución Unilever Paraguay. El inmueble cuenta con acceso desde la Ruta Ypané-Villeta, asfaltada.

Después de la primera oferta, la Alternativa 2 se volvió a ofrecer a ATOME con la configuración que se muestra en la siguiente **Figura 3.1.1.1.b**. Como puede observarse, el terreno Padrón 8369 de este propietario se dividió en 7 fracciones, siendo la Fracción 1 con 18.64 ha, la Fracción 2 con 11.36 ha, las Fracciones 3, 4, 5 y 6 con 13.56 ha cada una y la Fracción 7 con 22.85 ha.

La Alternativa 2 finalmente comparada con las demás fue una unión de la Fracción 1 y la Fracción 2, con la siguiente configuración mostrada en la **Figura 3.1.1.1.c**.

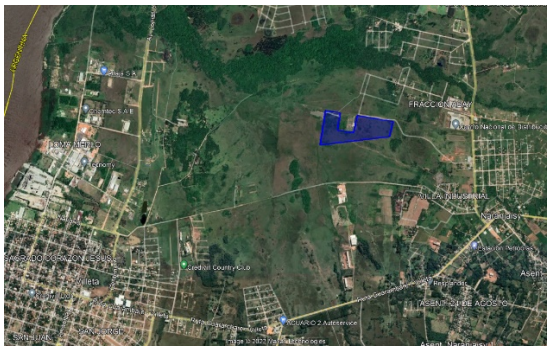
ATOME PLC

Figura 3.1.1.1.a
Localización de las alternativas de terreno 1 a 3





Detalle 1



Detalle 2

Figura 3.1.1.1.b
Alternativa 2 ofrecida finalmente a ATOME



Figura 3.1.1.1.c
Alternativa 2 en la configuración inicial (rojo) y final (naranja)



La siguiente **Tabla 3.1.1.1.a** muestra los datos sobre propietarios y superficie de las 3 alternativas de terrenos evaluadas.

Tabla 3.1.1.1.a
Datos de las alternativas de terreno evaluadas

Alternativas	Propietario	Superficie
1	El Arreglo S.A.	22 ha (5,200 m^2)
2	Monteclaro S.A.	30 ha (7,800 m^2)
3	CDD Construcciones S.A.	18 ha (8,800 m^2)

3.1.1.2
Análisis Comparativo

Uno de los criterios técnicos considerados en el análisis de los terrenos fue la disponibilidad de superficie y el formato de las parcelas para los equipos e infraestructura necesarios para la producción de CAN. Como puede observarse, las Alternativas 1 y 3 presentan una superficie mucho menor que la Alternativa 2. Aunque el *layout* de la Planta no cubre las 30 ha disponibles en la Alternativa 2, y debe construirse en una superficie de 24,75 ha correspondientes a las zonas A y B de la **Figura 2.7.2.1.a** de la **Sección 2.7.2.1**, el resto del terreno, donde se encuentra la mayor cantidad de bosque sub-húmedo existente en el terreno, en principio será conservado y solo será utilizado en última instancia, para ampliaciones futuras. En cuanto a las Alternativas 1 y 3, con superficies menores, se utilizaría casi todo el terreno (Alternativa 3) o la superficie sería insuficiente, lo que obligaría a compactar el *layou*t (Alternativa 1).

ATOME

Además, en las Alternativas 1 y 3 la disposición del terreno es alargada y poco profunda, lo que llevaría a las principales instalaciones de la Planta a estar demasiado cerca de la carretera.

Otro criterio evaluado fue el uso y ocupación del entorno de los terrenos. Como se ha observado, la Alternativa 3 se encuentra en una zona con un entorno inmediato desocupado, pero que está próxima a la sede del municipio de Villeta, rodeada de zonas urbanas y de expansión urbana. Por esta razón, se entiende que esta alternativa es más desventajosa que las otras, ya que las áreas ocupadas podrían expandirse en su dirección, aumentando el número de comunidades muy cercanas y que podrían ser susceptibles a molestias de una planta industrial, como el proyecto propuesto, principalmente en la fase de construcción. Las Alternativas 1 y 2, en cambio, se encuentran en una región con un entorno muy desocupado, con una única residencia rural en las proximidades.

Las Alternativas 1 y 3 tienen como ventaja su proximidad a la Subestación (SE), lo que reduciría en gran medida la longitud de la línea de transmisión (LT) que habría que construir. Sin embargo, esta proximidad también es desventajosa, ya que la configuración del terreno ocupa casi todo el entorno de la SE, principalmente en la Alternativa 3, que impediría una futura ampliación de la SE. Además, en ambos casos, el terreno ya está siendo cortado por LTs existentes, en el caso de la Alternativa 1, una LT de 220 kV.

En el caso de la Alternativa 1, la parte del terreno situada frente a los *bays* de entrada no podría ocuparse, lo que reduciría la superficie de terreno disponible que podrían ocupar las estructuras de la Planta. Por fin, es importante mencionar que en zona de la Alternativa 1 existe tubería de agua para el riego de plantaciones de arroz.

Las tres alternativas de localización del terreno de la Planta también se evaluaron en relación con aspectos del Medio Físico, tales como geología, hidrogeología, suelos, relieve e hidrografía. Las características de cada alternativa en relación con estos aspectos figuran en la **Tabla 3.1.1.2.a**, a continuación.

Tabla 3.1.1.2.a
Análisis comparativo de las Alternativas en relación con aspectos del Medio Físico

	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Geología	Arenas, limos, arcillas, gravas y organismos conglomerados	Arenas, limos, arcillas, gravas y organismos conglomerados	Areniscas friables finas a medias
Unidades hidrogeológicas/ Productividad	Sedimento Cuaternario/ Normalmente baja pero localmente Moderada. Suministro de agua para satisfacer el abastecimiento local o el consumo privado.	Sedimento Cuaternario/ Normalmente baja pero localmente Moderada. Suministro de agua para satisfacer el abastecimiento local o el consumo privado.	Patiño-Caacupé/ Normalmente baja pero localmente Moderada. Suministro de agua para satisfacer el abastecimiento local o el consumo privado.

ATOME PLC

Tabla 3.1.1.2.a
Análisis comparativo de las Alternativas en relación con aspectos del Medio Físico

	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Suelos	FLdy – Dystric Fluvisols Suelos desarrollados en depósitos fluviales, sin agua freática, a veces naturalmente inundados, adecuados para cultivos con riego controlado (poco fértil)	FLdy – Dystric Fluvisols Suelos desarrollados en depósitos fluviales, sin agua freática, a veces naturalmente inundados, adecuados para cultivos con riego controlado (poco fértil)	LPli-ACpl: Lithic Leptosols e Plintic Acrisols. Los Leptosols comprenden suelos muy delgados sobre roca y ricos en fragmentos gruesos. Los Acrisols son suelos ácidos con mayor contenido de arcilla en subsuperficie. Ambos son susceptibles a procesos de erosión cuando se exponen.
Altitudes en metros sobre el nivel del mar	Aproximadamente entre 61 e 65 m	Aproximadamente entre 62 e 67 m	Aproximadamente entre 64 e 81 m
Distancia más corta desde río principal	2.2 km de río Paraguay	2.0 km de río Paraguay	3.0 km de río Paraguay
Distancia más corta desde arroyos secundarios	7.6 km de Arroyo Paray y 7.2 de Arroyo Surubiy	7.3 km de Arroyo Paray y 7 km de Arroyo Surubiy	0.7 km de Arroyo Abay

Fuente: Google Earth Pro (GOOGLE, 2023); MADES (2022).

Observando la **Tabla 3.1.1.2.a**, se puede ver que, en términos de los aspectos de Medio Físico, las Alternativas 1 y 2 son equivalentes. A su vez, la Alternativa 3 tiene desventajas con respecto a las demás, excepto por la hidrogeología. Aunque la Alternativa 3 está ubicada en un área con un acuífero diferente, a saber, el sistema Acuífero Patiño/Caacupé, este tiene aproximadamente la misma clasificación de productividad que los acuíferos en el área de las Alternativas 1 y 2. Por otro lado, considerando que la Alternativa 3 tiene un entorno más urbanizado, hay mayor posibilidad de explotación del acuífero local.

Con respecto a la geología, si bien los terrenos de las Alternativas 1 y 2 también tienen capas arenosas, además de limo y arcilla, las areniscas mapeadas en el área de la Alternativa 3 son extremadamente friables y susceptibles a la erosión al exponerse en tramos del terreno. Los suelos mapeados en el área de la Alternativa 3 también son poco profundos y con diferenciación textural, lo que se traduce en una mayor susceptibilidad a la erosión, especialmente cuando están expuestos a la acción de la lluvia.

En cuanto al relieve, la Alternativa 3 presenta un mayor desnivel, ya que se encuentra en altitudes ubicadas entre 64 m y 81 m aproximadamente, resultando un desnivel máximo de 17 m entre los extremos del terreno. Así, en contraste con las Alternativas 1 y 2, que tienen desniveles menores a 5 m, para la Alternativa 3 sería mayor el movimiento de tierras, necesitando mayores cortes y área de deposición de tierra sobrante, o de mayor demanda de volúmenes de material prestado, cuyas áreas de extracción también pueden generar impactos ambientales relacionados.

ATOME PLC

Con respecto a la hidrografía, las tres alternativas se ubican a poca distancia del río Paraguay, estando las Alternativas 1 y 2 aproximadamente a 2.2 km y 2 km, respectivamente, de ese cuerpo de agua; y la Alternativa 3, a unos 3 km. De cualquier manera, teniendo en cuenta que se utilizará agua del río Paraguay, la Alternativa 2 está más cerca, presentando ventaja en este sentido.

Por otra parte, aunque ninguna de las alternativas se encuentra cerca de arroyos secundarios, la Alternativa 3 se encuentra a una distancia menor, a unos 0.7 km del Arroyo Abay, y las Alternativas 1 y 2 se ubican a 7 km de los Arroyos Surubiy y Paray. Así, para las Alternativas 1 y 2 se considera menor la posibilidad de ocurrencia de impactos indirectos en áreas hidrológicamente sensibles.

La **Tabla 3.1.1.2.b** presenta las características de las alternativas de terreno analizadas en relación con la cobertura vegetal y uso del suelo. Esta cuestión es importante, ya que será necesario suprimir la vegetación en unas 20 ha para instalar las estructuras de la Planta.

Tabla 3.1.1.2.b
Cobertura vegetal y uso del suelo

	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Cobertura y uso actual (año 2023)	Sabanas hidro mórficas arboladas con palma negra o Karanda'y (*Copernicia alba*) e islas de bosques, con uso ganadero reciente, con algunas zonas más deprimidas que constituyen los drenajes naturales de los suelos arcillosos sobre relieve muy plano.	Sabanas hidro mórficas arboladas con palma negra o Karanda'y (*Copernicia alba*) e islas de bosques, con uso ganadero reciente, con muchas zonas más deprimidas que constituyen los drenajes naturales de los suelos arcillosos sobre relieve muy plano.	En 2023 la fracción estaba ocupada con arrozales cultivados, sobre parcelas inundadas con taipas alrededor, construidas anteriormente, muy probablemente entre 2020 y 2022, pues estaban cubiertas por cultivo de arroz en etapa de crecimiento.

ATOME PLC

Se puede observar que, desde el punto de vista de la vegetación, la Alternativa 3 es más ventajosa, al tener un uso agrícola, mientras que las otras dos son áreas ya utilizadas como pasto, pero que tienen vegetación nativa.

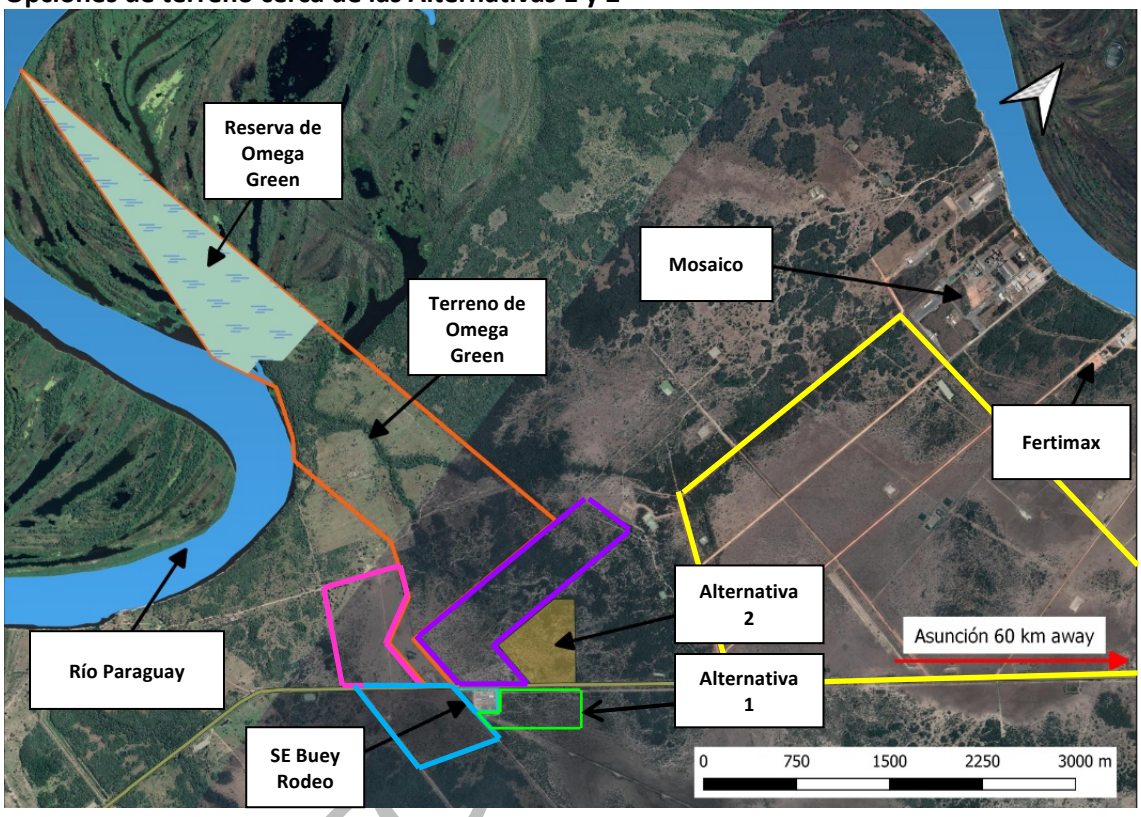
En cualquier caso, comparando las Alternativas 1 y 2, se observa que la Alternativa 2 presenta una ventaja, ya que dispone de una superficie sobrante en relación con las necesidades del proyecto, que podría conservarse. . En la Alternativa 1, con 22 ha, todo el terreno estaría ocupado por las estructuras del proyecto, e incluso habría que comprimir el layout.

En los alrededores de la Alternativa 2, en el lado noreste existen terrenos más cercanos, pero con características similares a la Alternativa 2, y otros más antropizados, pero más alejados de la SE Buey Rodeo (ver polígono amarillo en la **Figura 3.1.1.2.a**), aumentando la longitud de la LT a ser construida, además de no estar a la venta.

En el lado suroeste, está el terreno del propietario vecino (ver polígono morado en la **Figura 3.1.1.2.a**), donde está la única residencia existente en esta zona, seguido de parte del terreno

de la empresa Omega Green (ver polígono rojo). Las otras opciones existentes en dirección al río Paraguay tienen condiciones similares a las del terreno de la Alternativa 2.

Figura 3.1.1.2.a
Opciones de terreno cerca de las Alternativas 1 y 2



Teniendo en cuenta las razones expuestas, se ha elegido la Alternativa 2 como la más ventajosa.

3.1.2
Alternativas de Trazado para la Línea de Transmisión

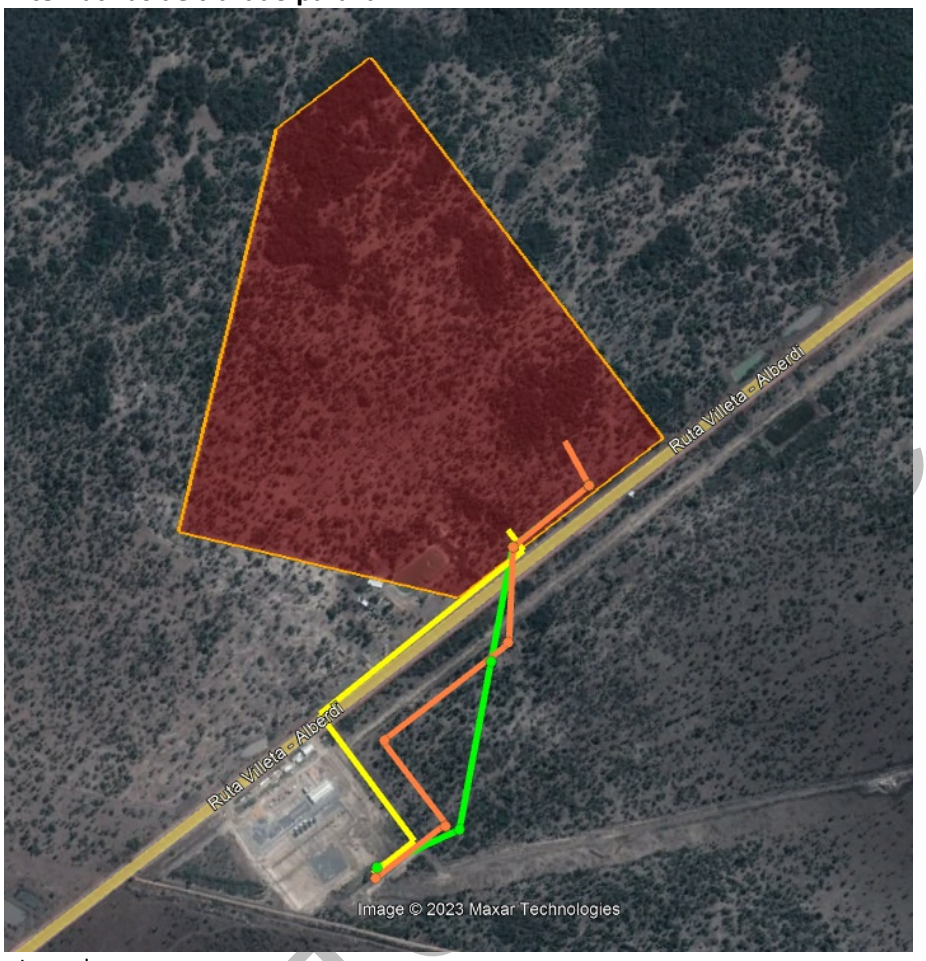
3.1.2.1
Alternativas Evaluadas

Elegida la Alternativa 2 para el terreno donde se construirá la Planta, se estudiaron las alternativas de trazado de la Línea de Transmisión (LT) que une la Subestación (SE) Buey Rodeo, de la ANDE, a la SE de la Planta.

Se evaluaron tres alternativas, las cuales se muestran en la **Figura 3.1.2.1.a**, a continuación.

ATC

Figura 3.1.2.1.a
Alternativas de trazado para la LT



Leyenda:
- Alternativa 1
- Alternativa 2
- Alternativa 3

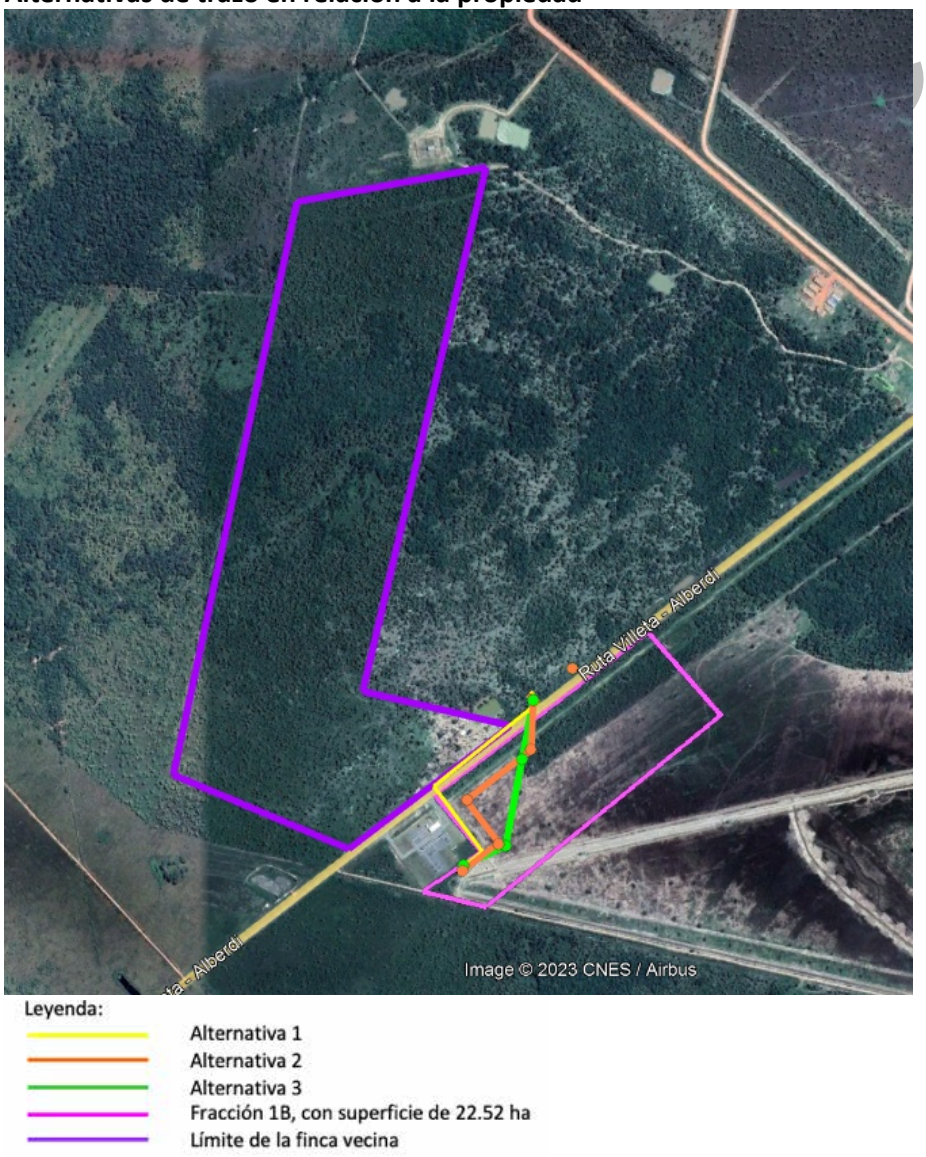
La Alternativa 1, en amarillo, sale de la SE Buey Rodeo en dirección noreste, se desvía hacia el noroeste inmediatamente después y continúa muy cerca la cara este de la SE, cruzando la LT de 66 kV existente (en azul en la **Figura 3.1.2.1.a**) y en seguida la carretera. En este punto se desvía nuevamente hacia el noreste y continúa por cerca de 370 m en la franja de dominio de la carretera, bordeando el límite externo del terreno contiguo al de la planta, desviándose nuevamente hacia el noreste para para llegar a la SE.

La Alternativa 2, de color naranja, sale de la SE Buey Rodeo también en dirección noreste, pero sigue un tramo algo más largo en esta dirección, desviándose también hacia el noroeste y siguiendo en esta dirección un poco más lejos de los límites de la SE durante unos 150 m hasta desviarse de nuevo hacia el noreste y seguir durante otros cerca de 225 m en paralelo a la LT de 66 kV existente. En este punto se desvía hacia el norte, cruza la LT de 66 kV y la carretera y continúa hasta el terreno de la planta, teniendo que realizar una nueva desviación hacia el noroeste para llegar a la SE.

La Alternativa 3, en verde en la **Figura 3.1.2.1.a**, sale de SE Buey Rodeo casi en la misma dirección que las otras alternativas, y después de unos 130 m desvía hacia el noreste, siguiendo directamente al punto de entrada en el sitio de la planta, cruzando la LT de 66 kV y la carretera en ángulo distinto de 90º.

Las Alternativas 2 y 3 se encuentran dentro de la misma propiedad (**Figura 3.1.2.1.b**), la Fracción 1B que se muestra en la **Figura 3.1.2.1.b** en la **Sección 3.1.1.1**, con 22.52 ha, de propiedad de El Arreglo S.A. La Alternativa 1 también atraviesa esta misma propiedad hasta el punto en que cruza la carretera, siguiendo después por el derecho de paso de la carretera, cerca del límite de la finca vecina a la planta.

Figura 3.1.2.1.b
Alternativas de trazo en relación a la propiedad



3.1.2.2
Análisis Comparativo

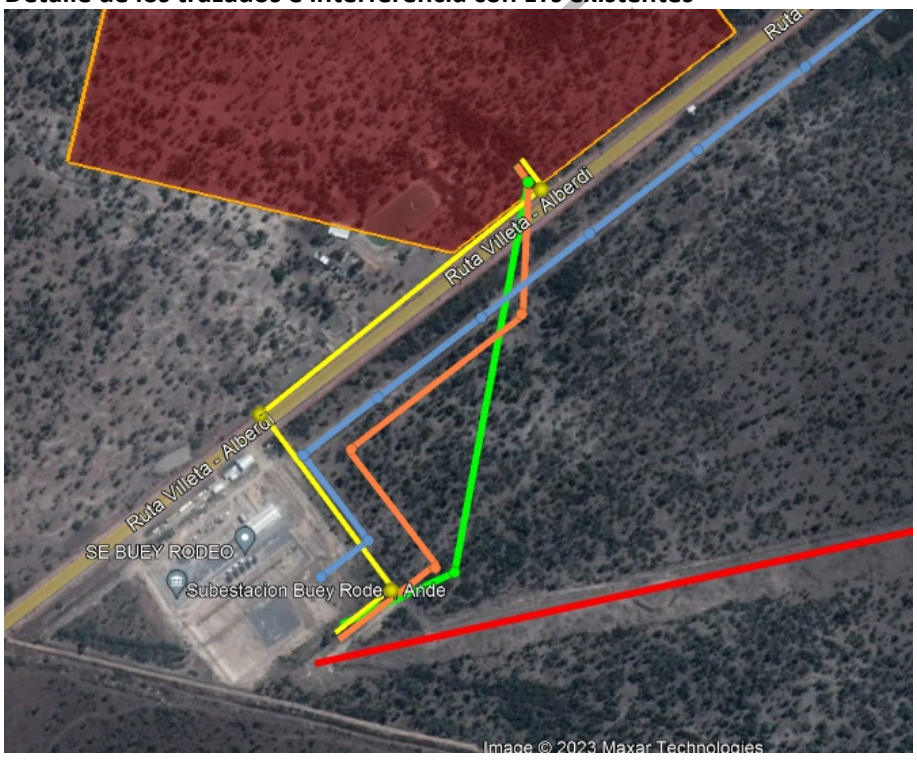
En la **Tabla 3.1.2.2.a** se compara la longitud y el número de vértices de las 3 alternativas de trazado evaluadas. Como puede verse, la Alternativa 3 es la más corta y tiene menos vértices. Además, tiene la ventaja de realizar las desviaciones en un ángulo más favorable que las otras dos, que realizan desviaciones a 90º.

Tabla 3.1.2.2.a
Longitud y número de vértices de las Alternativas

Trazado	Longitud	Numero de vértices
Alternativa 1	~ 692 m	3
Alternativa 2	~ 642 m	4
Alternativa 3	~ 550 m	2

Como se muestra en la **Figura 3.1.2.1.c** y ya comentado en la Sección anterior, los tres trazados necesitan cruzar la LT de 66 kV existente, que se muestra en azul en la figura. Ningún de los trazados necesita cruzar la LT de 220 kV existente, en rojo.

Figura 3.1.2.1.c
Detalle de los trazados e interferencia con LTs existentes



Leyenda:
- Alternativa 1
- Alternativa 2
- Alternativa 3
- LT 66 kV existente
- LT 220 kV existente

Los tres trazados atraviesan zonas llanas y no inundadas y no interfieren con mejoras, áreas protegidas o grandes fragmentos de vegetación.

Comparando las alternativas en relación a las interferencias con algunas de las categorías de uso del suelo más importantes resultantes del mapeo realizado en el área de influencia directa del proyecto (ver **Figura 3.1.2.1.d**), se constata que la Alternativa 1 es la que más atraviesa áreas antropizadas, con un recorrido en este uso casi tres veces mayor que las otras dos alternativas. Las Alternativas 2 y 3 interceptan menos áreas de uso antrópico, pero esto no se reflejó en un mayor impacto sobre la vegetación nativa, ya que los tres trazados interfieren con la Sabana en cantidades similares, ligeramente superior en la Alternativa 2, como se muestra en la **Tabla 3.1.2.2.b**.

Figura 3.1.2.1.d
Uso y ocupación del suelo a lo largo de las Alternativas de trazado para la LT



Leyenda:
SA - Vegetación nativa - Sabana
CA - Cultivo de arroz
US – Uso silvopastoril
UA – Uso antrópico

La Alternativa 1, desviándose hacia el noroeste justo después de salir de la SE y siguiendo paralela a la subestación hasta cruzar la carretera, evita las áreas de cultivo de arroz y atraviesa básicamente áreas antropizadas y pequeñas áreas de sabana. Este trazado, siendo el único que conduce a la planta en el borde noroeste de la carretera, es la alternativa que más se acerca de la vivienda del vecino. Con esta proximidad entre los frentes de trabajo para la implantación de la LT y la residencia, esta alternativa es la más desfavorable en relación con el riesgo de impactos y molestias para estos residentes, como los causados por las emisiones de ruido y polvo, y los que puedan derivarse del contacto con los trabajadores.

Tabla 3.1.2.2.b
Área (ha) de intercepción de los diferentes usos del suelo por la franja de servicio (6 m) de las Alternativas

Trazado	Usos antrópicos	Sabana	Cultivo de arroz
Alternativa 1	0.34	0.06	0.00
Alternativa 2	0.09	0.08	0.22
Alternativa 3	0.1	0.06	0.17

En vista de lo anterior, el trazado elegido para la LT fue la Alternativa 3 (verde).

3.1.3
Alternativas de Trazado para las Tuberías de Agua y Efluentes Tratados

3.1.3.1
Alternativas Evaluadas

Se evaluaron tres trazos alternativos para el paso de las tuberías de agua y efluente tratado, que conectarán el terreno de la planta con el río Paraguay, donde se captará el agua para el proceso y se verterá el efluente tratado. La **Figura 3.1.3.1.a** muestra las 3 alternativas evaluadas, que se describen a continuación.

- Alternativa 1 (en verde en la **Figura 3.1.3.1.a**) – trazo que sigue en dirección suroeste, luego se desvía hacia el noroeste y luego hacia el oeste, hasta llegar al punto en el río Paraguay donde está planificada la captación de agua y el vertido de efluentes, en las coordenadas UTM 427,052.08 m E y 7,156,478.89 m S. Esta ruta sigue dentro del predio donde se proyecta la planta de producción de biocombustibles Omega Green, siguiendo el borde del terreno, atravesando principalmente las áreas verdes proyectadas (ver detalle 2 de la **Figura 3.1.3.1.a**).
- Alternativa 2 (en azul en la **Figura 3.1.3.1.a**) - trazo que sigue en dirección predominantemente suroeste, atravesando parte de las instalaciones previstas para la planta Omega Green, pero luego sale del área de este proyecto y recorre otra propiedad hasta llegar al punto de captación y vertido del efluente en el río Paraguay, en las coordenadas UTM 427,219.50 m E y 7,155,988.00 m S.
- Alternativa 3 (en rojo en la **Figura 3.1.3.1.a**) - trazo que sigue hacia el norte, evitando el área del proyecto Omega Green. Sigue paralela a un camino rural y al límite externo de la propiedad del Complejo Industrial de Producción de Biocombustibles/ECB Group, hasta llegar al punto donde el efluente es recolectado y descargado en el Río Paraguay, en las coordenadas UTM 430,099.45 m E y 7,161,869.49 m S.

ATOME PLC

Figura 3.1.3.1.a
Alternativas de trazo evaluadas para las tuberías de agua y efluente



Leyenda:
Alternativa 1
Alternativa 2
Alternativa 3

3.1.3.2
Análisis Comparativo

Se utilizaron tres conjuntos de criterios diferentes para comparar las alternativas. Son los siguientes:

- Criterio hidráulico: consiste en evaluar las pérdidas de carga, velocidades, dimensiones de tuberías y potencia de bomba que cada alternativa requiere;
- Criterio social: se refiere a la cantidad de propiedades que cada trazo atraviesa;
- Criterio ambiental: evalúa la sensibilidad ambiental de las áreas atravesadas por cada trazo.

Con el fin de comparar os trazos según cada grupo de criterios anteriores, se recogió algunas informaciones sobre cada alternativa, que se muestran en la **Tabla 3.1.3.2.a** a continuación:

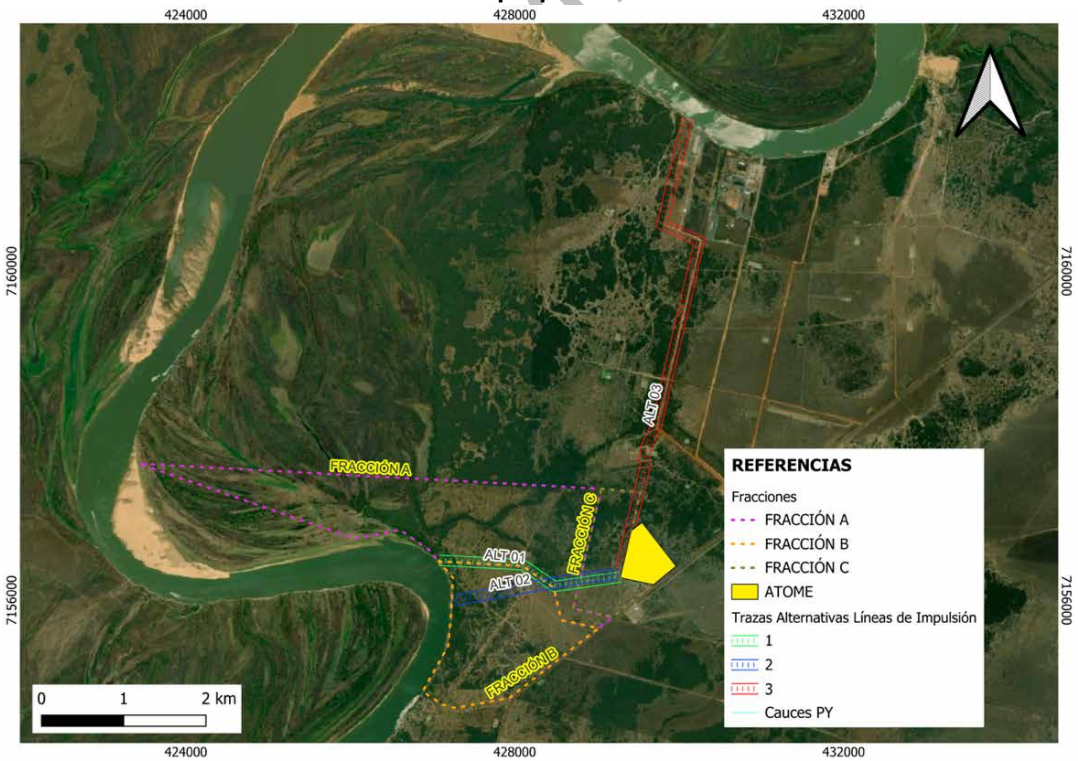
Tabla 3.1.3.2.a
Análisis comparativo entre las alternativas

	Longitud (m)	Cantidad de propiedades que atraviesa	Cantidad de cauces que atraviesa	Extensión de bosque que atraviesa (m)
Alternativa 1	2,297.20	2	0	266.58
Alternativa 2	2,026.80	3	0	531.81
Alternativa 3	6,015.72	más de 3	1	3,374.34

Como se observa en la **Tabla 3.1.3.2.a**, en lo referente al parámetro longitud, las Alternativas 1 y 2 son similares, con una longitud entre 2 y 2.3 km, mientras que la Alternativa 3 es prácticamente tres veces más larga que las anteriores. La mayor longitud de la alternativa 3 en comparación con las demás tiene la desventaja de que las pérdidas de carga por fricción serán considerablemente superiores en este trazo, lo cual implica mayor potencia de bomba, mayor uso de energía/combustible, y por ende costos más elevados.

Si se considera el parámetro relativo al número de propiedades atravesadas, se produce la misma situación. La Alternativa 1 atraviesa principalmente la Fracción A qué se muestra en la **Figura 3.1.3.2.a** a continuación, de propiedad de la empresa Omega Green, además de una pequeña extensión de terreno justo después de salir del terreno de la Planta, de propiedad de Jörn Wenger, el mismo propietario de la Fracción B que también se muestra en la figura.

Figura 3.1.3.2.a
Alternativas de trazo en relación con las propiedades atravesadas



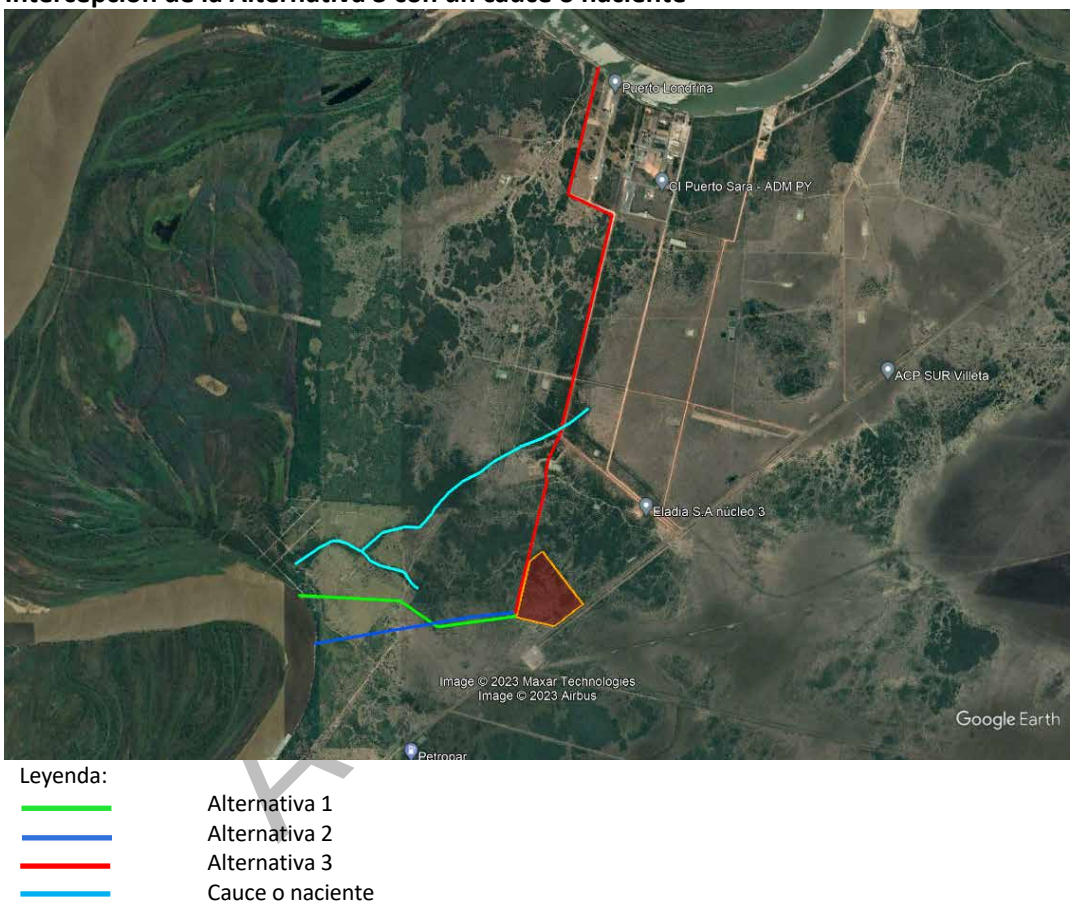
Fuente: Alternativas de Trazados de Líneas de Impulsión de Extracción de Agua del Río Paraguay y Retorno se Agua Tratada. Informe.

ME PLC

La Alternativa 2, por otro lado, cruza también esa pequeña extensión de terreno de Jörn Wenger y después las Fracciones A y B. La Alternativa 3, a su vez, debido a su mayor longitud, cruzaría una gran cantidad de propiedades.

Además de las deficiencias ya mencionadas de la Alternativa 3, también hay que considerar el hecho de que atravesaría un arroyo o naciente más o menos a la mitad de su recorrido, situación que no se observa para las Alternativas 1 y 2, como muestra la **Figura 3.1.3.2.b**.

Figura 3.1.3.2.b
Intercepción de la Alternativa 3 con un cauce o naciente



Leyenda:
- Alternativa 1
- Alternativa 2
- Alternativa 3
- Cauce o naciente

Como ya mencionado en la **Tabla 3.1.3.2.a**, la Alternativa 3 atraviesa áreas más sensibles desde el punto de vista de la interferencia con la vegetación nativa. Como se puede observar en la siguiente **Tabla 3.1.3.2.b**, en la que se muestran en detalle los datos cuantitativos de las diferentes categorías de uso y ocupación del suelo a lo largo del trazado de cada una de las alternativas, la interceptación del bosque subhúmedo en la Alternativa 3 es 12.5 veces mayor que en la Alternativa 1, y algo más de 6 veces mayor que en la Alternativa 2. Considerando la interceptación de Sabana, la Alternativa 2 es la más ventajosa, con un 17% menos de intervención que en la Alternativa 1 y un 9% menos que en la Alternativa 3.

Tabla 3.1.3.2.b
Uso y ocupación del suelo a lo largo de las alternativas

Categorías	Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3	
	Ext. (m)	Ext. (%)	Ext. (m)	Ext. (%)	Ext. (m)	Ext. (%)
Bosque sub-húmedo	266.58	12%	531.81	26%	3,374.34	56%
Sabana	1,111.52	48%	918.42	45%	1,011.52	17%
Otros usos antrópicos	919.09	40%	576.57	28%	1,629.86	27%
Total	2,297.20	100%	2,026.80	100%	6,015.72	100%

Considerando conjuntamente los dos tipos de vegetación nativa, se observa que la Alternativa 1 es la más ventajosa, con un total de 1,378.1 m o el 60% del trazo, seguida de la Alternativa 2, con 1,450.23 m o el 71% del trazo. La peor en este sentido es sin duda la Alternativa 3, con un 73% de su trazo interceptando vegetación nativa, y de este total, un 56% es bosque subhúmedo. En el caso de las otras dos, la interferencia con el bosque representa el 12% y el 26% del trazo, respectivamente.

La Alternativa 1 es el trazo que buscó interferir con áreas antrópicas lo máximo posible, con un 40% del recorrido en esta categoría, mientras que las Alternativas 2 y 3 tienen un 28% y un 27%, respectivamente.

En vista a lo expuesto, se descartó la Alternativa 3, quedando solamente como opciones las Alternativas 1 y 2.

Como mencionado, los trazos de las Alternativas 1 y 2 son muy similares en longitud y consecuentemente en costos y requerimientos de bombeo. Si bien la Alternativa 1 es ligeramente más larga que la Alternativa 2, dicha variación es menor y no generaría un cambio en los requerimientos de bombeo (potencia de bomba) y pérdidas de carga.

Ambos trazos no atraviesan cuerpos de agua ni interfieren con vegetación de bosque sub-húmedo, interceptando solo vegetación de sabana.

Por lo tanto, el parámetro decisivo en la elección del trazo fue la cantidad de propiedades que atraviesan ambas alternativas y la interferencia con mejoras. Se eligió la Alternativa 1 porque se presenta más favorable al atravesar solamente un sector de la propiedad de Jörn Wenger y solo una sección de la fracción A, luego se conduce por el lindero hasta el río Paraguay. De esta forma, aunque parte de la franja de servidumbre se superponga a la Fracción B, todas las obras se realizarán únicamente dentro de la Fracción A. Además de esto, en trazo adoptado por la Alternativa 1 no se interfiere directamente ni se aproxima a viviendas ni a ningún otro tipo de mejora rural. La Alternativa 2 a su vez atraviesa la propiedad de Wenger, y las fracciones A y B, con las obras afectando a las tres propiedades. Además, este trazo de la Alternativa 2 afecta directamente a una vivienda y un galpón de la propiedad Estancia Lola (ver **Figura 3.1.3.2.c**).

ATOME PLC

Figura 3.1.3.2.c
Interferencia de la Alternativa 2 con mejoras



Leyenda:

Alternativa 2

Como se mencionó al principio de esta sección, al cruzar la fracción A, tanto la Alternativa 1 como la Alternativa 2 cruzan el área donde está planeada la planta de biocombustibles Omega Green, como se muestra en la **Figura 3.1.3.2.d** a continuación. Mientras que la Alternativa 1 sólo pasa por zonas verdes (detalles 1 y 2 de la Figura) y por debajo de la caseta de recepción y seguridad (número 12 en el detalle 1 de la Figura), la Alternativa 2, aunque atraviesa un tramo más pequeño del área del proyecto, cruza precisamente donde están previstas las estructuras del sistema hidrosanitario (40), el área de recepción y expedición (4), el sector de facturación y oficina de embarque (19) y el edificio de recepción de camiones (23) (ver detalle de la Figura).

ATOME

Figura 3.1.3.2.d
Alternativas 1 y 2 con relación al proyecto de la Planta Omega Green

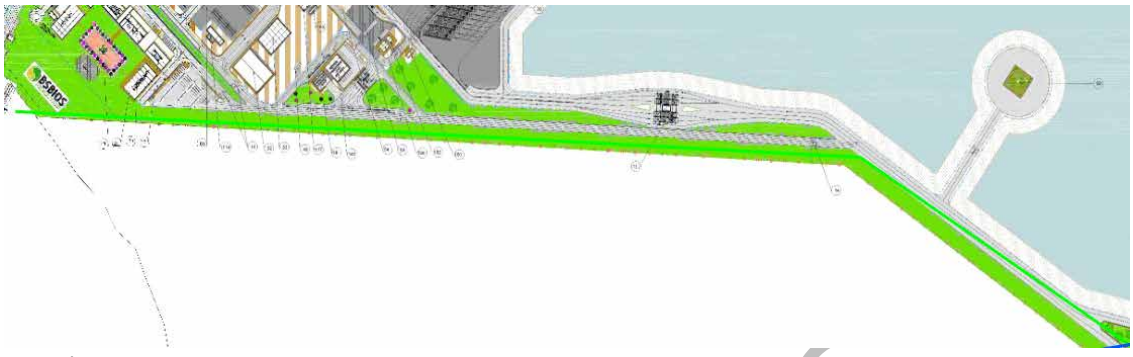


Detalle 1



Figura 3.1.3.2.d
Alternativas 1 y 2 con relación al proyecto de la Planta Omega Green

Detalle 2



Leyenda:

Alternativa 1
Alternativa 2

Sobre la base de lo anterior, teniendo en cuenta los criterios técnicos, financieros, sociales y ambientales, se seleccionó la Alternativa 1 para el corredor de las tuberías de agua y efluentes.

3.2
Alternativas Tecnológicas y Económicas

Los estudios de alternativas tecnológicas y económicas se realizaron para los siguientes elementos del proceso:

- Electrólisis de H_2
- Recuperación de productos del aire
- Síntesis de NH_3
- Almacenamiento de CAN
- Sistema de refrigeración
- Tratamiento del agua
- Fuente de agua para el proceso

Para los procesos de producción de Ácido Nítrico (AN), de solución de Nitrato de Amonio (SNA) y de Granulación (GRAN) no se evaluaron alternativas, ya que las adoptadas en el Proyecto son las mejores disponibles en términos técnicos, ambientales y económicos. En las **Secciones 2.6.1** y **2.6.2** del presente EIAS se describen las tecnologías adoptadas para los procesos mencionados.

ATOME PLC

3.2.1
Alternativas de Tecnologías de Electrólisis de H_2

3.2.1.1
Tecnologías Evaluadas

Las alternativas tecnológicas de electrólisis de H_2 evaluadas fueron:

- Membrana Electrolítica Polimérica (MEP) Presurizada
- MEP Atmosférica
- Alcalina Presurizada
- Alcalina Atmosférica
- Pila Electrolizadora de Óxido Sólido (PEOS)
- Membrana de Intercambio Aniónico (MIA)

Membrana electrolítica polimérica (MEP) presurizada

La electrólisis de agua por membrana electrolítica polimérica (MEP) es un proceso de descomposición / disociación del agua en sus moléculas elementales (H_2 y O_2) en una célula equipada con un electrolito polimérico sólido que se encarga de la conducción de protones, la separación de los gases producto y el aislamiento eléctrico de los electrodos. La reacción es una mejora de la electrólisis alcalina tradicional que evita el uso de electrolito, produciendo hidrógeno bruto más puro con una eficacia ligeramente superior.

La reacción se produce en una pila de electrólisis presurizada y (normalmente a 30 barg), lo que reduce las dimensiones totales del equipo (ver ejemplo en la **Figura 3.2.1.1.a**) y evita o reduce los requisitos de compresión posteriores.

Figura 3.2.1.1.a
Ejemplo de pilas de electrolizadores MEP presurizados



Fuente: http://itm-power.com.

TOME PLC

MEP atmosférica

La misma tecnología que la MEP presurizada, con la diferencia de que la reacción se produce en una pila de electrólisis no presurizada (normalmente a presión atmosférica), lo que aumenta las dimensiones totales del equipo (ver ejemplo en la **Figura 3.2.1.1.b**) y suele requerir una unidad de compresión de hidrógeno de salida.

Figura 3.2.1.1.b
Ejemplo de pilas de electrolizadores MEP atmosféricos



Fuente: https://new.siemens.com/

Alcalina presurizada

La electrólisis alcalina del agua es un proceso de descomposición / disociación del agua en sus moléculas elementales (H_2 y O_2) por la acción de una corriente eléctrica. Para que esto sea posible, el agua desmineralizada debe estar en contacto con un electrolito que favorezca la circulación de electrones a través del fluido (normalmente KOH o NaOH).

El electrolito no se consume directamente, sino que se recupera durante el proceso y se reinyecta en un circuito cerrado.

La reacción ocurre en una pila de electrólisis presurizada (típicamente entre 15 y 30 barg dependiendo del fabricante), reduciendo las dimensiones totales del equipo (ver ejemplo en la **Figura 3.2.1.1.c**), y evitando o reduciendo los requerimientos de compresión posteriores.

Las corrientes finales de H_2 y O_2 circulan por separado a través de una unidad diferente de separación y purificación para reducir el contenido de impurezas del electrolito y condensar cualquier traza de agua con el objetivo de obtener corrientes más puras.

Figura 3.2.1.1.c
Ejemplo de pila de electrolizadores ALK presurizados



Fuente: https://www.longi.com/

Alcalina atmosférica

Misma tecnología que la alcalina presurizada, con la diferencia de que la reacción se produce en una pila de electrólisis no presurizada (normalmente a presión atmosférica), lo que aumenta las dimensiones totales del equipo (ver ejemplo en la **Figura 3.2.1.1.d**) y suele requerir una unidad de compresión de hidrógeno de salida.

Figura 3.2.1.1.d
Ejemplo de electrolizador atmosférico ALK



Fuente: www.thyssenkrupp.com

Pila electrolizadora de óxido sólido (PEOS)

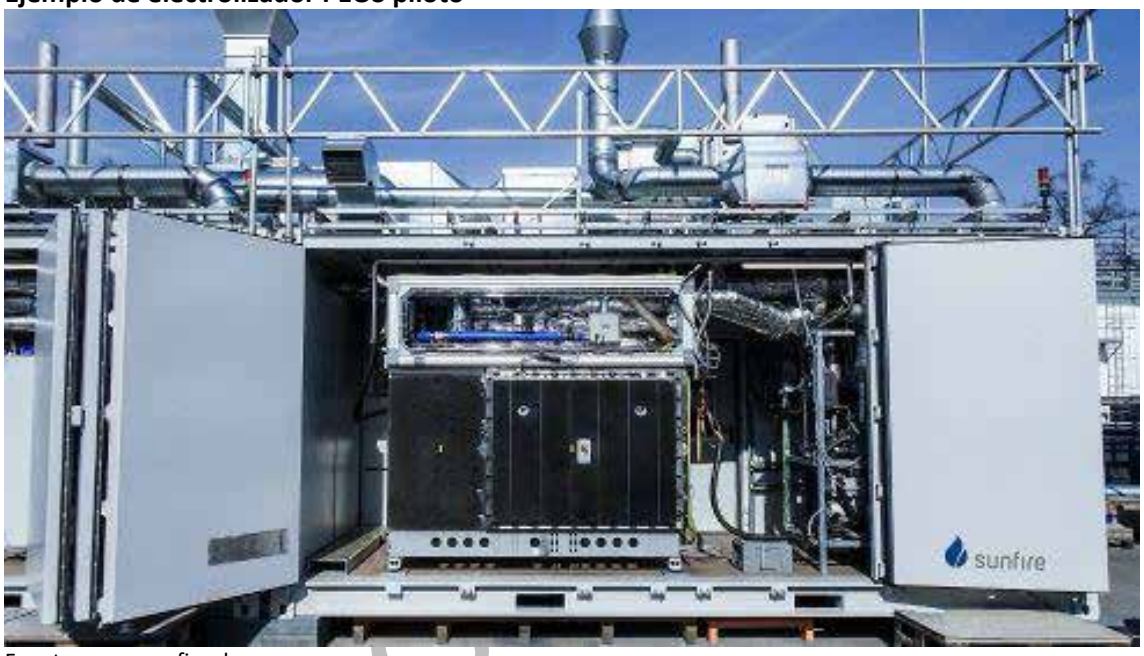
Una PEOS es una pila de combustible de óxido sólido que funciona en modo regenerativo para lograr la electrólisis del agua utilizando un electrolito de óxido sólido, o cerámico, para producir hidrógeno gaseoso y oxígeno. La reacción se produce a alta temperatura (500 - 850 ºC). El vapor separado, sin reaccionar, se recicla de nuevo a las pilas de electrólisis.

ATOME PE

La PEOS es uno de los métodos más prometedores de producción de hidrógeno debido a la alta eficiencia de la conversión y al relativamente bajo aporte energético necesario en comparación con otras tecnologías maduras.

Los modelos comerciales actuales de PEOS (ver ejemplo en la **Figura 3.2.1.1.e**) experimentan problemas de funcionamiento y baja disponibilidad. La tecnología se está mejorando.

Figura 3.2.1.1.e
Ejemplo de electrolizador PEOS piloto



Fuente: www.sunfire.de

Membrana de intercambio aniónico (MIA)

La electrólisis con MIA es la electrólisis del agua que utiliza una membrana semipermeable que conduce iones de hidróxido (OH-) denominada membrana de intercambio aniónico. Al igual que una membrana de intercambio de protones (MEP), la membrana separa los productos, proporciona aislamiento eléctrico entre los electrodos y conduce los iones.

La MIA se considera una solución intermedia prometedora (en cuanto a coste y rendimiento) entre la alcalina y la MEP.

A diferencia de la MEP, la MIA conduce iones de hidróxido. La principal ventaja de la electrólisis del agua MIA es que no se necesita un catalizador de metal noble de alto coste, sino un catalizador de metal de transición de bajo coste.

La electrólisis MIA es similar a la electrólisis del agua alcalina, que utiliza un separador no selectivo de iones en lugar de una membrana de intercambio aniónico. Los modelos comerciales actuales de MIA (ver ejemplo en la **Figura 3.2.1.1.f**) sólo son adecuados para aplicaciones a pequeña escala. La tecnología de aumento de tamaño está en fase de desarrollo.

Figura 3.2.1.1.f
Concepto de electrolizador MIA



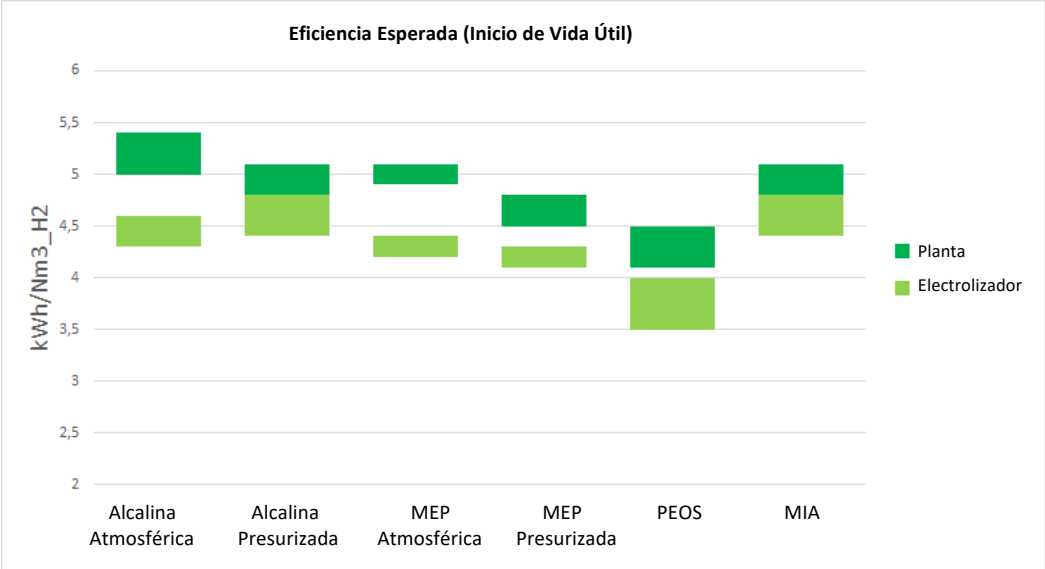
Fuente: www.enapter.com

3.2.1.2
Análisis Comparativo

Después de la evaluación de las tecnologías maduras disponibles a gran escala, la electrólisis alcalina presurizada se seleccionó como la solución más rentable, con precio reducido, alta confiabilidad, tecnología probada a gran escala y requisitos de carga eléctrica de compresión reducida.

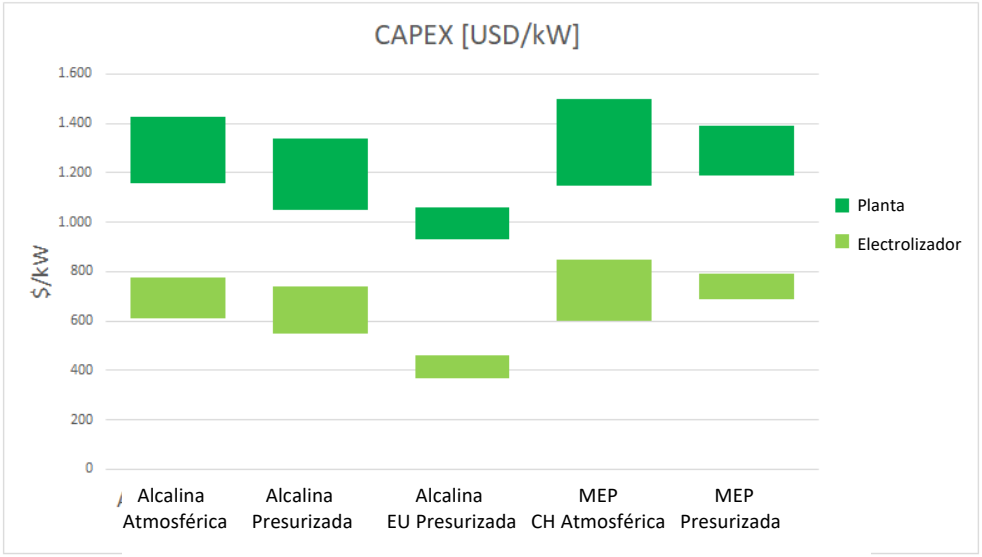
El resultado del estudio comparativo es el siguiente:

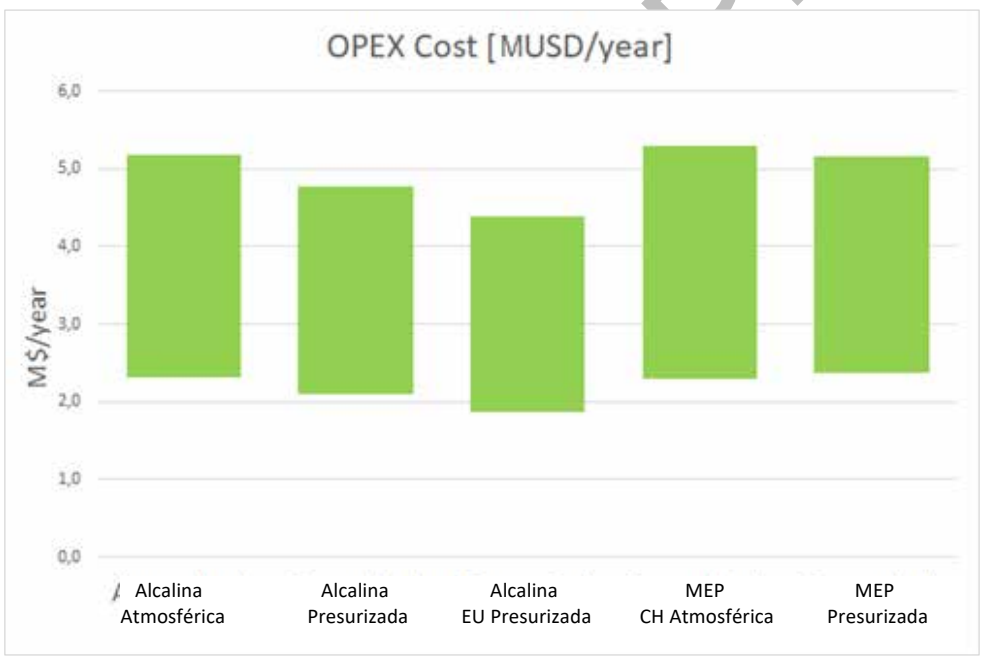
Figura 3.2.1.2.a
Eficiencia BoL de las diferentes tecnologías de electrolizadores



ATOME PLC

Figura 3.2.1.2.b
CAPEX y OPEX de las diferentes tecnologías de electrolizadores para el proyecto Villeta





La electrólisis del agua alcalina es una tecnología madura para producir hidrógeno utilizando electricidad y es perfectamente adecuada para la entrada de energía de carga base. La tecnología alcalina se ha utilizado durante más de un siglo en su versión atmosférica, y durante dos décadas en su versión presurizada.

3.2.2
Alternativas de Recuperación de Productos del Aire

3.2.1.1
Opciones Evaluadas

Las opciones de recuperación fueron evaluadas para los siguientes productos del aire:

- Oxígeno a partir de electrólisis
- Aire de proceso enriquecido con oxígeno a partir de la Unidad de Separación de Aire (USA)
- Aire de proceso enriquecido con argón a partir de la ASU

Oxígeno a partir de electrólisis

Los electrolizadores de la planta producen:

- Caudal de O_2 bruto: 16,200 kg/h de oxígeno crudo
- Presión de O_2: 15~30 bar
- Pureza del O_2: 98.5% (típico)

El oxígeno se ventila a la atmósfera, sin embargo, el diseño preverá la asignación de espacio para los futuros equipos necesarios para purificar y secar, comprimir y almacenar o suministrar por tubería el oxígeno producido.

Opcionalmente, puede instalarse una unidad de licuefacción para producir oxígeno líquido (LOx).

Los contaminantes del oxígeno pueden eliminarse mediante una Unidad DeOxo-Secadora.

Tras la purificación, el oxígeno tendrá la siguiente pureza:

- Pureza del O_2: > 99.99 % en peso
- Contaminantes: H_2 y H_2O

Oxígeno a partir de la unidad de separación de aire (USA)

La USA de la Planta estará preparada para producir oxígeno como subproducto del proceso. La USA propuesta produce aire bruto sin nitrógeno, y no es capaz de producir oxígeno ya que se necesita una nueva etapa de separación y no está incluida en el diseño.

La USA de la Planta puede producir:

- Caudal de O_2: >2,800 kg/h
- Presión de O_2: 6 bar
- Pureza del O_2: > 99.9 % en peso
- Contaminantes: H_2O, N_2 y Ar

ATOME PLC

La disposición proporcionará espacio para los futuros equipos necesarios para añadir una nueva etapa de separación en la USA, purificar y secar, comprimir y almacenar o suministrar por tubería el oxígeno producido.

Como opción, se puede proporcionar una unidad de licuefacción para producir oxígeno líquido (LOx). Esta unidad puede compartirse con la Planta de licuefacción de oxígeno de la Planta electrolizadora.

Oxígeno de USA y Electrólisis combinados

Como combinación de los sistemas anteriores de recuperación de O2, se puede proporcionar una planta de licuefacción común para recuperar un total de 19,000 kg/h (2800 kg/h de USA y 16,200 kg/h de electrólisis).

La USA requerirá una nueva columna de destilación, y la planta de electrólisis requerirá una nueva unidad de purificación de O_2 nueva. La etapa de licuefacción, almacenamiento y exportación se comparte para ambos flujos.

Argón a partir de la ASU

La USA produce argón como subproducto del proceso. No obstante, el diseño no contempla una etapa de separación del argón por lo cual la Planta no estará preparada para producir Argón como producto.

Las características del Argón generado son:

- Caudal de O_2: a definir.
- Presión de O_2: 6 bar (preliminar)
- Pureza del O_2: > 99.995 % en peso
- Contaminantes: H_2O y O_2

3.2.1.2
Análisis Comparativo

Costes de inversión (CAPEX)

El alcance de la evaluación considera:

Costo no. 1 - Recuperación de O_2 de electrolizadores:
- Secador de O_2 DeOxo (unidad de purificación)
- Unidad de licuefacción de O_2 y tanques de almacenamiento de O_2 líquido, tipo cilindro vertical
- Almacenamiento de LO_2
- Terminal de exportación de LO_2
- Tuberías, cableado, instrumentos y sistema de control

ATOME PLC

Costo nº 2 - Recuperación de O_2 de USA:

- Unidad de etapa de separación de O_2 de USA (columna de destilación adicional)
- Unidad de licuefacción de O_2 y tanques de almacenamiento de O_2 líquido, tipo cilindro vertical
- Almacenamiento de LO_2
- Terminal de exportación de LO_2
- Tuberías, cableado, instrumentos y sistema de control

Costo nº 3 - Recuperación de O_2 de USA y electrolizadores:

- Electrólisis O_2 Secador DeOxo (unidad de purificación)
- Unidad de etapa de separación de O_2 de USA (columna de destilación adicional)
- Unidad de licuefacción de O_2 y tanques de almacenamiento de O_2 líquido, tipo cilindro vertical
- Terminal de exportación de O_2
- Unidad de licuefacción de O_2 y tanques de almacenamiento de O_2 líquido, tipo cilindro vertical
- Almacenamiento de LO_2
- Terminal de exportación de LO_2
- Tuberías, cableado, instrumentos y sistema de control

Tabla 3.2.1.2.a
CAPEX de referencia para las alternativas de recuperación, acondicionamiento, almacenamiento y exportación de oxígeno

Alternativas	**Costo 1 (Electrolizador)**	**Costo 2 (USA)**	**Costo 3 (Electrolizador+USA)**
Cantidad de O_2	16,200 kg/h 388 ton/d 137k ton/año	2,800 kg/h 67 ton/d 23k ton/año	19,000 kg/h 460 ton/d 160k ton/año
CAPEX	7 m$	4 m$	10 m$

ATOME PLC

Costes de operación (OPEX)

La siguiente **Tabla 3.2.1.2.b** muestra los parámetros OPEX de las distintas soluciones de almacenamiento de NH_3.

Tabla 3.2.1.2.b
OPEX de referencia para las distintas soluciones de almacenamiento

Alternativas	**Costo 1 (Electrolizador)**	**Costo 2 (USA)**	**Costo 3 (Electrolizador+USA)**
Cantidad de O_2	16,200 kg/h 388 ton/d 137k ton/año	2,800 kg/h 67 ton/d 23k ton/año	19,000 kg/h 460 ton/d 160k ton/año
OPEX fijo	140,000 $/año	80,000 $/año	200,000 $/año
OPEX variable	1.5 kWh/kg		

3.2.3
Alternativas de Tecnologías de Síntesis de NH_3

3.2.3.1
Tecnologías Evaluadas

Las alternativas tecnológicas de síntesis de NH_3 evaluadas fueron:

- Haber-Bosch (tecnología madura)
- Síntesis Electroquímica (tecnología incipiente)
- Síntesis por Plasma no Térmico (tecnología incipiente)
- Síntesis de Amoníaco en Estado Sólido (tecnología incipiente)

Haber-Bosch (tecnología madura)

El proceso Haber-Bosch es un proceso bien establecido de fijación del N_2 que se viene utilizando para producir NH_3 a escala industrial desde principios del siglo XX. Tradicionalmente, el proceso se acciona con vapor, pero esta Planta de ATOME adoptará una alteración del proceso accionada eléctricamente para eliminar la necesidad de producir vapor in situ.

El H_2 y el N_2 entran en la unidad de síntesis de NH_3 desde la unidad de electrólisis y la unidad de separación de aire, respectivamente. Los dos flujos de gas se comprimen mediante compresión multietapa a 15-25 MPa. La corriente comprimida se mezcla con una corriente de reciclado procedente del reactor que contiene H_2 y N_2 sin reaccionar. Esta corriente se precalienta en el intercambiador de calor de alimentación utilizando la corriente de salida del reactor Haber Bosch (ver ejemplo en la **Figura 3.2.3.1.a**). Durante la puesta en marcha, se puede utilizar un calentador eléctrico para calentar esta corriente. A continuación, esta corriente mezclada entra en el reactor Haber-Bosch para la síntesis de NH_3 utilizando un exceso de N_2 en una proporción N_2: H_2 de 1:2. La reacción se lleva a cabo normalmente a 15ºC. La reacción se lleva a cabo normalmente a 15 - 25 MPa y 400 - 450°C utilizando un catalizador a base de hierro.

Una corriente de NH_3 producido y H_2 y N_2 sin reaccionar sale del reactor Haber-Bosch y se enfría en el intercambiador de calor de alimentación del reactor y en el refrigerador secundario. A continuación, la corriente enfriada entra en un condensador en el que el producto NH_3 se condensa, se separa y se envía a almacenamiento. El H_2 y el N_2 gaseosos sin reaccionar salen del condensador y se reciclan para mezclarse con la corriente de alimentación de H_2 y N_2 entrante.

Se suministra una corriente de purga a la antorcha para evitar la acumulación de trazas no reactivas en el sistema. Se instalará un sistema de recuperación de vapores en esta corriente de purga para extraer el H_2 sin reaccionar y el NH_3 reciclado como reactivo y producto valiosos.

ATOME PLC

Figura 3.2.3.1.a
Ejemplo de reactor Haber-Bosch de amoníaco de CASALE



Síntesis electroquímica (tecnología incipiente)

Las tecnologías de producción electroquímica de NH_3 se dividen en tres categorías en función del intervalo de temperaturas de funcionamiento de la célula electroquímica: Bajas temperaturas, por debajo de 100°C, temperatura intermedia en el rango de 100-400°C y altas temperaturas en el rango de 400-750°C. Las ventajas preliminares de la tecnología electroquímica en comparación con la termoquímica (Haber-Bosch) se encuentran en cuatro áreas principales:

1) Mayor eficacia, lo que permite ahorrar energía.
2) Mayor selectividad, lo que significa que se requiere menos purificación.
3) Temperaturas y presiones más bajas, lo que se traduce en una reducción de los costes de inversión (CAPEX) gracias a un menor balance de la planta.
4) Modularidad, lo que hace que estas plantas sean adecuadas para su utilización a pequeña y mediana escala.

Existen varias vías para la producción de NH_3 mediante procesos electroquímicos, en función de los electrolitos utilizados y de las temperaturas de funcionamiento:

1) Electrolito líquido operando cerca de la temperatura ambiente;
2) Sales fundidas que operan a temperaturas intermedias de 180-500ºC;
3) Membranas compuestas formadas por un electrolito sólido convencional mezclado con una sal de baja fusión, que operan en el rango de temperaturas de 300-700ºC;
4) Electrolitos en estado sólido con una amplia gama de temperaturas de funcionamiento, desde aproximadamente la temperatura ambiente hasta 700-800ºC, que depende del tipo de membrana electrolítica utilizada.

ATOME

Síntesis por plasma no térmico (tecnología incipiente)

La síntesis de NH_3 o asistida por plasma funciona a bajas temperaturas (aproximadamente 50°C) y en condiciones de presión de aproximadamente 1 atm. Esta tecnología puede resolver algunos de los problemas asociados al proceso Haber-Bosch, como los elevados costes de capital.

Los dos retos más críticos de esta tecnología son:

1) Fijación del gas nitrógeno;
2) Reacciones retrospectivas;
3) La necesidad de mejorar los índices de conversión y eficiencia, ya que esta tecnología aún se encuentra en fase de investigación y desarrollo (disponible a pequeña escala).

Sin embargo, las ventajas de este sistema son el bajo coste de capital y que tiene una huella física pequeña. Este proceso es más compatible para la producción distribuida de NH_3 en ámbito local y el NH_3 se puede producir constantemente a presión atmosférica a través de este método. El proceso de plasma de microondas es capaz de activar tanto el N_2 como el H_2, y producir iones y radicales libres que reaccionan sobre la superficie del catalizador para producir NH_3. Una de las ventajas de este proceso es que, en las condiciones adecuadas, el calentamiento por microondas es capaz de calentar el catalizador de forma selectiva para alcanzar la temperatura requerida sin necesidad de que se produzcan reacciones y sin calentar el ambiente. Esta disposición de un catalizador con una temperatura elevada dentro de un entorno frío da lugar a temperaturas de reacción globales más bajas y mejora la eficiencia energética. Además, el diseño simplificado de este proceso se debe a su baja presión operativa. La baja presión operativa de este proceso permite que se adapte mejor a las fuentes de energía renovables, ya que, según se informa, el sistema puede encenderse y apagarse fácilmente.

Síntesis de amoníaco en estado sólido (tecnología incipiente)

Por síntesis de amoníaco en estado sólido se entiende cualquier tecnología electroquímica para la producción directa de NH_3 que utilice un electrolito sólido. En este caso, "directa" significa que no se produce H_2: el NH_3 se sintetiza directamente a partir de H_2O (agua) y N_2 (nitrógeno, procedente del aire) sin pasos intermedios. Aunque se están desarrollando muchas variaciones de esta tecnología en todo el mundo, actualmente no hay este tipo de sistema disponible comercialmente.

Las tecnologías de síntesis de amoníaco en estado sólido de alta temperatura se evalúan en dos categorías, que se distinguen en función de si el electrolito conduce protones (H+) o iones de oxígeno (O_2-).

La producción de NH_3 gaseoso se ha logrado utilizando la síntesis de amoníaco en estado sólido a altas y bajas temperaturas con diversos niveles de éxito, pero los datos de las investigaciones actuales siguen siendo de 1 a 2 órdenes de magnitud demasiado bajos.

ATOME PLC

3.2.3.2
Análisis Comparativo

La tecnología seleccionada es el proceso Haber-Bosch, ya que es el único proceso de fijación de nitrógeno maduro y bien establecido que se ha utilizado para producir amoníaco a escala industrial desde principios del siglo 20. El proceso es tradicionalmente alimentado por vapor, pero esta planta adoptará una modernización de calentamiento eléctrico del proceso desarrollado y probado por Casale, para eliminar el requisito de producir vapor en el sitio para su puesta en marcha.

Otras ventajas de esta tecnología son:

La solución Flexigreen de CASALE es una aplicación específica de las soluciones convencionales de amoníaco de CASALE al emergente mercado de H_2/NH_3 verde. CASALE ha desarrollado varias mejoras para adaptar el diseño tradicional de planta gris de NH_3 que funciona con carga base, a los nuevos proyectos de plantas verdes de NH_3 con fluctuación de potencia y carga.

Aspectos clave:

- Circuito de NH_3 flexible
- Minimización del corte de energía
- Fuente de alimentación de reserva
- Carga mínima
- Rampas máximas
- Factor de capacidad
- Disponibilidad

Las mejoras de CASALE para proyectos ecológicos de NH_3 incluyen:

- Adoptar el catalizador AmoMaxTM-CASALE a las nuevas condiciones de síntesis y minimizar el envenenamiento. Se trata de un diseño propio de CASALE, fabricado por Clariant;
- La mejor respuesta de carga de su clase, del 10% al 100% de carga en una hora y viceversa;
- Rápido calentamiento eléctrico (no necesita caldera de gas);
- Diseño adaptado para un funcionamiento continuo y estable con cargas bajas;
- Puesta en marcha y parada frecuentes;
- Modelado dinámico y optimización del paquete de procesos.

Los resultados muestran una mejora total del 8-10% en CAPEX-OPEX, y una reducción potencial de hasta el 15% en el coste nivelado del amoníaco.

ATOME PLC

3.2.4
Alternativas de Tecnologías de Almacenamiento de CAN

3.2.4.1
Tecnologías Evaluadas

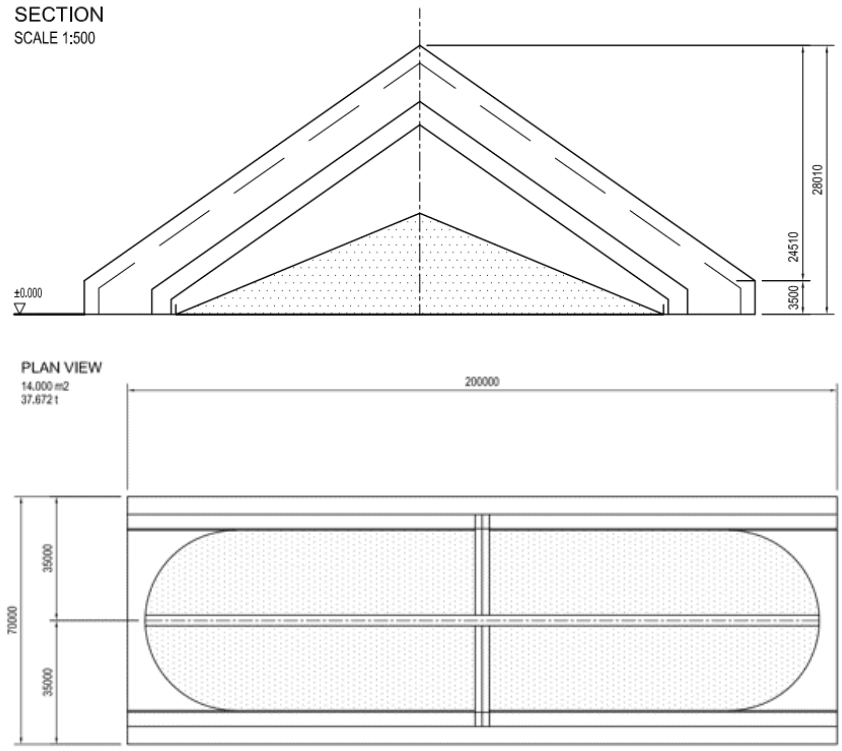
Se están analizando los siguientes tipos de almacenamiento:

- A largo plazo
  - Silo horizontal, a granel;
  - Silo vertical, a granel.
- A corto plazo
  - Depósito para almacenamiento de CAN empaquetado, hasta una pila de big bags.

Silo horizontal

Esta opción se refiere a un silo de 14,000 m^2 con capacidad para almacenar hasta 37,672 toneladas de CAN a granel. Su capacidad de almacenamiento es de hasta 50 días.

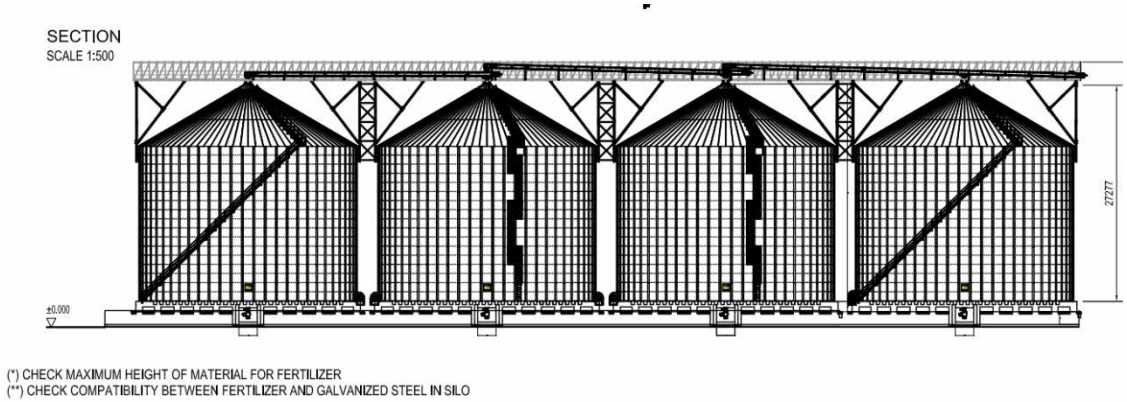
Figura 3.2.4.1.a
Detalle silo horizontal

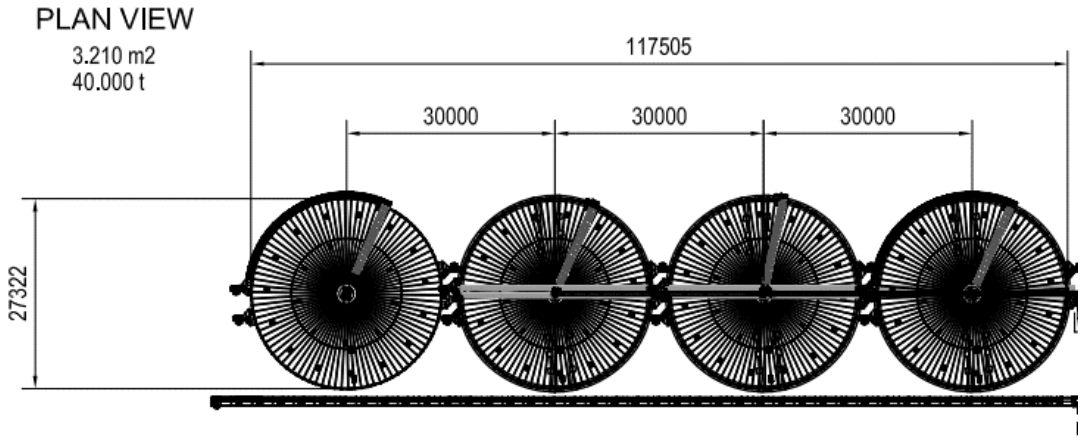


Silo vertical

Esta opción se refiere a un silo de 3,210 m^2 con capacidad para almacenar hasta 40,000 toneladas de CAN a granel. Su capacidad de almacenamiento es de hasta 50 días.

Figura 3.2.4.1.b
Detalle silo vertical

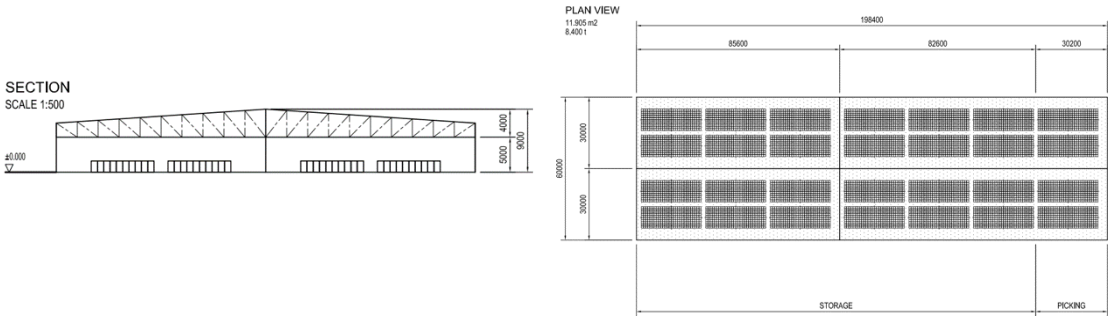




Depósito para almacenamiento de CAN empaquetado

El depósito sería construido para almacenar CAN empaquetado en big bags, con capacidad para almacenar hasta 8,400 toneladas o 7,127 big bags. Su capacidad de almacenamiento es de hasta 10 días. La superficie total del depósito sería de 11,905 m^2.

Figura 3.2.4.1.c
Detalle Depósito para Big Bags



3.2.4.2
Análisis Comparativo

Costos

Tabla 3.2.4.2.a
Comparación de costos de los tipos de almacenamiento

Tipo de almacenamiento	Costos de edificio (€/t)	Mano de obra requerida
Silo horizontal	150	• 3 personas en total: 1 en almacenamiento 1 para la preparación para envío 1 para carga en camiones
Silo vertical	110 =	• 3 personas en total: 1 en almacenamiento 1 para la preparación para envío • 1 para carga en camiones
Depósito de CAN empaquetado	550	• 10 personas en total: 4 en almacenamiento 4 para la preparación para envío 2 para carga en camiones

ATOME PLC

3.2.5
Alternativas de Sistema de Refrigeración

3.2.5.1
Tecnologías Evaluadas

Las dos tecnologías evaluadas para el sistema de refrigeración fueron:

- Sistema de refrigeración húmeda: torre de refrigeración
- Sistema de refrigeración seca: refrigeradores de aire

Sistema de refrigeración húmeda: torre de refrigeración

La opción basada en Torre de Refrigeración estará compuesta por dos circuitos diferentes: uno de circuito abierto (el agua circulante está en contacto directo con el aire ambiente) y otro de circuito cerrado (el agua del interior del circuito es enfriada por el agua circulante principal en un intercambiador de calor de placas).

El agua de circulación del circuito abierto es agua de servicio (agua de río pretratada), mientras que el agua circulante del agua de refrigeración cerrada es agua desmineralizada.

- Circuito abierto: este sistema se compone de los siguientes equipos:
  - Torre de refrigeración (1 X 100%): La torre de refrigeración será de tipo multicelular de giro mecánico y flujo en contracorriente. Cuando el agua cae por la torre, se enfría por evaporación. Un porcentaje del agua circulante se evacua al sistema de drenaje de la Planta - purga de la torre.
    La purga de la torre es necesaria para evitar la concentración de minerales que es alta debido a la evaporación. También hay una corriente de agua de reposición a la torre para reemplazar el agua perdida por evaporación y purga.
  - Bombas principales de agua de refrigeración (2 X 100%): estas bombas impulsan el agua de refrigeración desde el tanque de la torre hasta las placas intercambiadoras de calor.
  - Intercambiadores de calor de placas (2 X 100%): estos intercambiadores de calor enfrían el agua circulante a través del circuito cerrado de agua de refrigeración.

- Circuito cerrado: este sistema se compone de los siguientes equipos:
  - Dos bombas cerradas de agua de refrigeración (2x100%): estas bombas hacen circular el agua de refrigeración desde el intercambiador de placas hasta los equipos a refrigerar.
  - Vaso de expansión: su función es absorber las variaciones de volumen del agua de refrigeración, manteniendo constante la presión en el circuito.
  - Enfriadora eléctrica: es necesaria para alcanzar la temperatura requerida por la depuradora de H_2.

Sistema de refrigeración seca: refrigeradores de aire

Los Refrigeradores de Aire son el equipo principal de un sistema de refrigeración cerrado en seco. En este caso el aire ambiente no está en contacto directo con el fluido que se desea enfriar.

Los refrigeradores secos presentan un diseño sencillo y robusto que incluye un intercambiador de calor (normalmente serpentines de tubos aleteados o microcanales) y ventiladores que dirigen la corriente de aire a través del intercambiador de calor para enfriar el agua de refrigeración del circuito que pasa por él.

Los principales componentes del sistema son los siguientes:

- Ventilador de aletas (1 x 100%): este equipo disipa la carga térmica del circuito, a través de un sistema de ventiladores, enfriando el agua del interior de los tubos con el ambiente;
- Dos bombas de refrigeración cerradas (2x100%): estas bombas hacen circular el agua de refrigeración desde el intercambiador de placas hasta el equipo a refrigerar;

ATOME PLC

- Tanque de expansión: su función es absorber las variaciones de volumen del agua de refrigeración, manteniendo constante la presión en el circuito;
- Sistema de dosificación de productos químicos: consta de inhibidores de corrosión y de un patín de dosificación de anticongelante;
- Refrigerador eléctrico: es necesario para alcanzar la temperatura requerida por la depuradora de H_2.

3.2.5.2
Análisis Comparativo

En cuanto a los dos sistemas de refrigeración analizados (sistemas húmedo y seco), en la siguiente **Tabla 3.2.5.2.a** se resumen las principales ventajas y desventajas de cada uno de ellos:

Tabla 3.2.5.2.a
Ventajas y desventajas de las alternativas de sistema de refrigeración

Sistema de Refrigeración	Ventajas	Desventajas
Torre de Refrigeración	Capacidad de enfriar el agua por debajo de la temperatura de bulbo seco	Alto consumo de agua
	Funcionamiento fiable en condiciones ambientales calurosas	Son necesarios dos circuitos de agua de refrigeración con los equipos asociados
	Consumo de energía eléctrica moderado	Elevado coste del equipo instalación y obra civil
	Huella del equipo relativamente pequeña	Elevado coste de funcionamiento
Refrigeradores de Aire	No hay pérdida de agua, no se requiere reposición de agua	No puede enfriar el agua de proceso por debajo de la temperatura de bulbo seco (sin preenfriamiento adiabático)
	Sólo un circuito de agua de refrigeración	Elevado consumo eléctrico
	Costes de funcionamiento bajos	Gran superficie ocupada por el equipo
	Bajo coste de instalación	

ATOME PLC

Según la Tabla precedente, los refrigeradores de aire estándar no pueden enfriar el agua circulante por debajo de la temperatura ambiente de bulbo seco, por lo que considerando que esta temperatura ambiente es de 37,2ºC, no será posible alcanzar la temperatura del agua de refrigeración requerida para la Planta, por debajo de 37ºC.

Existe un diseño moderno, que podría ser una solución, llamado "sistema de refrigeración adiabático", que es similar a los sistemas de refrigeración seca, pero con la incorporación de un sistema de preenfriamiento, ya sea de pulverización adiabática o de almohadillas húmedas. El preenfriamiento evaporativo permite enfriar el fluido de proceso por debajo de la temperatura de bulbo seco, aumentando el calor rechazado de la corriente de agua de refrigeración.

Este sistema funciona como un sistema seco cuando la temperatura ambiente es inferior a un valor determinado (30°C), y el sistema adiabático se activa cuando la temperatura ambiente es superior. Además, otras desventajas del enfriador de aire adiabático son el consumo de agua y los costes más elevados.

En relación con la Tabla de arriba, y teniendo en cuenta las condiciones ambientales, los cálculos del sistema y la disponibilidad de agua, se concluye que el sistema de refrigeración debe ser el "Sistema de refrigeración húmeda basado en una torre de refrigeración", ya que con un sistema de refrigeración seco (enfriadores de aire) no es posible alcanzar la máxima temperatura permitida a la entrada del equipo 37°C).

Costes de inversión (CAPEX)

La siguiente **Tabla 3.2.5.2.b** desglosa el presupuesto para la alternativa seleccionada.

Tabla 3.2.5.2.b
Resumen del CAPEX para las alternativas de sistema de refrigeración

Ítem	Alcance	$
Sistema de refrigeración húmeda		
Torre de refrigeración (1)	• Estructura • Interiores • Grupo mecánico (ventiladores, accionamientos, etc.) • Instrumentación • Documentación técnica	1,810,400
Tanque de la torre de refrigeración	Tanque	300,000
Bombas de refrigeración principales	Bombas y motores	717,348
Bombas de agua de refrigeración cerradas	Bombas y motores	1,279,985
Intercambiadores de calor de placas		667,851.82
Refrigerador eléctrico		705,292
Construcción		150,000
TOTAL		5.630,877

(1) Los dispositivos externos (contrahuellas, juntas de dilatación...) quedan excluidos.

ATOME PLC

3.2.6
Alternativas de Tratamiento del Agua

El sistema de tratamiento del agua incluye el pretratamiento, la potabilización y la desmineralización. Para el pretratamiento, está prevista la ultrafiltración (UF) y el tratamiento físico-químico. Para la potabilización, está prevista la filtración con carbón activado y la cloración. Para el tratamiento de desmineralización se han evaluado dos opciones, como se ha mencionado:

1) Estación de tratamiento de agua (ETA) basada en ósmosis inversa (OI) y electrodesionización (EDI).
2) ETA basada en OI y lechos de resinas de intercambio iónico (CB+MB).

3.2.6.1
Tecnologías Evaluadas

ETA basada en ósmosis inversa (OI) y electrodesionización (EDI)

La ETA basada en Ósmosis Inversa (OI) y Electrodesionización (EDI) constará de dos (2) trenes al 100% para producir agua desmineralizada a partir del agua de servicio (es decir, agua pre tratada). Los dos (2) trenes podrán funcionar simultáneamente. La planta de desmineralización se basará en dos (2) etapas de ósmosis inversa y una etapa de electrodesionización, formada por los siguientes componentes:

- Dos (2) bombas 100% para suministrar el agua de servicio a los filtros;
- Dos (2) filtros de cartucho 100%, cada uno con una capacidad del 100% (uno en espera) para agua pre tratada con un diámetro efectivo de partículas de 5 micras;
- Dos (2) bombas de alta presión de capacidad 100% para alimentar los trenes de desmineralización, una de ellas de reserva;
- Dos (2) trenes de ósmosis inversa de capacidad 100%. El proveedor definirá el número óptimo de pasos y etapas para obtener la calidad de agua requerida;
- Un (1) tanque de almacenamiento de agua osmotizada (opcional);
- Dos (2) bombas de agua de alimentación EDI al 100%, una como reserva;
- Dos (2) equipos de pulimento EDI con una producción neta de 20 m^3/h por tren. En operación normal un, un tren de EDI estará en funcionamiento y el segundo en espera.
- Un (1) analizador EDI en línea;
- Analizadores de conductividad específica, pH y sílice cuando sean necesarios para el correcto funcionamiento del sistema;
- Un (1) sistema de limpieza in situ para la limpieza de los módulos de ósmosis, incluido el depósito de productos químicos, filtro de cartucho y bombas para el lavado y la limpieza de las membranas de ósmosis;
- Un (1) sistema de inyección de antiincrustante (si es necesario), incluyendo un (1) tanque de almacenamiento de productos químicos, dos (2) bombas de inyección al 100% y una (1) bomba de carga e instrumentación asociada;
- Un (1) sistema de inyección de bisulfito sódico, que incluya un (1) depósito de almacenamiento de productos químicos, dos (2) bombas de inyección al 100% y una (1) bomba de carga, así como la instrumentación asociada;
- Un (1) sistema de inyección de hidróxido de sodio, incluyendo un (1) tanque de almacenamiento químico, dos (2) bombas de inyección al 100% y una (1) bomba de carga e instrumentación asociada;
- Cualquier equipo de almacenamiento y dosificación de reactivos químicos que se considere necesario para el funcionamiento, cuando sean diferentes de los equipos utilizados en la etapa de desalinización. Cada sistema de dosificación de productos químicos incluirá un depósito, 2 bombas 100% para cada servicio y una bomba centrífuga de llenado.

Como se observa, en esta opción se utilizarán antiincrustante (si es necesario), bisulfito sódico e hidróxido de sodio como productos químicos.

ATOME PLC

ETA basada en OI y lechos de resinas de intercambio iónico (CB+MB)

Así como la Opción 1), la ETA basada en OI y Lechos de Resinas de Intercambio Iónico (CB+MB) constará de dos (2) trenes al 100% para producir agua desmineralizada a partir del agua de servicio (es decir, el agua pre tratada). Los dos (2) trenes podrán funcionar simultáneamente. En esta opción, la planta de desmineralización se basará en el tratamiento con ósmosis inversa y resinas de intercambio iónico (Lechos Catiónicos y Lechos Mixtos), constituida por los siguientes componentes:

- Dos (2) bombas 100% para suministrar el agua de servicio a los filtros;
- Dos (2) filtros de cartucho 100%, cada uno con una capacidad del 100% (uno en espera) para agua pre tratada con un diámetro efectivo de partículas de 5 micras;
- Dos (2) bombas de alta presión de capacidad 100% para alimentar los trenes de desmineralización, una de ellas de reserva;
- Dos (2) trenes de ósmosis inversa de capacidad 100%. El proveedor definirá el número óptimo de pasos y etapas para obtener la calidad de agua requerida;
- Un (1) tanque de almacenamiento de agua osmotizada (opcional);
- Dos (2) bombas de agua de alimentación de intercambiadores de iones al 100%, una como reserva;
- Dos (2) trenes 100% (uno en funcionamiento y otro en regeneración o en espera) con todos los equipos, componentes, tuberías, válvulas, accesorios, instrumentación y control necesarios para su correcto funcionamiento y regeneración. Cada tren dispone de:
  - Intercambiador iónico de Resina Catiónica;
  - Intercambiador iónico de Lecho Mixto.
- Dos (2) bombas de recirculación al 100%;
- Filtros atrapa-resinas a la salida de cada resina catiónica y desmineralizador de lecho mixto;
- Válvulas automáticas y de control para el correcto funcionamiento de la planta;
- Un (1) Subsistema para la regeneración de las resinas con todos los equipos, componentes, tuberías, válvulas, accesorios, instrumentación y control necesarios para su correcto funcionamiento. Esto incluye:
  - Equipos de dosificación de productos químicos para la regeneración;
  - Ácido clorhídrico: incluyendo dos (2) tanques de almacenamiento, tres (3) bombas dosificadoras al 100% (una en de reserva), dos (2) bombas de carga 100%, un (1) tanque lavador de gases, una (1) Tee mezcladora, una (1) manguera flexible para la conexión del vagón cisterna de ácido y la instrumentación asociada;
  - Soda cáustica: incluye dos (2) tanques de almacenamiento, tres (3) bombas dosificadoras al 100% (una en 100% (una en espera), dos (2) bombas de carga 100%, una (1) T de mezcla, una (1) manguera flexible de conexión vagón cisterna sosa cáustica y la instrumentación asociada;
  - Dos (2) soplantes 100% para la regeneración del lecho mixto;
  - Dos (2) bombas centrífugas de regeneración al 100%.
- Una (1) fosa de neutralización (obra civil por cuenta ajena) con un sistema completo de mezcla con chorros de agua alimentados a través de la línea de circulación presurizada de las bombas de neutralización;
- Dos (2) bombas de transferencia de efluentes 100% de regeneración;
- Analizadores de conductividad específica y de sílice cuando sea necesario para el correcto funcionamiento del sistema;

ATOME PLC

- Un (1) sistema de limpieza in situ para la limpieza de los módulos de ósmosis, incluido el depósito de productos químicos, filtro de cartucho y bombas de lavado y limpieza de las membranas de ósmosis/
- Un (1) sistema de inyección de antiincrustante, que incluye un (1) depósito de almacenamiento de productos químicos, dos (2) bombas de inyección al 100% y una (1) bomba de carga e instrumentación asociada;
- Un (1) sistema de inyección de bisulfito sódico, que incluye un (1) tanque de almacenamiento de productos químicos, dos (2) bombas de inyección al 100% y una (1) bomba de carga e instrumentación asociada;
- Un (1) sistema de inyección de hidróxido de sodio, incluyendo un (1) tanque de almacenamiento químico, dos (2) bombas de inyección al 100% y una (1) bomba de carga e instrumentación asociada.

En la Opción 2, además del antiincrustante, bisulfito sódico e hidróxido de sodio utilizados en la Opción 1, se utilizarán también ácido clorhídrico y sosa cáustica.

3.2.6.2
Análisis Comparativo

Costes de inversión (CAPEX)

La **Tabla 3.2.6.2.a** presenta la comparación entre los costes de inversión (CAPEX) de cada una de las opciones de tratamiento del agua evaluadas.

Tabla 3.2.6.2.a
Comparación del CAPEX de las opciones de sistemas de tratamiento de aguas

Ítem	Opción 1 - ETA OI + EDI	Opción 2 - ETA OI + CB+MB
Pre tratamiento (Clarificación + UF), 242.70 m^3/h	• Tratamiento físico-químico • Sistema UF • Sistema de retro lavado • Sistema de inyección de productos químicos • Equipo eléctrico • Sistema de control • Cable de interconexión • Herramientas especiales • Repuestos recomendados • Equipo mecánico, incluyendo líneas, válvulas e instrumentos	• Tratamiento físico-químico • Sistema UF • Sistema de retro lavado • Sistema de inyección de productos químicos • Equipo eléctrico • Sistema de control • Cable de interconexión • Herramientas especiales • Repuestos recomendados Equipo mecánico, incluyendo líneas, válvulas e instrumentos
CAPEX	$ 1,355,074	$ 1,355,074
Desmineralización (33.50 m^3/h) y potabilización (0.63 m^3/h)	• Filtros de cartucho, incluidas bombas de alimentación • Sistema de ósmosis inversa, incluidas bombas de alta presión • Sistema EDI • Sistema de retro lavado • Filtros de carbón activado • Sistema de inyección de productos químicos • Equipo eléctrico	• Filtros de cartucho, incluidas bombas de alimentación • Sistema de ósmosis inversa, incluidas bombas de alta presión • Columnas de intercambio iónico • Sistema de regeneración de resinas • Sistema de neutralización • Sistema de retro lavado • Filtros de carbón activo

ATOME PLC

Tabla 3.2.6.2.a
Comparación del CAPEX de las opciones de sistemas de tratamiento de aguas

Ítem	Opción 1 - ETA OI + EDI	Opción 2 - ETA OI + CB+MB
	• Sistema de control • Cable de interconexión • Herramientas especiales • Repuestos recomendados • Equipo mecánico, incluyendo líneas, válvulas e instrumentos	• Sistema de inyección de productos químicos • Equipo eléctrico • Sistema de control • Cable de interconexión • Herramientas especiales • Repuestos recomendados • Equipo mecánico, incluyendo líneas, válvulas e instrumentos
CAPEX	$ 1,526,628	$ 1,610,592
CAPEX total	**$ 2,881,702**	**$ 2,965,666**

Obs.: Esta tabla es preliminar (valores económicos basados en la base de datos de otros proyectos) y se actualizará durante las fases posteriores de ingeniería.

Costes de operación (OPEX)

La **Tabla 3.2.6.2.b** presenta la comparación entre los costes de operación (OPEX) de cada una de las opciones de tratamiento del agua evaluadas.

Tabla 3.2.6.2.b
Comparación del OPEX de las opciones de sistemas de tratamiento de aguas

Ítem	Opción 1 - ETA OI + EDI	Opción 2 - ETA OI + CB+MB
Coste de mantenimiento de la planta de pretratamiento, incluyendo consumo de productos químicos	$ 43,569	$ 43,569
Coste de mantenimiento de la planta de desmineralización y potabilización, incluido el consumo de productos químicos	€ 49,085	$ 69,047
OPEX total	**$ 92,654**	**$ 112,616**

Obs.: Esta tabla es preliminar (valores económicos basados en la base de datos de otros proyectos) y se actualizará durante las fases posteriores de ingeniería.

Considerando las dos configuraciones diferentes para la planta de desmineralización (Opción 1: desmineralización basada en OI+EDI u Opción 2: basada en OI+CB+MB), ambas configuraciones pueden ser utilizadas para obtener la calidad de agua desmineralizada requerida por los electrolizadores.

Sin embargo, la opción de desmineralización final mediante Resinas de Intercambio Iónico implica un elevado consumo de productos químicos y la generación de elevados volúmenes de efluentes que requerirán ser neutralizados antes de ser vertidos.

Por lo tanto, se eligió la Opción 1 que es la más efectiva y minimiza los costos operativos. La eficiencia de los procesos es muy alta y no hay flujos residuales debido a que el bajo rechazo de las aguas generados en el EDI es recuperado en la alimentación de la OI.

ATOME PLC

3.2.7
Alternativas de Fuente de Agua Superficial y/o Subterránea

3.2.7.1
Opciones Evaluadas

Como se ha mencionado en la **Sección 2.6.2.1**, la fuente de agua del Proyecto constituirá el río Paraguay (a 2.3 km de la Planta en línea recta). En el análisis comparativo se mencionan las principales limitantes y motivos por el cual se ha seleccionado al río como la alternativa más viable. No obstante, cabe destacar que el uso del agua de pozo aún se encuentra en evaluación, pero únicamente como fuente de agua para un tanque secundario para combate de incendios de manera a cumplir con la legislación local.

3.2.7.2
Análisis Comparativo

Agua de pozo perforado en el terreno

Debido a la alta conductividad del agua subterránea, el pretratamiento necesario es un proceso de ósmosis inversa (OI) con una eficiencia aproximada del 65% (según la simulación realizada). Esto implica que el total de agua subterránea necesaria será de 242.70 m^3/h, lo que significa, como mínimo, 4 o 5 pozos con las bombas correspondientes (caudal máximo por perforación de 50 m^3/).

De acuerdo con la información proporcionada por el pozo ya perforado en el terreno (profundidad de perforación 96 m, profundidad de aspiración de la bomba 44 m y altura dinámica del agua 22 m), se ha calculado la potencia necesaria para la bomba de cada pozo (50 m^3/h) (**Tabla 3.2.7.2.a**):

Tabla 3.2.7.2.a
Potencia necesaria para cada bomba de pozo

	Potencia consumida (kW) por cada bomba	Número de bombas necesarias	Energía total consumida (kW)
Bomba (50 m^3/h)	7	4-5	21-28

Además, se ha realizado una estimación del consumo de energía y del coste de inversión para el pretratamiento correspondiente (OI). Los resultados se incluyen en la siguiente **Tabla 3.2.7.2.b**:

Tabla 3.2.7.2.b
Consumo de energía y del coste de inversión del pretratamiento

	Potencia consumida (kW)	CAPEX (€)
Pretratamiento para el agua del pozo (OI)	110	2,215,000

En relación con los efluentes, el rechazo del proceso de OI considerando un rendimiento del 65% será un caudal de 6.98 m^3/h, con una conductividad aproximada de 30,000 uS/cm. Este efluente tendría una conductividad muy elevada para su vertido, requiriendo un estudio específico para su tratamiento. Una opción para gestionar sus efluentes sería incluir un tanque de evaporación

ATOME PLC

cuya limitante sería el espacio en la planta. Otra alternativa es incluir un tanque/depósito de almacenamiento para recoger los efluentes y que sean eliminados vía gestores debidamente autorizados para los fines.

Agua del río Paraguay

El río Paraguay se encuentra a unos 2 km de la Planta. Considerando esa distancia y una tubería de distribución de 3" desde la descarga de la bomba hasta la Planta, la potencia consumida por la bomba sería de 23 kW.

El caudal mínimo del río Paraguay es de aproximadamente 2,701 m^3/s y el caudal a ser captado para el proyecto es de 242.70 m^3/h o 0.07 m^3/s, que corresponde a cerca de 0.003% del caudal del río, demostrando la viabilidad de esta alternativa.

Debido a la turbidez y sólidos totales en suspensión (SST) de esta agua, el pretratamiento en este caso es un tratamiento fisicoquímico ya mencionado en la **Sección 2.6.2.2**. Se estima que el agua pretratada necesaria es de 218.43 m^3/h.

Por otro lado, el pretratamiento requerido para el agua de río implica un coste de inversión más bajo que el requerido para el agua de pozo.

Tabla 3.2.7.2.c
Consumo de energía y del coste de inversión del pre tratamiento

	Potencia consumida (kW)	CAPEX (€)
Pre tratamiento para el agua de río	200	862,000

El volumen de efluentes a ser vertidos en el río sería de 77.30 m^3/h, con picos ocasionales de 84.20 m^3/h, siendo el consumo neto total de la planta de 165.4 m^3/h o 158.5 m^3/h, para cada caso. Cabe destacar que los efluentes representarían solo el 0.008% o 0.007% del caudal mínimo del río, para cada caso, considerándose prácticamente despreciable. Estos efluentes serán tratados en la ETAR para cumplir con la calidad establecida en la Resolución 222/02 y las guías generales de medio ambiente, salud y seguridad y guías para la producción de fertilizantes nitrogenados de CFI/Banco Mundial.

3.3
Alternativa sin Proyecto

Como se menciona en la **Sección 2.1**, el proyecto de la planta de ATOME se basa en la producción del fertilizante CAN a partir de NH_3 producido con H_2 verde, utilizando energía renovable (procedente de hidroeléctrica existente) para el proceso de electrólisis. El objetivo del Proyecto es responder a la demanda local y regional de fertilizantes a través de la producción del primer fertilizante realmente verde de Paraguay.

En ese contexto vale recalcar que Paraguay importa el 100% de sus fertilizantes – aproximadamente 1.2 millones de toneladas al año. Asimismo, son actores estratégicos para ATOME los países vecinos como Brasil, el mayor importador de fertilizantes amoniacales del mundo (13.7% del nitrato de amonio del mundo) cuyo principal socio comercial es Rusia.

ATOME PLC

Más del 95% del hidrógeno producido hoy se fabrica con combustibles fósiles, alrededor del 45% de este se dedica a la producción de amoníaco (185 millones de toneladas al año) y el 80% de la producción mundial de amoníaco se utiliza para producir fertilizantes.

En ese sentido, sin el Proyecto, la oferta para satisfacer la demanda se haría probablemente únicamente mediante el proceso tradicional de producción de hidrógeno quemando combustibles fósiles, lo que se denomina H_2 gris. Según datos obtenidos[1], la producción de una tonelada de H_2 gris libera a la atmósfera unas diez toneladas de CO_2.

La implementación del Proyecto permitiría ofrecer un producto sustituto con el potencial de desplazar 525,000 t-CO_2-eq/año de emisiones de carbono en el sector de fertilizantes. Al considerar la vida útil del Proyecto (25 años), este impacto se traduciría en 13,125,000 t CO_2-eq evitados.

La producción de fertilizantes y su uso son responsables de la emisión de 2.6 gigatoneladas de carbono por año. El Proyecto instalado en Paraguay cuya energía es prácticamente 100% renovable, a partir de las represas hidroeléctricas como Itaipú y Yacyretá, permiten la producción de un fertilizante verde con los niveles más bajos de emisiones de carbono en el mundo y a costos competitivos, pudiendo reemplazar a la urea, reduciendo la pérdida y transporte de nitrógeno por lixiviado hasta los ecosistemas acuáticos e incrementando el rendimiento productivo.

Además de no evitar los impactos asociados a las emisiones de CO_2 a la atmósfera, la alternativa sin el Proyecto no tendría los impactos positivos asociados al mismo, como la generación de empleos directos e indirectos en las fases de construcción y operación, la dinamización de la economía local mediante la compra de insumos y bienes de consumo y la contratación de servicios, además de la recaudación de impuestos. El Proyecto también aporta tecnologías punta a Paraguay.

En relación con los puestos de trabajo durante la construcción de la Planta, se estima que se contratarán cerca de 1,020 a 1,073 trabajadores en el pico de las obras, y gran parte de estos puestos podrán ser cubiertos por residentes locales de Villeta. En la fase de operación se estima que se generarán cerca de 225 empleos directos y 874 indirectos. Estos puestos también incluirán contrataciones locales, con beneficios asociados a la formación y capacitación y a la continuidad de los empleos. Además, se estiman entre 40-50 personas para los otros componentes del Proyecto, incluyendo la LT y el sistema de captación de agua y tuberías.

Los efectos positivos del Proyecto sobre el comercio y los servicios de la región también deberán producirse principalmente en Villeta, lo que impulsará la economía local y aumentará la recaudación fiscal, que será aplicada por el municipio, revirtiendo en beneficios para la población.

El Proyecto, en su fase de operación, también tendrá un impacto positivo en el PIB industrial de Villeta, con reflejos positivos también en el PIB del Departamento Central.

Por otro lado, sin el Proyecto no se producirían varios impactos negativos y riesgos asociados al mismo, siendo los principales la pérdida de cobertura vegetal, las molestias a los residentes

[1] https://www.ecycle.com.br/hidrogenio-cinza/

ATOME PLC

vecinos como consecuencia de la construcción y operación de la Planta. Así pues, sin el Proyecto se mantendría la calidad socioambiental actual del terreno y entorno.

No obstante, el diseño de la Planta incluye tecnologías para prevenir o minimizar potenciales impactos en la calidad acústica, calidad de aire, y potenciales riesgos de salud y seguridad. Además, los EPCistas, CASALE y ATOME aplicarán un sólido conjunto de programas y medidas tanto para las obras como para la fase de operación, consolidados en un Plan de Gestión Ambiental y Social - PGAS.

También es importante mencionar que el terreno elegido para la implantación del Proyecto tiene un entorno casi en su totalidad desocupado, con una sola residencia vecina. Para evitar molestias y riesgos, se han previsto varias medidas, que van desde ajustes del diseño, selección de equipos y tecnologías, medidas de controles de las emisiones, abatimiento de ruidos y propuesta de mitigación, en caso necesario. Además, las tecnologías diseñadas y adoptadas resultan en una Planta cuyos equipos emitirán los niveles más bajos de ruido y emisiones atmosféricas a fin de cumplir con la legislación paraguaya e inclusive estándares internacionales, y operarán de acuerdo con las normas internacionales de seguridad y salud.

Todo el PGAS a implementar seguirá el principio de jerarquía de mitigación, es decir, se priorizarán las medidas de prevención, seguidas de las alternativas de mitigación y control, y sólo entonces, si no es posible prevenir o mitigar, se compensará el impacto.

La pérdida de cubierta vegetal es un ejemplo de esta aplicación. El proyecto contempla compensaciones ambientales mediante la adquisición de servicios ambientales y plantíos compensatorios de vegetación nativa como medidas para la vegetación suprimida durante la construcción del proyecto.

ATOME PLC

4.0 Marco Legal

ATOME PLC

JGP Consultoria e Participações Ltda.
Rua Américo Brasiliense, 615 - São Paulo
CEP 04715-003 - Fone / Fax 5546-0733
e-mail: jgp@jgpconsultoria.com.br

Zona Franca y Planta de Producción de Fertilizante Verde de ATOME Paraguay S.A.

Estudio de Impacto Ambiental y Social (EIAS)

Febrero de 2024

RESUMEN

4.0 Marco Legal **1**
4.1 Normas de Desempeño (ND) Ambiental y Social de la CFI 1
4.2 Otras Normas Internacionales 7
4.3 Marco Legal Paraguayo 11
4.3.1 Licenciamiento Ambiental 11
4.3.2 Control de la Contaminación 15
4.3.2.1 Clasificación y Manejo de Residuos Sólidos 15
4.3.2.2 Protección de Recursos Hídricos Superficiales y Subterráneos 19
4.3.2.3 Emisiones Atmosféricas y Calidad del Aire 23
4.3.2.4 Control de Ruido 25
4.3.3 Protección de Biodiversidad 26
4.3.3.1 Áreas Protegidas 32
4.3.4 Patrimonio Histórico, Cultural y Arqueológico 34
4.3.5 Procesos de Compra de Tierras, Expropiación y Reasentamiento 35
4.3.6 Salud Ocupacional y Seguridad del Trabajo y de la Comunidad 36
4.3.6.1 Ruido en el Trabajo 39
4.3.6.2 Control de la Potabilidad del Agua 40
4.3.7 Legislación Laboral 43
4.3.8 Gestión de Desastres Naturales y Respuesta a Emergencias 47
4.3.9 Procesos de Expropiación 48

ATOME PLC

4.0
Marco Legal

En el presente apartado se identifican las normas ambientales, sociales, culturales, y de salud y seguridad ocupacional a fin de que la empresa planifique, ejecute y opere el Proyecto planteado cumpliendo lo establecido en ellas.

Además de la normativa paraguaya, se cumplirán también los requerimientos establecidos en las normas de desempeño de la CFI aplicables al Proyecto (ND 01, ND 02, ND 03, ND 04, ND 05, ND 06 y ND 08), las Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad de la CFI, los Convenios de la OIT y otros requerimientos internacionales aplicables.

A continuación, se exponen los principales aspectos o ejes temáticos que enmarcan al proyecto, con base en los cuales se ha analizado la relevancia e implicancia de los instrumentos legales para y en el Proyecto. La **Sección 4.1** resume el contenido de las Normas de Desempeño de la CFI aplicables al Proyecto y la **Sección 4.2** presenta la normativa paraguaya aplicable separada por temas.

4.1
Normas de Desempeño (ND) Ambiental y Social de la CFI

ND1: Evaluación y Gestión de los Riesgos e Impactos Ambientales y Sociales

Para cumplir la ND1 de la CFI en lo que respecta a los principales requisitos ambientales, sociales y de salud y seguridad, se debe llevar a cabo un proceso estructurado y exhaustivo de identificación y evaluación de peligros y riesgos y de identificación y evaluación de aspectos e impactos ambientales y sociales para las actividades de construcción y operación del Proyecto, basado en las mejores prácticas internacionales del sector.

La ND 1 establece los siguientes requisitos para los proyectos:

- Llevar a cabo un proceso de evaluación ambiental y social;
- Establecer y mantener un Sistema de Gestión Ambiental, Social - SGAS que incorpore los siguientes elementos:
  - i) política;
  - ii) identificación de riesgos e impactos;
  - iii) programas de gestión;
  - iv) capacidad y competencia organizativas;
  - v) preparación y respuesta ante situaciones de emergencia;
  - vi) participación de los actores sociales, y
  - vii) seguimiento y evaluación.

El proceso de identificación y análisis de riesgos e impactos debe realizarse para el área de influencia del proyecto, y considerar también las instalaciones conexas y los impactos acumulativos.

El Sistema de Gestión debe prever la gestión de todos los Programas Ambientales y Sociales previstos para las fases de construcción y operación del Proyecto, garantizando la debida

ATOME PLC

integración entre ellos y asegurando que el análisis crítico de los resultados sea procesado oportunamente y resulte en la activación de estrategias correctivas en el momento adecuado.

El sistema de preparación y respuesta ante situaciones de emergencia debe ser estructurado para responder de manera adecuada a situaciones accidentales y de emergencia asociadas con el proyecto, a fin de prevenir y mitigar cualquier daño contra las personas y el medio ambiente. Esa preparación incluirá la identificación de las zonas en las que puedan producirse accidentes y situaciones de emergencia, las comunidades y las personas que puedan resultar afectadas, los procedimientos de respuesta, la provisión de equipos y recursos, la asignación de responsabilidades, la comunicación, incluso con las posibles comunidades afectadas, y una capacitación periódica para garantizar una respuesta eficaz.

El SGAS debe contar con procedimientos de garantía (*Compliance Assurance*) que controlen eficazmente la correcta implementación de todos los requisitos ambientales, sociales y de salud y seguridad para las fases de construcción y operación del Proyecto, con procedimientos para el tratamiento de las no conformidades, tanto con respecto a las normas locales como a los requisitos adicionales de la CFI.

ND2: Trabajo y condiciones laborales

La ND2 de la CFI se aplica a todos los trabajadores directos, a los trabajadores por Contratistas y Subcontratistas y a los proveedores primarios de la cadena de suministro del Proyecto.

Política de Recursos Humanos

El Proyecto debe contar con una Política de Recursos Humanos (o instrumento equivalente), basada en la legislación del país y compatible con los requisitos de la ND2 y los Principios Fundamentales de la OIT. Debe establecer procedimientos de gestión laboral, incluyendo directrices claras para la contratación y capacitación de trabajadores, incluido el principio de la no discriminación, la prohibición del trabajo infantil y forzoso, y un mecanismo de consulta y reclamación de los trabajadores, que deben extenderse a los trabajadores subcontratados y a los proveedores.

El Sistema de Gestión del Proyecto debe incluir un procedimiento para verificar el cumplimiento de esta Política por parte de todas las empresas implicadas.

Gestión de la salud y la seguridad

Para cumplir con la ND2 se requiere un Programa de Salud y Seguridad en la Construcción y en la Operación, que debe incluir tanto a las empresas Contratistas como a los subcontratistas y proveedores de servicios e insumos. Debe formar parte del Sistema de Gestión que se presente como parte de la ND1.

En general, la ND2 exige que el Proyecto cuente con un entorno de trabajo seguro y saludable. Para lograrlo, es necesario llevar a cabo un amplio y exhaustivo proceso de mapeo de peligros y evaluación de riesgos para cada una de las principales etapas del Proyecto, tanto para la fase de construcción como para la de operación, que involucre a la cadena de proveedores primarios del Proyecto.

ATOME PLC

El marco para la evaluación de estos riesgos debe basarse en las buenas prácticas internacionales del sector y abarcar los principales riesgos que puedan estar relacionados con peligros físicos, químicos y biológicos. El Sistema de Gestión Ambiental, Social y de Salud y Seguridad debe describir las medidas diseñadas para prevenir accidentes, lesiones y enfermedades que puedan estar relacionados con el Proyecto o que puedan ser inducidos por él.

La jerarquía de gestión de riesgos relacionados con la salud y la seguridad de los trabajadores sugerida por la ND2 da prioridad a la eliminación de la fuente de riesgo mediante la modificación, sustitución o eliminación de las condiciones de trabajo peligrosas/inaceptables o la eliminación de una sustancia peligrosa o potencialmente peligrosa para la salud y la vida. Identificar y eliminar o reducir los riesgos que amenazan la vida debe ser una prioridad en la gestión de la Salud y Seguridad de los Trabajadores.

Es esencial que la gestión de la Salud y Seguridad cuente con un procedimiento de garantía (Supervisión, Auditoría e Informes), tal y como se menciona anteriormente en la ND1. Los procedimientos de gestión de Salud y Seguridad deben incluir rutinas para la verificación sistemática del cumplimiento del Programa de Salud y Seguridad y los requisitos de la CFI por parte de todas las empresas que trabajan en el Proyecto, incluyendo el Contratista, los subcontratistas y los proveedores primarios relevantes.

ATOME PLC

Requisitos para el alojamiento de trabajadores

Si el Proyecto incluye alojamiento para los trabajadores, se debe seguir el estándar utilizado por la CFI como referencia, que es la publicación "Workers' accommodation: processes and standards", elaborada por la CFI en colaboración con el European Bank for Reconstruction and Development (EBRD) en 2009.

Las normas de las instalaciones de alojamiento y las zonas de ocio son importantes para que los trabajadores puedan descansar adecuadamente y mantener buenas condiciones de higiene. En particular, debe evitarse el hacinamiento en estas zonas. Estos aspectos también repercuten en la productividad de los trabajadores e incluso pueden influir en la reducción de los accidentes laborales.

Si hay alojamiento, las habitaciones y los dormitorios deben mantenerse limpios y en buen estado. Deben tener un buen aislamiento térmico y acústico, la exposición al ruido y a los olores debe reducirse al mínimo y las instalaciones deben ofrecer la mayor intimidad posible. Las instalaciones sanitarias deben estar situadas dentro de los mismos edificios, separadas para hombres y mujeres. Deberá disponerse de mobiliario adecuado y estudiarse la densidad apropiada para evitar el hacinamiento. Deberá llevarse a cabo un control de plagas y vectores y una desinfección de los sanitarios y dormitorios.

Debe disponerse de un vestuario con instalaciones adecuadamente diseñadas para guardar las pertenencias personales de los trabajadores. Los puntos de referencia sugieren que cada trabajador disponga de una taquilla individual de al menos 475 L y 1 m de estantería. Deben guardarse por separado las botas de trabajo y otros EPI, así como una zona aireada y soleada para secar la ropa.

Las instalaciones sanitarias higiénicas son esenciales para que los trabajadores mantengan un buen nivel de higiene personal y también para evitar la contaminación y la propagación de enfermedades que se derivan de unas instalaciones sanitarias inadecuadas. Las instalaciones sanitarias deben disponer de inodoros, urinarios, y lavamanos y duchas. Las instalaciones sanitarias también deben estar construidas con materiales fácilmente lavables, además de garantizar la intimidad. Las instalaciones sanitarias nunca deben compartirse entre residentes masculinos y femeninos. A continuación, se exponen los principales requisitos de estas instalaciones:

- El suelo de la ducha/baño debe ser de material lavable y antideslizante.
- Debe haber un número adecuado de lavamanos para los trabajadores. Las normas internacionales de referencia oscilan entre 1 unidad por cada 15 personas y 1 unidad por cada 6 trabajadores. Los lavamanos deben tener al menos un grifo conectado a un lavabo y un sistema de recogida de efluentes, jabón y toallas de papel para secarse las manos.
- Las normas internacionales indican la provisión de al menos 1 inodoro por cada 20 trabajadores.
- Los trabajadores deben disponer de un número adecuado de duchas. Las normas varían entre 1 unidad por cada 15 personas y 1 unidad por cada 6 personas.

ND3: Prevención y reducción de la contaminación

El objetivo de la ND3 es minimizar los impactos adversos sobre la salud humana y el medio ambiente reduciendo al mínimo la contaminación y las emisiones que contribuyen al cambio climático, además de promover un uso más sostenible de los recursos, entre ellos la energía y el agua y reducir las emisiones de GEI relacionadas con el proyecto.

Uso eficiente de los recursos naturales

La ND3 recomienda tener en cuenta las condiciones ambientales del ciclo de vida del Proyecto durante su planificación, y aplicar las tecnologías y prácticas (técnicas) de prevención y control de la contaminación más adecuadas para evitar o, cuando sea imposible, minimizar o reducir los impactos adversos sobre la salud humana y el medio ambiente, sin dejar de ser técnica y financieramente viables y rentables. También se espera que el Proyecto incluya medidas para mejorar su eficiencia en el consumo de energía, agua y otros recursos naturales e insumos.

Se debe gestionar la huella del Proyecto (incluido el control de la erosión), controlar las emisiones del Proyecto y las condiciones del medio receptor (durante la construcción y la operación) con el fin de verificar el cumplimiento de normas de desempeño ambiental, en este caso los límites más restrictivos teniendo en cuenta la legislación del país y las Directrices generales y específicas de la CFI en materia de medio ambiente, salud y seguridad. También se debe gestionar los residuos sólidos y efluentes líquidos y los productos peligrosos.

El proyecto deberá comprobar la necesidad de un balance de carbono de las fases de construcción y operación, en función de su tamaño.

ATOME PLC

ND4: Salud y seguridad de la comunidad

La ND4 exige una evaluación de los riesgos e impactos del Proyecto para la salud y la seguridad de las comunidades afectadas y la proposición de medidas de mitigación acordes con la naturaleza y magnitud de estos riesgos e impactos, considerar la posibilidad de minimizar los riesgos para la seguridad de la comunidad desde la fase de diseño.

Se debe evaluar los riesgos para la comunidad asociados a las actividades con productos peligrosos e incluir medidas de gestión y seguridad durante las obras y en la operación. El transporte de productos químicos y posiblemente combustibles a la obra o durante la operación del Proyecto supondrá un riesgo para las comunidades a lo largo de las rutas a ser utilizadas. Es necesario elaborar un mapa de riesgos y un Plan de Gestión de Transporte centrado en minimizar los riesgos y las interferencias en las comunidades aledañas.

El Proyecto debe contar con medidas para prevenir y controlar los casos de enfermedades transmitidas por el agua o por vectores entre los trabajadores, a fin de evitar la posible exposición de la comunidad.

Deben adoptarse medidas para divulgar los riesgos y orientar a la población en caso de emergencia, tanto durante la fase de construcción como durante la de operación del Proyecto. Estas medidas pueden difundirse como parte del Programa de Participación de las partes Interesadas a ser implementado para el Proyecto.

La ND4 también establece reglas para el personal de seguridad patrimonial. Se exige que el uso de la fuerza sea únicamente con fines preventivos y defensivos en proporción a la naturaleza y el alcance de la amenaza. Por lo tanto, antes de implementar cualquier medida de seguridad patrimonial, el promotor del proyecto (o sus contratistas) debe llevar a cabo una evaluación exhaustiva de los riesgos, respetando las mejores prácticas internacionales, incluyendo principalmente los requisitos aplicables de la ND4 y del EBRD.

En el caso de contratar a una empresa para llevar a cabo la seguridad de la propiedad con el uso de armas de fuego, la ND4 exige que se establezcan criterios estrictos para la selección y contratación de estos proveedores de servicios. Los contratos con estas empresas deben incluir normas de conducta claras y estrictas, especificación de los requisitos de formación y cualificación técnica, normas para el uso de equipos y supervisión de las actividades, entre otras cuestiones. El personal de seguridad debe seleccionarse cuidadosamente para garantizar que no ha estado implicado en delitos o abusos anteriores. Siempre que sea necesario, debe preverse la contratación de personal de seguridad de ambos sexos, especialmente para la seguridad de alojamientos de mujeres.

ND5: Adquisición de tierras y reasentamiento involuntario

La ND5 establece directrices para proyectos que impliquen impactos relacionados con la adquisición de tierras, restricciones al uso de la tierra y reasentamiento involuntario que implique tanto desplazamiento físico (reubicación) como desplazamiento económico (pérdida de activos o de acceso a activos que conlleve la pérdida de fuentes de ingresos u otros medios de subsistencia).

ATOME PLC

Según la ND 5, se debe evitar, o al menos minimizar, el reasentamiento involuntario, principalmente de personas vulnerables, siempre que sea posible mediante el análisis de las características del proyecto.

En caso de que la adquisición de tierras o las restricciones sobre su uso ocasionen un desplazamiento económico (pérdida de bienes o de medios de subsistencia), independientemente de que se desplace físicamente o no a las personas afectadas, se deberá cumplir con los requisitos de los párrafos 27 a 29 de la ND5.

Se debe mitigar los impactos sociales y ambientales adversos derivados de la adquisición de tierras y de las restricciones en el uso de las tierras por las partes afectadas mediante (i) la compensación financiera por la pérdida de bienes a valor de reposición; (ii) en caso de afectación de negocio, la compensación al propietario por el costo de restablecimiento de las actividades comerciales en otro lugar, por el ingreso neto perdido durante el período de transición, y por los costos de la transferencia y reinstalación de la planta, la maquinaria y demás equipos; (iii) la garantía de que las actividades de reasentamiento se lleven a cabo con suficiente divulgación de información, consulta pública y participación activa y bien informada de las partes afectadas.

En caso de que resulte inevitable el reasentamiento involuntario, se debe llevar a cabo un censo socioeconómico y elaborar e implementar un plan de acción de reasentamiento. En caso de desplazamiento económico, se debe elaborar e implementar un plan de restablecimiento de medios de subsistencia para compensar a las personas o comunidades afectadas.

Según la ND5, es necesario mejorar o al menos restablecer a los niveles anteriores al Proyecto las condiciones de vida de las partes afectadas. En caso de reasentamiento, se debe proveer viviendas adecuadas con tenencia segura en los lugares de reasentamiento y proporcionar una propiedad que reemplace a la afectada por el proyecto (por ejemplo, instalaciones agrícolas o comerciales) de igual o mayor valor, o una compensación monetaria por el valor total de reposición.

Se debe compensar a las personas desplazadas económicamente que no tengan derechos legalmente reconocibles sobre las tierras por activos perdidos distintos de la tierra (tales como cultivos, infraestructura de riego y otras mejoras realizadas a la tierra), por el costo total de reposición.

El mecanismo de reclamos del Proyecto debe tener un canal dirigido a las personas afectadas por el proceso de adquisición de tierras y reasentamiento.

ND6: Conservación de la biodiversidad y gestión sostenible de recursos naturales vivos

La ND6 exige un equilibrio entre la conservación de la biodiversidad y la promoción de la gestión sostenible de los recursos naturales. Los requisitos se aplican al proyecto en todos los hábitats, independientemente de su historial previo de degradación y de si están o no protegidos legalmente.

La ND6 establece que el Proyecto no debe modificar ni deteriorar significativamente los hábitats naturales, a menos que pueda demostrar que no existen otras alternativas viables dentro de la región, dentro de hábitats modificados. En caso de intervención en áreas de hábitats naturales,

ATOME PLC

cuando sea viable, se diseñarán medidas de mitigación para lograr que no exista pérdida de biodiversidad.

Debe evaluarse la existencia de hábitats críticos en el área de influencia de los proyectos, según las 5 condiciones que definen este tipo de hábitats expuestas en el párrafo 16 de la ND6. Las actividades del proyecto no deben llevarse a cabo en hábitats críticos a menos que se cumplan las condiciones establecidas en el párrafo 17.

En el proceso de identificación y evaluación de los impactos del proyecto, se deben identificar los posibles impactos sobre los servicios prioritarios que prestan los ecosistemas.

ND7: Pueblos indígenas

No se aplica al Proyecto.

ND8: Patrimonio cultural

Se llevaron a cabo levantamientos arqueológicos como parte de los estudios de línea de base, durante los cuales no fueron encontrados sitios arqueológicos o patrimonio cultural en el área del proyecto.

No obstante, para salvaguardar cualquier bien arqueológico o cultural que no se haya identificado durante esta etapa, el PGAS incluye un programa de hallazgos fortuitos a ser implementado durante las obras.

4.2
Otras Normas Internacionales

Política del Banco Mundial para Proyectos en Hidrovías Internacionales y OP 7.50 - Proyectos en Hidrovías Internacionales

Se aplican a los siguientes tipos de proyectos: proyectos hidroeléctricos, de irrigación, de control de inundaciones, de navegación, de drenaje, de agua y alcantarillado, proyectos industriales y similares que impliquen el uso o la contaminación potencial de hidrovías internacionales.

En estos casos, se solicita que el gobierno del país donde el proyecto está ubicado o el promotor del proyecto notifique formalmente al país transfronterizo el proyecto propuesto y los detalles respectivos de diseño.

Se permiten las siguientes excepciones al requisito de notificar el proyecto propuesto al país transfronterizo:
i) si no modificarán negativamente la calidad o cantidad de los flujos de agua al otro país; y
ii) si no se verán afectados negativamente por el uso potencial del agua por parte del otro país.

Este es el caso del Proyecto de Atome, que no tendrá un impacto significativo en términos de reducción del caudal de agua o de contaminación del río Paraguay, ya que el consumo neto de agua previsto es muy pequeño en relación con el caudal de este río (caudal a captar de 242.70 m^3/h y vertido de efluentes tratados de 77.30 m^3/h, con picos ocasionales de 84.20 m^3/h, siendo

ATOME PLC

el consumo neto de la planta de 158.5 m^3/h considerando el volumen pico). La calidad de los efluentes tratados cumplirá las normas internacionales y no degradará la calidad del agua del río.

Guías generales de la CFI sobre medio ambiente, salud y seguridad

Las Guías Generales sobre Medio Ambiente, Salud y Seguridad de la CFI presentan los niveles y medidas de desempeño ambiental y de salud y seguridad que normalmente son aceptables para la CFI y que generalmente se consideran factibles en las nuevas instalaciones, a un costo razonable y con las tecnologías actualmente disponibles, y en consonancia con las mejores prácticas internacionales.

En todos los casos en que la legislación y los reglamentos del país en el que se ejecutará el proyecto en materia de medio ambiente y salud y seguridad difieran de las normas, niveles y medidas especificados en las Guías Generales de Medio Ambiente y Salud y Seguridad de la CFI, se espera que el Proyecto cumpla con la más exigente de las dos opciones.

Los requisitos en materia de medio ambiente y de la salud y seguridad establecidos por las Guías se refieren a:

- Emisiones atmosféricas y calidad del aire (ver los límites de emisión y los estándares de calidad del aire establecidos por las Guías Generales en las **Tablas 5.4.a** y **5.4.b del P.01**, **Capítulo 7.0**)
- Conservación de la energía
- Calidad del agua y efluentes (ver los límites para descarga de efluentes establecidos por las Guías Generales en la **Tabla 5.3.a del P.01**, **Capítulo 7.0**)
- Conservación de los recursos hídricos
- Gestión de materiales y sustancias peligrosas
- Gestión de residuos
- Ruido (ver los límites de emisión de ruido establecidos por las Guías Generales en la **Tabla 5.5.a del P.01**, **Capítulo 7.0**)
- Salud y seguridad en el trabajo (ver los límites de emisión de ruido para los diferentes ambientes de trabajo establecidos por las Guías Generales en la **Tabla 5.6.a del P.04**, **Capítulo 7.0**)
- Salud y seguridad de la Comunidad
- Construcción y desmantelamiento

Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para la producción de fertilizantes nitrogenados de la CFI

Estas Guías establecen medidas de prevención y control de emisiones a la atmósfera, aguas residuales, materiales peligrosos, residuos y ruido que deben tenerse en cuenta durante el diseño y elección de la tecnología de Plantas de producción de fertilizantes nitrogenados.

Las guías establecen límites de emisión a la atmósfera para material particulado (MP), NH_3 y NOx para las plantas de amoníaco; MP, NH_3, NO_2 y NOx para las plantas de ácido nítrico; urea, NH_3 y MP para las plantas de urea/urea nitrato de amonio; y NH_3 y MP para las plantas de nitrato amónico y nitrato de amonio cálcico.

ATOME PLC

También establecen los niveles de algunos parámetros que deben cumplir los efluentes de las plantas de fertilizantes nitrogenados, incluyendo pH y Δ de temperatura; NH_3, nitrógeno total (Ntotal) y Sólidos Totales en Suspensión (SST) en las plantas de amoníaco y de ácido nítrico; urea y NH_3 en las plantas de urea/urea nitrato de amonio; y AN, NH_3, Ntotal y SST en las plantas de nitrato amónico y nitrato de amonio cálcico.

En el caso del Proyecto de Atome, las especificaciones de estas guías fueron tenidas en cuenta por el equipo de diseño de las instalaciones de la planta de producción de amoníaco, de la planta de producción de ácido nítrico y de la planta de producción de nitrato de amonio cálcico.

Las Guías también establecen directrices de Higiene y seguridad en el Trabajo, teniendo en cuenta los siguientes temas: seguridad de los procesos, riesgos de origen químico, incendios y explosiones y almacenamiento del amoniaco. Asimismo, establece directrices de Higiene y seguridad en la comunidad.

Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para la transmisión y distribución de electricidad de la CFI

Estas guías establecen medidas recomendadas para prevenir y controlar los impactos en el hábitat terrestre durante la construcción y el mantenimiento de servidumbres de paso de las LTs, incluyendo, entre otros:

- Evitar establecer la servidumbre en los hábitats críticos;
- Instalar los cables por encima de la vegetación existente para evitar la supresión;
- Evitar realizar actividades de construcción y mantenimiento durante la época de reproducción;
- Reponer la vegetación suprimida con especies nativas;
- Eliminar las especies vegetales invasivas durante el mantenimiento rutinario, incluyendo medidas para la aplicación de herbicidas;
- Gestionar las actividades de la obra en construcción según las guías generales.

También establece medidas para prevenir y controlar el riesgo de incendios forestales, medidas de prevención y control recomendadas para reducir al mínimo los choques y la electrocución de aves y murciélagos con los cables de las LTs y recomendaciones para el manejo de Materiales peligrosos, incluyendo aceites / gases (por ejemplo, PCB y hexafluoro de azufre) y combustibles, además de las sustancias o productos químicos empleados para preservar la madera de los postes y otros materiales de construcción de madera.

Las Guías también establecen directrices de Higiene y seguridad en el Trabajo, teniendo en cuenta los siguientes temas: Líneas eléctricas vivas, Trabajo en altura, Campos eléctricos y magnéticos y Exposición a productos químicos. Asimismo, establece directrices de Higiene y seguridad en la comunidad, teniendo en cuenta los impactos y riesgos asociados a electrocución, Interferencia electromagnética, Daños visuales, Ruido y ozono y Seguridad de la navegación aérea.

Las guías establecen límites para la exposición del público en general y de los trabajadores a los campos electromagnéticos.

ATOME PLC

Principios y Derechos Fundamentales en el Trabajo - OIT

En 1998, la OIT adoptó la Declaración relativa a los principios y derechos fundamentales en el trabajo y su seguimiento, que constituye una reafirmación universal del compromiso de los Estados miembros de la Organización, y de la comunidad internacional en general, de respetar, promover y alcanzar un nivel mínimo de principios y derechos en el trabajo.

Los principios y derechos de la OIT se rigen por ocho convenios fundamentales que abarcan la libertad sindical, el reconocimiento efectivo del derecho a la negociación colectiva, la eliminación de todas las formas de trabajo forzoso u obligatorio, la eliminación efectiva del trabajo infantil y la eliminación de la discriminación en materia de empleo y ocupación.

Convenio 29 de la OIT (Trabajo forzoso)

Prevé la eliminación del trabajo forzoso u obligatorio en todas sus formas. Permite algunas excepciones al trabajo obligatorio, como el servicio militar, el trabajo penitenciario debidamente supervisado y el trabajo obligatorio en situaciones de emergencia, como guerras, incendios, terremotos, entre otros. Este Convenio fue ratificado por Paraguay el 28 de agosto de 1967.

Convenio 87 de la OIT (Libertad sindical y protección del derecho de sindicación)

Trata de la libertad sindical y la protección del derecho de sindicación, y su esencia está contenida en el Art. 2º, que garantiza a los trabajadores y a los empleadores, "sin distinción alguna", la libertad de crear organizaciones y de afiliarse a las mismas, "sin autorización previa". Este Convenio fue ratificado por Paraguay el 28 de junio de 1962.

Convenio 98 de la OIT (Derecho de sindicación y de negociación colectiva)

Convenio sobre la aplicación de los principios del derecho de sindicación y de negociación colectiva. Según el Art. 1º de este Convenio, todos los trabajadores deben ser protegidos contra actos discriminatorios que atenten contra la libertad sindical, no sólo en lo que se refiere a la afiliación o dirección de sindicatos, sino también a la participación en actos de protesta o manifestación política e ideológica. Este Convenio fue ratificado en Paraguay el 21 de marzo de 1966.

Convenio 100 de la OIT (Igualdad de remuneración entre la mano de obra masculina y la mano de obra femenina por un trabajo equivalente)

Convenio relativo a la igualdad de remuneración entre la mano de obra masculina y la mano de obra femenina por un trabajo de igual valor, con tasas de remuneración fijas y sin discriminación por razón de sexo. Este Convenio fue ratificado por Paraguay el 24 de junio de 1964.

Convenio 105 de la OIT (abolición del trabajo forzoso)

Prohíbe la utilización de cualquier forma de trabajo forzoso u obligatorio como medio de coerción o de educación política; castigo por expresar opiniones políticas o ideológicas; medida disciplinaria en el trabajo; castigo por participar en huelgas; como medida de discriminación. Este Convenio fue ratificado en Paraguay el 16 de mayo de 1968.

ATOME PLC

Convenio 111 de la OIT (Discriminación - empleo y ocupación)

Exige la formulación de una política nacional para eliminar toda discriminación en el empleo, la formación profesional y las condiciones de trabajo, que tenga por efecto anular o alterar la igualdad de oportunidades o de trato en materia de empleo u ocupación. Este Convenio fue ratificado en Paraguay el 10 de julio de 1967.

Convenio 138 de la OIT (Edad mínima de admisión al empleo)

Tiene por objeto abolir el trabajo infantil estipulando que todo país miembro en el que esté en vigor el presente Convenio se compromete a seguir una política nacional que garantice la abolición efectiva del trabajo infantil y eleve progresivamente la edad mínima de admisión al empleo o al trabajo hasta un nivel apropiado para el pleno desarrollo físico y mental de los jóvenes. Este Convenio fue ratificado en Paraguay el 03 de marzo de 2004.

Convenio 182 de la OIT (Prohibición de las peores formas de trabajo infantil y acción inmediata para su eliminación)

Este Convenio pretende complementar las disposiciones del Convenio 138, haciendo hincapié en la necesidad de adoptar medidas inmediatas y eficaces para garantizar la prohibición y la eliminación de las peores formas de trabajo infantil. También destaca la importancia de la educación primaria gratuita, la necesidad de promover la rehabilitación y la integración social de estas víctimas y de intentar combatir la principal fuente de este problema, que es la necesidad de sus familias. Este Convenio fue ratificado en Paraguay el 07 de marzo de 2001.

4.3
Marco Legal Paraguayo

4.3.1
Licenciamiento Ambiental

Los principales diplomas y / o reglamentos que gobiernan los procedimientos de concesión de licencias ambientales que se aplicarán al proyecto son los siguientes:

- Política Ambiental Nacional del Paraguay (PAN);
- Ley Nº 294/1993, de Evaluación de Impacto Ambiental, modificada por la Ley Nº 345/1994 y reglamentada por el Decreto Nº 453/2013;
- Ley Nº345/1993, que modifica el artículo 5 de la Ley Nº 294/93 de Evaluación de Impacto Ambiental;
- Ley Nº 716/1996, que sanciona delitos contra el medio ambiente;
- Ley Nº 1561/2000, que crea el Sistema Nacional del Ambiente (SISNAM), el Consejo Nacional del Ambiente (CONAM) y la Secretaría del Ambiente (SEAM). Reglamentada por los Decretos N° 10579/2000 y N° 17201/2002;
- Ley N° 3001/2006, de valoración y retribución de los servicios ambientales;
- Ley Nº 6123/2018, que eleva al rango de Ministerio a la SEAM y pasa a denominarse Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible;
- Ley Orgánica Municipal N° 3966 de 2010 y modificaciones.

ATOME PLC

- Decreto Nº 453/2013, por el cual se reglamenta la Ley Nº 294/1993 “de Evaluación de Impacto Ambiental” y su modificatoria, la Ley Nº 345/1994, y se deroga el Decreto Nº 14281/1996;
- Decreto N° 954/2013, por el cual se modifican y amplían los artículos 2°, 3°, 5°, 6° inciso E), 9°, 10, 14 y el anexo del Decreto Nº 453/2013; Resolución SEAM Nº 1133/2004, que reglamenta la emisión de licencia ambiental en el marco de la Ley Nº 294/1993;
- Resolución SEAM Nº 2127/2005, que establece plazos para la presentación de los estudios contemplados en el marco de la Ley Nº 294/1993 “de Evaluación de Impacto Ambiental”;
- Resolución N° 640/2014, por la cual se establece el Reglamento General para audiencias públicas en el marco de la Ley Nº 294/1993 de Evaluación de Impacto Ambiental, y su decreto reglamentario Nº 453/2013 y modificatoria y ampliatoria Nº 954/2013;
- Resolución SEAM Nº 201/2015, por el cual se establece el procedimiento de evaluación del informe de auditoría ambiental de cumplimiento de plan de gestión ambiental para las obras o actividades que cuenten con declaración de impacto ambiental en el marco de la Ley 294/1993 de evaluación de impacto ambiental, y los decretos N° 453/2013 y N° 954/2013;
- Resolución N° 221/2015, por la cual se modifica el artículo 5 de la Resolución N° 201/2015;
- Resolución N° 260/2015, por la cual se deroga la Resolución N° 223/2015, que reglamenta las funciones del responsable de la implementación y el seguimiento de los planes de gestión ambiental de las obras y actividades aprobadas en el marco de la Ley N° 294/1993 y sus Decretos N° 453/2013 y 954/2013;
- Resolución SEAM N° 201/2015, por la cual se establece el procedimiento de evaluación del Informe de Auditoría Ambiental de cumplimiento del Plan de Gestión Ambiental paras las obras o actividades que cuenten con Declaración de Impacto Ambiental, en el marco de la Ley 294/93 de Evaluación de Impacto Ambiental, y los Decretos 453/13 y 954/13.
- Resolución SEAM N° 184/2016, por la cual se aprueban los Formularios de Control N° 1, 2, 3, 4, 5 y 6 de la SEAM, conteniendo el listado de los documentos necesarios para la presentación de EIA, EDE, Informes de Auditoría (AA), notas de consultas y Planes de Gestión Ambiental Genéricos, Ajustes del PGA y solicitudes de cambios de titularidad, en el marco de la Ley N° 294/1993, su Decreto reglamentario N° 453/2013 y su modificación y ampliación el Decreto N° 954/13, y se deroga la Resolución SEAM N° 246/2013;
- Resolución SEAM Nº 248/2016, por la cual se modifica el Art. 10 de la Resolución N° 201/2015;
- Resolución SEAM Nº 321/2018, por la cual se modifica el Art. 10 de la Resolución SEAM N° 201/2015;
- Resolución MADES N° 251/2018, por la cual se establecen los términos oficiales de referencia para la presentación de mapas temáticos e imagen satelital; el proceso de análisis cartográfico de la Dirección de Geomática; en el marco de la Ley N° 294/2013;
- Resolución MADES N° 291/2019, por la cual se amplia y se combinan los conceptos de la Resolución N° 244/13, “por la cual se establecen las tasas a ser percibidas, en el Marco de la Ley N° 294/1993 de Evaluación de Impacto Ambiental, en vista a la aplicación del Decreto Reglamentario N° 453/13 a los proyectos ingresados a la Secretaría del Ambiente”;
- Resolución MADES N° 182/2020, por la cual se establecen los planes y las modalidades de recomposición y de compensación que formara parte del Plan de Gestión Ambiental (PGA) para los procesos de Evaluación de Impacto Ambiental en el Marco de la Ley Nº 294/1993.
- Resolución MADES N° 207/2021, por el cual se modifica el artículo 10 de la Resolución N° 182/2020, por la cual se establecen los planes y las modalidades de recomposición y de

ATOME PLC

compensación que formara parte del Plan de Gestión Ambiental (PGA) para los procesos de Evaluación de Impacto Ambiental en el Marco de la Ley N° 294/1993".

La adopción de la Política Ambiental Nacional contempla los tres niveles de la organización político-administrativa: el nacional, el departamental y el municipal, y orienta las estrategias y acciones hacia la descentralización de la gestión ambiental y el fortalecimiento de la capacidad de gestión local, con una amplia participación social.

La Política Ambiental Nacional tiene por objetivo conservar y adecuar el uso del patrimonio natural y cultural del Paraguay para garantizar la sustentabilidad del desarrollo, la distribución equitativa de sus beneficios, la justicia ambiental y la calidad de vida de la población presente y futura. Los instrumentos de la Política Ambiental Nacional incluyen la Evaluación Ambiental Estratégica, la Evaluación del Impacto Ambiental, la Participación ciudadana y control social, entre otros. La normativa ambiental establece que pueden ser utilizadas metodologías utilizadas por organismos internacionales u otras que cumplan con los objetivos propuestos para el efecto, toda vez que no contravengan las leyes nacionales.

En 1993 se sancionó la Ley N° 294, que en el Art. 1° declaró obligatoria la Evaluación de Impacto Ambiental, es el estudio científico que permite identificar, prever y estimar impactos ambientales, en toda obra o actividad proyectada o en ejecución (Art. 2º). El contenido mínimo de la Evaluación de Impacto Ambiental se define en el Art. 3º, que incluye:

- Una descripción del tipo de obra o naturaleza de la actividad proyectada, con mención de sus propietarios y responsables; su localización; sus magnitudes; su proceso de instalación, operación y mantenimiento; tipos de materia prima e insumos a utilizar; las etapas y el cronograma de ejecución; número y caracterización de la fuerza de trabajo a emplear;
- Una estimación de la significación socioeconómica del Proyecto, su vinculación con las políticas gubernamentales, municipales y departamentales y su adecuación a una política de desarrollo sustentable, así como a las regulaciones territoriales, urbanísticas y técnicas;
- Los límites del área geográfica a ser afectada, con una descripción física, biológica, socioeconómica y cultural, detallada tanto cuantitativa como cualitativamente, del área de influencia directa de las obras o actividades y un inventario ambiental de la misma, de tal modo a caracterizar su estado previo a las transformaciones proyectadas, con especial atención en la determinación de las cuencas hidrográficas;
- Los análisis indispensables para determinar los posibles impactos y los riesgos de las obras o actividades durante cada etapa de su ejecución y luego de finalizada; sus efectos positivos y negativos, directos e indirectos, permanentes o temporales, reversibles o irreversibles, continuos o discontinuos, regulares o irregulares, acumulativos o sinérgicos, de corto, mediano o largo plazo;
- Un Plan de Gestión Ambiental que contendrá la descripción de las medidas protectoras o de mitigación de impactos negativos que se prevén en el Proyecto; de las compensaciones e indemnizaciones previstas, de los métodos e instrumentos de vigilancia, monitoreo y control que se utilizarán, así como las demás previsiones que se agreguen en las reglamentaciones;
- Una relación de las alternativas técnicas del Proyecto y de las de su localización, así como una estimación de las circunstancias que se debían si el mismo no se realizase; y
- Relatorio, en el cual se resumirá la información detallada de la evaluación de impacto ambiental y las conclusiones del documento.

ATOME PLC

El Art. 5º, modificado por la Ley N° 345/1994, establece que toda evaluación de impacto ambiental y sus informes, serán presentados por su o sus responsables ante la Autoridad Administrativa junto con el proyecto de obra o actividad y los demás requisitos que ésta determine.

El Art. 8º de la Ley Nº 294/1993 define que la Autoridad Administrativa debe colocar a disposición del público y de los organismos afectados en el ámbito nacional, departamental y municipal, la Evaluación de Impacto Ambiental, y debe emitir, después de la revisión del estudio, una Declaración de Impacto Ambiental (Art. 10), documento que otorga al solicitante la licencia para el proyecto, mediante el cumplimiento del Plan de Gestión Ambiental (Art. 11).

En el Art. 1º del Decreto N° 954/2013, ítem c), se establece que los complejos y unidades industriales requieren una Declaración de Impacto Ambiental.

La Resolución SEAM Nº 2127/2005, establece fecha límite de entrega de EIA-RIMA, Planes de Control Ambiental (PCA), Planes de Recuperación Ambiental (PRA) y Estudios de la Disposición de Aguas Residuales y de entrega de complementación de los estudios.

La licencia ambiental otorga al solicitante el permiso para iniciar o proseguir la obra o actividad y obliga al cumplimiento de las medidas de mitigación propuestas para el proyecto. Además, la licencia ambiental requiere ser renovada cada dos años.

En el Art. 6º del Decreto Nº 453/2013 se establece que la Dirección General de Control de la Calidad Ambiental y de los Recursos Naturales (DGCCARN) de la Secretaría del Ambiente (SEAM) pondrá a disposición del público por el plazo de diez días hábiles el informe de impacto ambiental en su página de internet, en su sede y en cualquier otro lugar que estime conveniente y comunicará este hecho por medio de la publicación por tres días consecutivos en dos diarios de gran circulación y por medio de una emisora radial de alcance nacional. Dentro de los diez días hábiles de vencido el plazo para presentar o, en su caso, contestar comentarios, observaciones u objeciones, la DGCCARN decidirá si convoca o no la audiencia pública. La audiencia pública será obligatoria en caso de que el proyecto de obra o actividad pueda afectar directamente a comunidades indígenas o cuando haya sido solicitada por los vecinos o por los potenciales afectados directos. Excepto en estos casos, el silencio de la DGCCARN implicará la decisión de no realizar la audiencia pública.

El Art. 5º de la Ley Nº 716/1996 establece que serán sancionados con penitenciaría de uno a cinco años y multa de 500 (quinientos) a 1.500 (mil quinientos) jornales mínimos legales para actividades diversas no especificadas:
…..
d) Los que empleen datos falsos o adulteren los verdaderos en estudios y evaluaciones de impacto ambiental o en los procesos destinados a la fijación de estándares oficiales; y
e) Los que eludan las obligaciones legales referentes a medidas de mitigación de impacto ambiental o ejecuten deficientemente las mismas.

La Resolución N° 640/2014 establece el Reglamento General para Audiencias Públicas, para casos de obras o actividades que requieran de la presentación de un EIA/RIMA.

ATOME PLC

El Art. 1º de la Resolución N° 201/2015 establece, para todo proyecto con Declaración de Impacto Ambiental, la obligatoriedad de presentar en tiempo y forma, y en carácter de Declaración Jurada, el informe de Auditoría de Cumplimiento del Plan de Gestión Ambiental de acuerdo a lo requerido por la DGCCARN. Además de la Auditoría de Cumplimiento del Plan de Gestión Ambiental se realizará la Auditoría del Cierre del Proyecto o la Actividad en Caso de Abandono del Proyecto.

Esta Resolución establece el procedimiento de Evaluación de los Informes de Auditoría del Plan de Gestión Ambiental y su contenido mínimo para las obras y actividades que cuenten con Declaración de Impacto Ambiental.

La Resolución MADES N° 182/2020 establece los planes y modalidades de recomposición y compensación que formará parte del PGA para los procesos de evaluación de impacto ambiental (Art. 1º). Además, la resolución define los parámetros a ser utilizados en el establecimiento de los tipos de recomposición / compensación. En los casos de compensación, el Art. 10º determina que esta se dará por la adquisición de Servicios Ambientales de acuerdo con la relación de 1 hectárea afectada por 1 hectárea de Servicios Ambientales (1:1). E que los Servicios Ambientales deben ser del tipo de bosques naturales.

La Ley Orgánica Nº 3966/2010 en su Art. 235 establece que, para construir, ampliar, reformar o demoler una obra, sea pública o privada, es necesario obtener previamente un permiso de la municipalidad y estar en conformidad con las normas establecidas en las leyes y las ordenanzas.

4.3.2
Control de la Contaminación

4.3.2.1
Clasificación y Manejo de Residuos Sólidos

- Ley N° 836/1980, que establece el Código Sanitario;
- Ley Nº 42/1990, que prohíbe la importación, deposito, utilización de productos calificados como residuos industriales peligrosos o basuras toxicas y establece las penas correspondientes por su incumplimiento;
- Ley Nº 1160/1997 - Código Penal de la República del Paraguay;
- Ley N° 1262/1998, que aprueba la enmienda al Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Tóxicos Peligrosos y su eliminación;
- Resolución S.G. 750/2002, por la cual se aprueba el reglamento referente al manejo de los residuos sólidos urbanos, peligrosos, biológicos – infecciosos, industriales y afines. Deja sin efecto la Resolución S.G. N° 548/1996;
- Ley N° 2333/2003, que aprueba el Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes;
- Ley N° 567/1995, que aprueba el Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación;
- Ley Nº 3956/2009, que prevé la “Gestión Integral de Los Residuos Sólidos en La República del Paraguay”;
- Ley Nº 5.882/2017, de gestión integral de pilas y baterías de uso doméstico;
- Decreto Nº 18.969/1997, por el cual se reglamenta la Ley Nº 42/1990;
- Decreto N° 7391/2017, por el cual se reglamenta la Ley N° 3956/2009;

ATOME PLC

- Resolución N° 548/1996, por el cual se establece normas técnicas que reglamenta el manejo de los desechos sólidos;
- Resolución SEAM N° 282/2004, por la cual se establecen los criterios para la selección de áreas para la disposición final de residuos sólidos en rellenos sanitarios;
- Resolución Nº 355/2020, por la cual se aprueba el Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Peligrosos (PNGIR) en el marco de la Ley N° 567/1995 y de la Ley N° 3956/2009;
- Resolución Nº 356/2020, por la cual se aprueba el Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (PNGIRSU) en el marco de la Ley N° 3956/2009 y su Decreto Reglamentario;
- Resolución Nº 460/2022, por la cual se reglamenta la gestión integral de los aceites minerales lubrificantes usados y residuos de hidrocarburos generados en el país, de cumplimiento obligatorio para el proceso de evaluación de los proyectos presentados en el Marco de Ley 294/1993 y sus decretos reglamentarios y se crea el Registro Nacional de Personas Físicas o Jurídicas encargadas de la gestión de aceites minerales lubrificantes usados;
- Resolución Nº 79/2023, por la cual se declara contingencia ambiental en todo el territorio nacional para la gestión integral de los residuos sólidos urbanos generados en los distintos municipios de la República y a los efectos de la adopción de todas las medidas necesarias de protección ambiental;
- Ordenanza Municipal de Villeta N° 46/2021, que regula el servicio de recolección y disposición final de residuos sólidos y establece las normas de salubridad e higiene publica dentro del Distrito de Villeta, conforme a la Ley N° 3956/2009 y su decreto reglamentario.

El Art. 66 del Código Sanitario establece que queda prohibida toda acción que deteriore el medio natural, disminuyendo su calidad, tornándolo riesgoso para la salud.

La Ley N° 3.956/2009 tiene por objeto el establecimiento y aplicación de un régimen jurídico a la producción y gestión responsable de los residuos sólidos, cuyo contenido normativo y utilidad práctica deberá generar la reducción de los mismos, al mínimo, y evitar situaciones de riesgo para la salud humana y la calidad ambiental. Los objetivos de esta Ley son:

- Garantizar que los residuos sólidos se gestionen sin poner en peligro la salud y el ambiente, mejorando la calidad de vida de los ciudadanos;
- Priorizar la reducción de la cantidad de residuos sólidos, así como evitar el peligro que puedan causar a la salud y al ambiente;
- Promover la implementación de instrumentos de planificación, inspección, y control, que favorezcan la seguridad y eficiencia de las actividades de gestión integral de los residuos sólidos;
- Asegurar a los ciudadanos el acceso a la información sobre la acción pública en materia de gestión integral de los residuos sólidos, promoviendo su participación en el desarrollo de las acciones previstas; y
- Mejorar el ambiente y la calidad de vida, con disposiciones eficientes en cuanto a la seguridad sanitaria.

Esta Ley se basa en cinco Principios fundamentales:

ATOME PLC

1. Principio de Co-responsabilidad. El generador de residuos o el causante de algún efecto degradante del ambiente, actual o futuro, es responsable, junto con las autoridades pertinentes, del costo de las acciones preventivas o correctivas de recomposición.
2. Principio de Congruencia. Cualquier Norma departamental o municipal referida a este tema, debe ser adecuada a los mandatos de la presente Ley. En caso contrario, lo establecido en ella prevalecerá sobre toda otra Norma que se le oponga.
3. Principio de Prevención. Las causas y las fuentes de los problemas ambientales se atenderán en forma prioritaria e integrada, tratando de prevenir los efectos negativos que se puedan producir.
4. Principio de Sustentabilidad. El desarrollo económico y social deberá realizarse a través de una gestión integral apropiada, de manera tal que no comprometa las posibilidades de las generaciones presentes y futuras.
5. Principio de Valor de Mercado. Los residuos sólidos, producto del diario quehacer de una sociedad, pueden ser reutilizados, formando parte de la materia prima que requieren algunos sistemas productivos. Por tanto, tienen un valor de mercado de compra-venta.

En el Art. 14 se establece, en el proceso de gestión de los residuos sólidos, que serán considerados como deberes de las personas, entre otros, los siguientes:

b) cumplir con las normas y recomendaciones técnicas que hayan sido establecidas por las autoridades competentes;
c) almacenar los residuos y desechos sólidos con sujeción a las normas sanitarias y ambientales, para evitar daños a terceros y facilitar su recolección, según lo establecido en esta Ley y su reglamento.

La persona natural o jurídica, pública o privada, que genere o posea residuos sólidos, es corresponsable de la gestión integral de ellos. Para evitar que puedan causar efectos nocivos a la salud y al ambiente, deberá proceder a la eliminación de los mismos, de conformidad con las disposiciones de la presente Ley y su reglamento.

El Art. 200 de la Ley Nº 1160/1997, relativo a lo procesamiento ilícito de desechos, establece que "el que tratara, almacenara, arrojara, evacuara o de otra forma echara desechos: fuera de las instalaciones previstas para ello; o apartándose considerablemente de los tratamientos prescritos o autorizados por disposiciones legales o administrativas, será castigado con pena privativa de libertad de hasta cinco (5) años o con multa".

El Art. 199 establece penas para quien indebidamente ensuciara o alterara el suelo mediante el derrame substancias nocivas para la conservación del mismo.

La Ley Nº 42/1990, prohíbe la importación, deposito, utilización de productos calificados como residuos industriales peligrosos o basuras toxicas y establece las penas correspondientes por su incumplimiento.

El Decreto Nº 18.969/1997, que reglamenta la Ley Nº 42/1990, detalla en su Art. 4º los residuos industriales considerados peligrosos o tóxicos. También los Anexos I y II de la Ley N° 567/1995 establecen respectivamente las categorías de desechos que hay que controlar y los que requieren una consideración especial.

ATOME PLC

Respecto a pilas y baterías, el Art. 9° de la Ley N° 5.882/2017 establece, entre las obligaciones del consumidor o usuario, las siguientes:

b) Desechar las pilas y baterías únicamente en los puntos de acopio puestos a disposición de los consumidores y usuarios.
c) No arrojar las pilas y baterías usadas a la basura conjuntamente con residuos comunes o domiciliarios, ni en cursos de agua, enterrarla, ni quemarla.

El Artículo 8º del Decreto N° 7391/2017 dispone sobre la clasificación dos residuos sólidos.

Según el Art. 10 de este mismo Decreto, los grandes generadores, que originen residuos sólidos en alto volumen, cumplirán en:

a) Instrumentar planes de manejo de los residuos sólidos en sus procesos de producción, prestación de servicios o en la utilización de envases y embalajes, así como su fabricación o diseño, comercialización o utilización que contribuyan a la minimización de los residuos sólidos y promuevan la reducción de la generación en la fuente, su valorización o disposición final, para reducir el impacto ambiental ocasionado.

El Decreto N° 7391/2017 también aborda la obligación de almacenamiento previo de los residuos sólidos (Art. 33) y presenta las características que deben tener los sistemas de almacenamiento colectivo y temporal de residuos sólidos (Art. 35). También define las normas básicas del servicio de recolección y transporte (Art. 40).

En el Art. 80 se definen los que estarán obligados a la formulación y ejecución de planes de Manejo y en el Art. 84 se incluye el contenido mínimo de los planes de manejo de residuos sólidos.

Los Arts. 100 y 101 establecen que el Plan de Manejo de Residuos Sólidos debe considerar un Plan de Contingencias para enfrentar situaciones de emergencia y describen las medidas a ser mínimamente contempladas.

La Ley N° 2333/2003 aprueba el Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes, suscrito por la República del Paraguay en 2001. En el Art. 3º se establecen medidas para reducir o eliminar las liberaciones derivadas de la producción y utilización intencionales de los productos listados en sus Anexos B y A, respectivamente, y en el Art. 5º, medidas para la producción y utilización no intencionales.

La Ley N° 2333/2003 establece también las medidas generales de prevención relativas a las mejores técnicas disponibles y a las mejores prácticas ambientales, a ser adoptadas por los proyectos. Entre ellas, las siguientes se pueden adoptar en el proyecto de la planta de ATOME:

a) Utilización de una tecnología que genere pocos desechos;
b) Utilización de substancias menos peligrosas;
c) Fomento de la regeneración y el reciclado de los desechos y las sustancias generadas y utilizadas en los procesos;

ATOME PLC

d) Substitución de materias primas que sean contaminantes orgánicos persistentes o en el caso de que exista un vínculo directo entre los materiales y las liberaciones de contaminantes orgánicos persistentes de la fuente;
e) Programas de buen funcionamiento y mantenimiento preventivo;
f) Mejoramiento de la gestión de desechos con miras a poner fin a la incineración de desechos a cielo abierto.

Recientemente, se publicaron las Resoluciones SEAM N° 355/2020 y N° 356/2020 que aprueban el Plan Nacional de Gestión de Residuos Peligrosos y el Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos, respectivamente, en conformidad con la Ley N° 3596/2009. La publicación de estos documentos pretende mejorar la gestión de los residuos. De manera complementar, el MADES ha publicado en 2020 la "Guía de Buenas Prácticas Ambientales y Mejores Tecnologías Disponibles para el Manejo de Residuos Peligrosos", en que se presentan algunas medidas para la seguridad de las actividades que utilizan o producen productos peligrosos. El documento aún define la estructura básica para planes de emergencia en caso de accidentes con productos peligrosos.

El Art. 9º de la Resolución N° 460/2022 establece que los proyectos y actividades relacionadas al almacenamiento, aprovechamiento y/o disposición final de los aceites lubrificantes usados derivados de procesos industriales y otros deberán cumplir los procedimientos establecidos en dicha resolución para la presentación y aprobación de sus Estudios de Impacto Ambiental bajo el Marco de la Ley N° 294/2013.

La Ordenanza Municipal N° 46/21 de la Municipalidad de Villeta establece que serán considerados residuos industriales, entre otros, los desechos de los ambulatorios, los restos de poda de árboles, los objetos voluminosos o muy pesados, los residuos peligrosos para la salud de los seres vivos y para el ambiente, los tóxicos y contagiosos, los explosivos y materiales inflamables, los escombros de obras de albañilería, pintura y similares (Art. 3º). Según el Art. 31, los desechos industriales que no estén señalados en al Art. 3º podrán ser recogidos por la municipalidad desde que no excedan un barril de capacidad. Todavía, la ordenanza no presenta mayores detalles sobre los procedimientos que las industrias deben tener en cuenta para la debida destinación final de los residuos industriales generados por sus procesos de producción.

ATOME PLC

4.3.2.2
Protección de Recursos Hídricos Superficiales y Subterráneos

- Ley N° 836/1980, que establece el Código Sanitario;
- Ley N° 1160/1997 - Código Penal de la República del Paraguay;
- Ley N° 3239/2007, de los recursos hídricos del Paraguay;
- Decreto N° 18831/1986, por el cual se establecen normas de protección del medio ambiente;
- Decreto 7017/2022, por el cual se reglamenta la Ley N° 3239/2007;
- Resolución SG N° 585/1995, por el cual se reglamenta el control de la calidad de los recursos hídricos relacionados con el saneamiento ambiental;
- Resolución SEAM N° 222/2002, que establece el padrón de las aguas en el territorio nacional;
- Resolución SEAM N° 2155/2005, que establece las especificaciones de construcción de pozos tubulares destinados a la captación de aguas subterráneas;

- Resolución SEAM Nº 50/2006, que establece las normativas para la gestión de los recursos hídricos del Paraguay de acuerdo al Artículo 25º de la Ley Nº 1561/2000 que crea el Sistema Nacional del Ambiente, el Consejo Nacional del Ambiente y la Secretaría del Ambiente;
- Resolución SEAM Nº 255/2006, que establece la clasificación de las aguas superficiales de la República del Paraguay;
- Resolución SEAM Nº 2194/2007, por la cual se establece el registro nacional de recursos hídricos, los procedimientos para la inscripción en el mismo y para el otorgamiento del certificado de disponibilidad de recursos hídricos;
- Resolución Nº 1076/2011, por la cual se Declara de Interés Ambiental Nacional, los Humedales del Pantanal del Departamento de Ñeembucú, ubicados en la región sur-oeste del Paraguay, por su importancia para la Producción de Agua; la conservación de la Biodiversidad y de la Calidad Ambiental en el Territorio del Paraguay";
- Resolución SEAM Nº 376/2012, por la cual se aprueba las Unidades Hidrográficas del Paraguay;
- Resolución SEAM Nº 770/2014, por la cual se establecen las normas y procedimientos para los sistemas de gestión y tratamiento de efluentes líquidos industriales, de cumplimiento obligatorio para los complejos industriales;
- Resolución MADES Nº 521/2019, por la cual se modifica el Art. 3º de la Resolución Nº 376/2012.

La Ley Nº 3239/2007, de los recursos hídricos del Paraguay, tiene por objeto regular la gestión sustentable e integral de todas las aguas del territorio paraguayo. Su Capítulo V define a la Unidad hidrográfica (UH) como una unidad establecida con fines de ordenamiento y administración compuesta por una cuenca hidrográfica, una porción de esta o por un conjunto de estas, con base a características físicas, sociales, ambientales y económicas. La Resolución SEAM Nº 376/2012, modificada por la Resolución MADES Nº 521/2019, establece las unidades hidrográficas del Paraguay. De acuerdo con el mapa presentado en la resolución, el proyecto está ubicado en la UH Tebicuary Cuenca Baja.

Según el Art. 25 de la Ley Nº 3239/2007, tendrá privilegio la declaración de áreas protegidas en: las zonas de nacientes o manantiales de agua, los ecosistemas de humedales, las zonas de recarga de acuíferos y las zonas necesarias para la regulación del caudal ambiental de las aguas.

El Art. 27 establece que la SEAM, en coordinación con el Ministerio de Salud y Bienestar Social, determinará los niveles de calidad que deberán tener las aguas superficiales, subterráneas y atmosféricas, según las distintas clasificaciones que al efecto realice.

Para uso de los recursos hídricos o sus cauces se necesita un permiso o una concesión (Art. 32). Según el Art. 34, se deberá realizar el pedido de permiso o concesión ante la autoridad de los recursos hídricos. Se podrá otorgar permiso de uso de los recursos hídricos para (Art. 37):

a) Pequeñas utilizaciones de agua.
b) Usos de carácter transitorio.
c) Vertidos de efluentes.

El titular de un permiso adquiere un derecho precario de carácter público al uso del agua, aunque no el dominio ni ningún otro derecho de propiedad sobre el mismo (Art. 39).

ATOME PLC

De acuerdo con el Art. 7º de la Resolución SEAM Nº 2194/2007, el certificado de disponibilidad de recursos hídricos será un requisito previo al otorgamiento de la Declaración de Impacto Ambiental.

El Art. 66 del Código Sanitario establece que queda prohibida toda acción que deteriore el medio natural, disminuyendo su calidad, tornándolo riesgoso para la salud. El Art. 83, por su vez, prohíbe arrojar en las aguas de uso doméstico y de aprovechamiento industrial, agrícola o recreativo, sustancias que produzcan su contaminación o polución y que puedan perjudicar, de cualquier modo, la salud del hombre y de los animales.

El Decreto Nº 18831/1986 también establece, en su Art. 4º, prohibición de "verter en las aguas, directa o indirectamente, todo tipo de residuos, substancias, materiales o elementos sólidos, líquidos o gaseoso o combinaciones de éstos, que puedan degradar o contaminar las aguas o los suelos adyacentes, causando daño o poniendo en peligro la salud o la vida humana, la flora, la fauna o comprometiendo su empleo en explotaciones agrícolas, ganaderas, forestales o su aprovechamiento para diversos usos".

El Art. 1º de la Resolución SEAM Nº 222/2002 clasifica las aguas del Territorio Nacional en 4 clases: Clase 1 – aguas destinadas a los abastecimientos domésticos después del tratamiento simplificado; Clase 2 - aguas destinadas para abastecimiento doméstico después de los tratamientos convencionales; Clase 3 - aguas destinadas en abastecimiento doméstico, después del tratamiento especial; y Clase 4 - aguas destinadas para la navegación, para armonía paisajística, y para los usos menos exigentes.
De acuerdo con el Art. 1º de la Resolución SEAM Nº 255/2006, se declaran de Clase 2 todas las aguas de la República del Paraguay de conformidad a lo establecido en el Art. 3º de la Resolución Nº 222/2002. La Resolución SEAM Nº 255/2006 no se aplica a los recursos hídricos para una mejor clasificación (Clase 1), como las nacientes, surgentes o manantiales de los cursos de aguas que no presentan grave deterioro en el ecosistema al cual pertenece, o bien se encuentren conservadas ya sea por el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas, o por Reservas Naturales Privadas, declaradas por la SEAM.

El Art. 7º de la Resolución SEAM Nº 222/2002 establece las condiciones y criterios para descarga de los efluentes de cualquier fuente contaminante, directa e indirectamente, en el cuerpo receptor. Los valores máximos admisibles para descarga de los parámetros se muestran en la **Tabla 4.3.2.2.a**.

Tabla 4.3.2.2.a
Límites para descarga de efluentes en el cuerpo receptor

Sustancias, Condiciones y Criterios	Límites establecidos por la Resolución SEAM Nº 222/2002
pH	5 a 9
DBO 5d 20° C	50 mg/LL
DQO	150 mg/L
Temperatura	< 40º C
Elevación de Temperatura del Cuerpo Receptor	3º C
Materias sedimentables (test 1 h como Imhoff)	< 1 mg/L
Régimen de Lanzamiento	con caudal máximo < 1,5 veces a razón media del periodo critico
Aceites Minerales	< 20 mg/L

ATOME PLC

Tabla 4.3.2.2.a
Límites para descarga de efluentes en el cuerpo receptor

Sustancias, Condiciones y Criterios	Límites establecidos por la Resolución SEAM Nº 222/2002
Aceites Vegetales y Grasas Animal	50 mg/L
Sólidos totales en Suspensión	-
Materias Flotantes	0
Amonio (N)	5,0 mg/L
Arsénico (As)	0,5 mg/L
Bario (Ba)	5,0 mg/L
Boro (Bo)	5,0 mg/L
Cadmio (Cd)	0,2 mg/L
Cianatos (CN)	0,2 mg/L
Plomo (Pb)	0,5 mg/L
Cobre (Cu)	1,0 mg/L
Cromo Hexavalente (Cr)	0,5 mg/L
Cromo Trivalente (Cr)	2,0 mg/L
Estaño (Sn)	4,0 mg/L
Índice de Fenoles (C6H5OH)	0,5 mg/L
Fierro Soluble (Fe)	15 mg/L
Manganeso soluble (Mn)	1,0 mg/L
Mercurio total (Hg)	0,01 mg/L
Níquel (Ni)	2,0 mg/L
Plata (Ag)	0,1 mg/L
Selenio (S)	0,05 mg/L
Sulfatos (Se)	0,05 mg/L
Zinc (Zn)	5,0 mg/L
Nitrógeno Total (N)	40 mg/L
Fosforo Total (P)	4 mg/L
Coliformes Fecales	4000 NMP/100 mL

ATOME PLC

Según el Art. 8º de la Resolución SEAM Nº 222/2002, no será permitida la disolución de efluentes industriales con aguas no contaminadas. El Art. 9º, por su vez, establece que, dependiendo de los padrones de calidad de cuerpo receptor, demostrando por estudio de auto depuración, la SEAM podrá autorizar el vertido por encima de los límites establecidos en el Art. 7º, dependiendo del tipo de tratamiento y las condiciones adecuadas para la operación.

La Resolución Nº 770/2014 establece la obligatoriedad de la implementación de sistemas de tratamientos líquidos industriales en conformidad con las normas y procedimientos en su anexo, a fin de prevenir, mitigar y/o minimizar los impactos ambientales de los cuerpos receptores como el agua y el suelo. El Anexo 1 determina que, para nuevos proyectos industriales, el estudio ambiental deberá contar con permiso de vertido de efluentes emitido por la autoridad de aplicación en base al Estudio de Disposición de Efluentes y que estén dentro de los parámetros establecidos en la norma, y con aprobación del sistema de tratamiento de efluentes industriales emitida por la SEAM.

El Art. 8º del Decreto Nº 7017/2022 determina que el MADES adoptará medidas reglamentarias necesarias para que tanto el otorgamiento de los permisos y concesiones de uso y

aprovechamiento de los recursos hídricos, así como el pago del canon por el permiso de uso, se realicen en observancia irrestricta del Capítulo X de Ley Nº 3239/2007.

En cuanto a la perforación de pozos para la captación de agua subterránea, independientemente de cuál sea su destino, exploración o explotación, el Art. 1º de la Resolución SEAM Nº 2155/2005 establece que la actividad deberá ser ejecutada exclusivamente por empresas registradas y autorizadas por la Dirección General de proyección y conservación de los Recursos Hídricos (DGPCRH).

La perforación u operación de pozos con capacidad superior a 1000 L sin la debida autorización será penada, según el Art. 2º de la Resolución SEAM Nº 50/2006.

4.3.2.3
Emisiones Atmosféricas y Calidad del Aire

- Ley N° 836/1980, que establece el Código Sanitario;
- Ley Nº 251/1993, que aprueba el convenio sobre "cambio climático" adoptado durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre medio ambiente y desarrollo – la cumbre para la tierra -, celebrada en la ciudad de Rio de Janeiro, Brasil;
- Ley Nº 1447/1999, que aprueba el Protocolo de Kyoto de La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático;
- Ley Nº 1507/1999, que aprueba las enmiendas del Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono;
- Decreto Nº 3980/1999, por el cual se aprueba el reglamento de control de sustancias agotadoras de la capa de ozono y el uso de tecnologías alternativas;
- Decreto Nº 14943/2001, por el cual se implementa el Programa Nacional de Cambio Climático;
- Ley N° 2889/2006, que aprueba la enmienda del Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono;
- Ley N° 5211/2014, de calidad del aire;
- Resolución SEAM N° 259/2015, por la cual se establece parámetros permisibles de calidad del aire;
- Ley N° 5681/2016, que aprueba el Acuerdo de Paris sobre el Cambio Climático;
- Ley N° 5875/2017, Ley Nacional de Cambio Climático;
- Ley N° 6125/2018, que aprueba la enmienda de Kigali al Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono;
- Decreto N° 1269/2019, por el cual se reglamenta la Ley Nº 5211/2014; Resolución SEAM N° 78/2018, por la cual se fijan los valores límites de emisión de los contaminantes del aire provenientes de fuentes móviles y se deroga las Resoluciones 520 B/2008 y 001/2007;
- Resolución SEAM N° 98/2018, por la cual se fijan los valores límites de emisión de los contaminantes del aire provenientes de fuentes móviles y se deroga las Resoluciones 520 B/2008 y 001/2007;
- Resolución MADES N° 605/2021, por la cual se modifican los Artículos 10 y 11 de la Resolución Nº 78/2018 y el Artículo 2º de la Resolución Nº 98/2019 referentes a emisiones de fuentes móviles y se disponen procedimientos para medición de gases provenientes de las mismas;
- Resolución MADES N° 420/2022, por la cual se modifica el Artículo 4º de la Resolución 609/2021;

ATOME PLC

- Resolución Nº 460/2022, por la cual se reglamenta la gestión integral de los aceites minerales lubrificantes usados y residuos de hidrocarburos generados en el país, de cumplimiento obligatorio para el proceso de evaluación de los proyectos presentados en el Marco de Ley Nº 294/1993 y sus decretos reglamentarios;
- Ordenanza Municipal de Villeta N° 18/2018, que regula el control de la calidad del aire en el Distrito de Villeta.

El Art. 12 de la Ley Nº 5211/2014, reglamentada por el Decreto Nº 1269/2019, define como substancias contaminantes las siguientes: monóxido de carbono (CO), Óxidos de Azufre (SOx), Óxidos de Nitrógeno (NOx), Contaminantes Climáticos de Vida Corta, Material Particulado, Compuestos Peligrosos del Aire (CPA), Sustancias agotadoras de la Capa de Ozono, Contaminantes orgánicos persistentes (COP), Gases de efecto invernadero, y metales pesados.

El Art. 1º de la Resolución SEAM N° 259/2015 establece los siguientes parámetros de calidad del aire:

Tabla 4.3.2.3.a
Parámetros de calidad del aire

Contaminantes	Media Anual	Media en 24 h	Media en 8 h	Media en 1 h
$MP_{2,5}$	15 µg/m^3	30 µg/m^3		
MP_{10}		150 µg/m^3		
O_3			120 µg/m^3	
NO_2	40 µg/m^3			200 µg/m^3
SO_2		20 µg/m^3		
CO			10 µg/m^3	

La Ordenanza Municipal N° 18/18 de Villeta también establece estándares de calidad del aire en su Art. 3º (aunque indica que se trata de límites de emisión). Los valores establecidos por esta ordenanza son exactamente los mismos que los de la Resolución SEAM N° 259/2015, mostrados en la **Tabla 4.3.2.3.a**.

En cuanto al cambio climático y la protección de la capa de ozono, la Ley Nº 1507/1999 aprueba las enmiendas del Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono y la Ley N° 251/1993 aprueba el convenio sobre cambio climático, adoptado durante la conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio ambiente y desarrollo.

Respecto a los límites para emisiones atmosféricas, la Ordenanza Municipal Nº 18/18 de Villeta establece límites de emisión para fuentes móviles y fijas. Para los vehículos automotores nafta, alcohol, flex o GLP, los valores figuran en la tabla del Art. 4º. Para los vehículos Diésel, los valores de opacidad figuran en el Art. 8º, y son los siguientes:

Tabla 4.3.2.3.b
Valores de opacidad para vehículos Diésel

Altitud	Aspirado o turbo alimentado con LDA	Turbo alimentado
Hasta 350 m	1.7 m^{-1}	2.1 m^{-1}
Por encima de 350 m	2.5 m^{-1}	2.8 m^{-1}

ATOME PLC

Para las fuentes fijas, el Art. 8º establece como límite para material particulado a 150 mg/m^3.

La Resolución SEAM N° 78/2018 y sus modificaciones también establece límites para emisiones vehiculares mientras que, para las fuentes fijas, la legislación nacional no los establece.

El Art. 11 de la Ordenanza Municipal N° 18/18 de Villeta define que en los niveles de emisión de los humos industriales se deberán controlar la concentración de material particulado de modo que los valores máximos permisibles deben estar en conformidad con Resolución de la Intendencia Municipal.

Aún sobre las instalaciones industriales, el Art. 16 establece que aquellas que presenten emisiones de partículas u olores deben contar con sistemas de tratamiento o depuración del aire, y/o dispositivos de recogida o absorción que impidan que los contaminantes se dispersen en el ambiente. La norma legal determina que tales sistemas deben ser aprobados por la Junta Municipal, bajo previo parecer de la Dirección de Higiene, Salubridad y Medio Ambiente de la Municipalidad de Villeta.

El Art. 10º de la Resolución 460/2022 determina que la Dirección General de Aire deberá realizar controles aleatorios de las fuentes fijas de emisiones de los proyectos o actividades referidas en su Art. 9º.

4.3.2.4
Control de Ruido

- Ley N° 836/1980, que establece el Código Sanitario;
- Ley Nº 6390/2020, que regula la emisión de ruidos, y deroga la Ley Nº 1100/1997, de prevención de la polución sonora;
- Ordenanza Municipal de Villeta N° 25/2017, que modifica y actualiza la Ordenanza N° 2/1994 que reglamenta el sistema de publicidad y ruidos molestos dentro del Distrito de Villeta conforme a las disposiciones de la Ley N° 1100/1997 de prevención de la polución sonora.

Según el Art. 129 de la Ley N° 836/1980, el Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social arbitrará las medidas a prevenir, disminuir o eliminar las molestias públicas provenientes de ruidos, sonidos o vibraciones que puedan afectar la salud y el bienestar de la población, y a su control en coordinación con las autoridades competentes. El Ministerio identificará y examinará las fuentes y formas prevalentes de ruidos, sonidos y vibraciones que afecten o puedan afectar a la salud debiendo establecer normas relativas a los límites tolerables de su exposición a ellos (Art. 130).

La Ley Nº 6390/2020, que deroga la Ley Nº 1100/1997, a diferencia de la ley anterior, no establece niveles máximos de ruido que deban respetarse. En su Art. 4º, define como atribuciones de las municipalidades, entre otras:

a. Determinar los estándares, categorías y fuentes de emisión permitidas, las cuales deberán ser establecidas en función de las características del emisor del ruido y del medio receptor.
b. Establecer reglamentariamente los niveles sonoros permitidos y los prohibidos.

ATOME PLC

La Ordenanza Municipal N° 25/2017 de la municipalidad de Villeta, de manera general establece la prohibición de causar ruidos y sonidos molestos, así como vibraciones por razón de horario o intensidad que afecten la tranquilidad, el reposo, salud y bienes materiales de la población. El Art. 10º determina que las instalaciones industriales ubicadas en zonas de viviendas que efectúen martillos o produzcan ruidos molestos deberán funcionar entre las 6h y 12h y de las 14h y 20h y así mismo deben adoptar medidas para reducir los ruidos. Todavía, la ordenanza no presenta los niveles máximos que serán permitidos para las fuentes fijas o móviles productoras de ruido.

Así, para el proyecto de la Planta de ATOME se adoptarán los valores establecidos en la Ley Nº 1100/1997, aunque haya sido derogada.

4.3.3
Protección de Biodiversidad

- Ley Nº 422/1973, Ley Forestal. Modificada por las Leyes Nº 96/1992 y Nº 3.788/2010;
- Ley Nº 758/1979, que aprueba y ratifica la Convención para la Protección de la Flora, de la Fauna, y de las bellezas escénicas naturales de los países de América;
- Ley Nº 96/1992, de vida silvestre;
- Ley Nº 253/1993, que aprueba el convenio sobre diversidad biológica, adoptado durante la conferencia de las naciones unidas sobre el medio ambiente y desarrollo - la cumbre para la tierra -, celebrado en la ciudad de Rio de Janeiro, Brasil;
- Ley Nº 350/1994, que aprueba la convención relativa a los humedales de importancia internacional, especialmente como hábitat de aves acuáticas;
- Ley Nº 352/1994, de áreas silvestres protegidas (modificada por la Ley Nº 6422/2019);
- Ley Nº 515/1994, que prohíbe la exportación y tráfico de rollos, trozos y vigas de madera;
- Ley Nº 536/1995, de fomento a la forestación y reforestación;
- Ley Nº 542/1995, de los recursos forestales;
- Ley Nº 716/1996, que sanciona delitos contra el medio ambiente. Modificada por la Ley N° 2717/2005;
- Ley Nº 816/1996, que adopta medidas de defensa de los recursos naturales;
- Ley N° 1314/1998, que aprueba la Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres;
- Ley Nº 1639/2000, que modifica y amplia la Ley Nº 536/1995.
- Ley Nº 2524/2004, de prohibición en la región oriental de las actividades de transformación y conversión de superficies con cobertura de bosques;
- Ley Nº 3139/2006, que prorroga la vigencia de los Arts. 2º y 3º y amplia la Ley Nº 2524/2004;
- Ley N° 3001/2006, de valoración y retribución de los servicios ambientales;
- Ley N° 3.556/2008, de pesca y acuicultura;
- Ley N° 4241/2010, de restablecimiento de bosques protectores de cauces hídricos dentro del territorio nacional;
- Ley N° 4928/2013, de protección al arbolado urbano.
- Ley N° 6.256/2018, que prohíbe en la Región Oriental las actividades de transformación y conversión de superficies con cobertura de bosques. Modifica los Arts. 2º y 3º de la Ley N° 2.524/2004 (Ley de Deforestación Cero);
- Ley N° 6818/2021, por la cual se establece el manejo integral del fuego; Decreto Nº 18.831/1986, por el cual se establecen normas de protección del medio ambiente;
- Decreto N° 9824/2012, por el cual se reglamenta la Ley N° 4241/2010;

ATOME PLC

- Decreto N° 11202/2013, por el cual se reglamenta parcialmente el Art. 11 de la Ley 3001/2006 y se establece el mecanismo para avanzar en la reglamentación del Art. 8 de la misma;
- Decreto Nº 3246/2020, por el cual se reglamenta el Sistema Nacional de Monitoreo Forestal del Paraguay;
- Resolución SEAM N° 2242/2006, por la cual se aprueba el listado de las especies protegidas de la vida silvestre amenazadas de extinción;
- Resolución SEAM N° 2243/2006, por la cual se actualiza el listado de las especies protegidas de la vida silvestre en peligro de extinción;
- Resolución SEAM N° 263/2007, por la cual se establece la Clasificación General de las Categorías incluidas dentro de las Especies Protegidas de la Vida Silvestre;
- Resolución SEAM N° 614/2013, por la cual se establecen las ecorregiones para las regiones oriental y occidental del Paraguay;
- Resolución SEAM N° 1093/2013, por la cual se establece el valor nominal de los certificados de servicios ambientales de las ecorregiones de la región oriental y occidental del Paraguay;
- Resolución SEAM N° 199/2013, por la cual se establecen las condiciones y requisitos para poder certificar los servicios ambientales que produzcan los bosques, así como las condiciones y los requisitos para que los adquirentes de certificados de servicios ambientales de bosques puedan utilizarlos para compensar el déficit de reserva legal de bosques naturales, de acuerdo con las Leyes N°422/1973 y N°3001/2006;
- Resolución SEAM N° 352/2013, por la cual se establecen las tasas a ser percibidas, en el marco de la Ley N° 3001/2006, en vista a la aplicación de la Resolución 199/2013 a los proyectos presentados a la SEAM;
- Resolución SEAM N° 289/2013, por la cual se aprueba la metodología técnica para la identificación de los índices de conservación de pastizales naturales relativo en cumplimiento de la Ley N°3001/2006;
- Resolución SEAM Nº 756/2016, por lo cual se establece el procedimiento de monitoreo y auditoría de los servicios ambientales en el marco de la Ley N° 3001/2006;
- Resolución N° 07/2017, por la cual se establece las condiciones y requisitos para poder certificar los servicios ambientales de belleza escénica que producen las áreas silvestres protegidas, sean estatales o privadas, debidamente declaradas como tales; dentro del marco de la Ley N° 3001/2006;
- Resolución SEAM N° 611/2017, por la cual se establecen los requisitos y las condiciones para adherirse al Régimen de Servicios Ambientales;
- Resolución SEAM N° 632/2017, por la cual se actualiza el listado de las especies protegidas de la vida silvestre de la clase mammalia (mamíferos);
- Resolución SEAM N° 344/2018, por la cual se actualiza el mecanismo de adquisición de certificados para compensación de proyectos de obras o actividades de alto impacto, el registro de certificados de servicios ambientales, los formularios n° 1, 2 y 3, los lineamientos de monitoreo y se establece el proceso de extensión de los certificados de servicios ambientales en el marco de la Ley N° 3001/2006;
- Resolución N° 81/2019, por lo cual se reglamenta el Artículo 8º del Decreto 11202/2013 por el cual se reglamenta parcialmente el Artículo 11º de la Ley 3001/2006 “de valoración y retribución de los servicios ambientales y se establece el mecanismo para avanzar en la reglamentación del Artículo 8º de la misma;
- Resolución SEAM N° 254/2019, por la cual se actualiza el listado de especies protegidas de la vida silvestre de la clase aves;

ATOME PLC

- Resolución N° 293/2019, por la cual se aprueba la Estrategia Nacional de Bosques para el Crecimiento Sostenible;
- Resolución N° 470/2019, por la que se actualiza el listado de las especies protegidas de la flora silvestre nativa del Paraguay;
- Resolución SEAM N° 433/2019, por la que se actualiza el listado de las especies protegidas de la vida silvestre de la clase amphibia;
- Resolución SEAM N° 206/2020, por la que se actualiza el listado de las especies protegidas de la vida silvestre de la clase reptilia;
- Ordenanza Municipal de Villeta N° 18/2005, por la cual se crea el Programa de Identificación de especies vegetales de la Ciudad de Villeta;
- Ordenanza Municipal de Villeta N° 07/2022, por la que se reglamenta la poda o derriba de árboles y la forestación de la cuidad de Villeta.

La Ley Nº 422/1973, Forestal, crea lo Servicio Forestal Nacional, con el fin de administrar, promover y desarrollar los recursos forestales del país, en cuanto a su defensa, mejoramiento, ampliación y racional utilización. Según el Art. 21, están sometidos al régimen de la Ley Nº 422/1973 todos los bosques y tierras forestales en el territorio del país. El Art. 23 de la Ley Nº 342/1995, a su vez, define ciertas características y usos de bosques y tierras susceptibles de expropiación para utilidad pública.

Según el Art. 47 de la Ley Nº 342/1995, toda actividad de desmonte sólo podrá iniciarse previa autorización del Servicio Forestal Nacional. El transporte y la comercialización de las maderas y otros productos forestales necesitan de guías expedidas por el Servicio Forestal Nacional, con especificación de cantidad, especie, peso o volumen, procedencia y destino del producto transportado (Art. 27 de la Ley Nº 342/1995). El aprovechamiento, industrialización, comercio de productos forestales y la reforestación con fines de producción necesitan de inscripción en el Servicio Forestal Nacional (Art. 29).

En el Art. 45 de la Ley Nº 342/1995 se establece que todas las propiedades rurales, cualquiera sea su extensión, deberán mantener el 25% (veinte y cinco por ciento) de su área de bosque natural. En caso de no tener este porcentaje mínimo, el propietario deberá forestar hasta alcanzar el 5% (cinco por ciento) para propiedades hasta de 100 (cien) hectáreas y hasta el 10% (diez por ciento) para propiedades de más de 100 (cien) hectáreas de la superficie del predio y de acuerdo con las normas vigentes.

Cabe destacar que, por su naturaleza industrial y ubicación, el Proyecto no se encuentra entre las actividades inhabilitadas por la Ley de Deforestación Cero en la Región Oriental, la cual prohíbe actividades de transformación o conversión de superficies con cobertura de bosques a superficies destinadas a asentamientos humanos, producción, transporte y comercialización de madera, leña, carbón y cualquier subproducto forestal originado del desmonte no permitido, excluyendo a todas las actividades industriales del mantenimiento del 25% y de la deforestación cero.

De acuerdo con el Art. 11 de la Ley N° 3001/2006, los proyectos de obras y actividades definidos como de alto impacto ambiental, tales como construcción y mantenimiento de caminos, obras hidráulicas, usinas, líneas de transmisión eléctrica, ductos, obras portuarias, industrias con altos niveles de emisión de gases, vertido de efluentes urbanos e industriales u otros, según el listado que al efecto determine el Poder Ejecutivo, deberán incluir dentro de su esquema de inversiones

ATOME PLC

la compensación por servicios ambientales por medio de la adquisición de Certificados de Servicios Ambientales, sin perjuicio de las demás medidas de mitigación y conservación a las que se encuentren obligados. Las inversiones en servicios ambientales de estos proyectos de obras o actividades no podrán ser inferiores al 1% (uno por ciento) del costo de la obra o del presupuesto anual operativo de la actividad.

El Art. 12 de la misma Ley N° 3001/2006 establece que quienes no hayan cumplido con el requisito de reserva legal de bosques naturales definido en la Ley N° 422/1973 deberán adquirir Certificados de Servicios Ambientales hasta compensar el déficit de dicha reserva legal. La SEAM determinará por resolución las condiciones por las cuales aquellas personas, físicas o jurídicas, en cuyas propiedades no se cumpla con el requisito de reserva legal de bosques naturales establecido en la Ley N° 422/1973, deberán adquirir Certificados de Servicios Ambientales.

El Certificado de Servicios Ambientales es un título valor libremente negociable por quienes no están obligados en virtud de esta Ley o por sentencia judicial a invertir en servicios ambientales, y podrán negociarse en el mercado internacional para el pago de compensaciones medioambientales efectuadas por las personas físicas o jurídicas obligadas al efecto por las actividades o explotaciones que realicen y que sean consideradas nocivas para el ambiente. También podrán utilizarse para la compensación de tributos locales o nacionales como el IMAGRO, el Impuesto Inmobiliario y el Impuesto a la Renta Personal (Art. 8º).

El Art. 2º de la Resolución SEAM N° 199/2013 establece áreas forestales, además de las áreas forestales mantenidas como reserva legal establecida por la Ley N° 422/1973 y de las áreas establecidas como franjas de protección de cauces hídricos de la Ley N° 4241/2010, que pueden utilizarse como servicios ambientales. Esta resolución presenta también las condicionantes y requisitos técnicos para certificación de bosques naturales.

La Resolución SEAM N° 289/2013, por su vez, establece condicionantes y requisitos para certificación de pastizales naturales bajo el régimen de servicios ambientales. También hay como certificar los servicios ambientales de belleza escénica que producen las Áreas Silvestres Protegidas. La Resolución SEAM N° 17/2017 establece condicionantes y requisitos para certificación de estas áreas.

La Resolución SEAM N° 611/2017 establece los requisitos y condiciones generales para adherirse al régimen de servicios ambientales.

La Resolución SEAM N° 1093/2013 establece los valores nominales para el cálculo de los servicios ambientales para cada ecorregión del Paraguay. Según el mapa de ecorregiones establecido en la Resolución SEAM N° 614/2013, el área de la Planta de ATOME está en la ecorregión Litoral Central y/o Ñeembucú. Para esas ecorregiones, los valores nominales para el cálculo de los servicios ambientales, según el Art. 1º de la Resolución SEAM N° 1093/2013 son:

Tabla 4.3.3.a
valores nominales para el cálculo de los servicios ambientales, según ecorregión

Ecorregiones	Guaraníes/hectárea/año
Litoral Central	5.152.526
Ñeembucu	3.554.037
Chaco Húmedo	2.517.405

ATOME

La Resolución Nº 81/209 establece la tipología de obras o actividades de alto impacto como aquellas oriundas de acciones físicas y humanas de efecto significativo tanto el área de influencia, así como en la severidad de la acción considerada prácticamente irreversible. Entre las obras y actividades listadas en los Anexos I y II de la Resolución están la construcción de establecimientos industriales cuyas inversiones sean iguales o superiores a US$ 50.000.000 de dólares americanos y la operación de industrias químicas.

De acuerdo con el Art. 6º del Decreto N° 18.831/1986, por el cual se establecen normas de protección del medio ambiente, se prohíben los desmontes sin solución de continuidad, en superficies mayores de 100 (cien) hectáreas, debiendo dejarse entre parcelas, franjas de bosque de 100 (cien) metros de ancho como mínimo.

El Art. 7º establece que en las parcelas donde se hayan realizado desmontes mayores a los establecidos en el presente Decreto se deberá proceder a su reforestación en forma inmediata con el fin de alcanzar a mediano y largo plazo las condiciones establecidas en el Artículo 6º.

La Ley Nº 96/1992, crea el Sistema de Protección y Conservación de la Vida Silvestre y regula la protección, manejo y conservación de la vida silvestre del país. Según el Art. 25, se considerará susceptible de protección y conservación permanente la flora silvestre localizada en aquellos ambientes valiosos por su importancia o rareza ecológica.

El Art. 26, por su vez, establece que las especies de la flora silvestre utilizadas en la medicina popular o en otros usos con valores sociales relevantes, estarán sujetas a regulaciones específicas por parte de la Autoridad de Aplicación.

Según su Art. 33, la Autoridad de Aplicación concederá autorizaciones para la colección, explotación, comercialización, tránsito, importación, exportación y reexportación de elementos de la flora silvestre, sea en carácter permanente u ocasional, con base en estudios científicos y atendiendo a lo dispuesto por los convenios internacionales vigentes, siempre que dichas actividades:

a) No afecten directa o indirectamente a especies amenazadas de extinción, raras o endémicas;
b) Guarden positiva relación, en su frecuencia o intensidad, con la biología de cada especie;
c) Permitan la reproducción normal y equilibrada tanto de las especies aprovechadas como la de los demás organismos que dependen de ellas;
d) No supongan un peligro para la supervivencia o desarrollo normal de otros organismos, ni para la salud humana;
e) No atenten contra los derechos, intereses y costumbres de parcialidades indígenas u otras minorías protegidas; y,
f) No estén prohibidas o sujetas a restricción por otras normas legales.

La Ley Nº 6.256/2018 establece, en su Art. 2º, que se prohíbe en la Región Oriental, realizar actividades de transformación o conversión de superficies con cobertura de bosques, a superficies destinadas al aprovechamiento agropecuario en cualquiera de sus modalidades; o superficies destinadas a asentamientos humanos; así como la producción, transporte y comercialización de madera, leña, carbón y cualquier subproducto forestal originado del desmonte no permitido. Así también se cita en el Art. 3° la prohibición de emisión de permisos,

ATOME PLC

licencias, autorizaciones y cualquier otra modalidad de documento jurídicamente válido, que ampare la transformación o conversión de superficies con cobertura de bosques nativos. Los bosques se inscribirán en un registro especial, habilitado en el Instituto Forestal Nacional (INFONA) y no podrán ser objeto de la reforma agraria y se declararán no expropiables.

En cumplimiento al Art. 3º de la Ley Nº 6256/2018, fue aprobado el Decreto Nº 3246/2020, que reglamenta el Sistema Nacional de Monitoreo Forestal (SNMF), cuyo objeto es proveer información nacional oficial de la cobertura forestal nacional en forma periódica, medible, verificable y comparable con otros sistemas de información geográfica, así como proveer parámetros e información que permitan dimensionar la magnitud del contenido de carbono almacenado en la masa forestal nacional y la tipificación cualitativa y cuantitativa de especies forestales que integran la masa forestal nacional.

Acerca de la prevención y control de incendios, la nueva Ley Nº 6818/21 transfiere a los municipios otorgar el permiso de quema conforme a las condiciones meteorológicas y las medidas preventivas a ser cumplidas por la persona afectada (Art. 6º).

El listado de las especies de Flora Nativa amenazadas de extinción en Paraguay se presenta en la Resolución SEAM N° 2242/2006, actualizada por las Resoluciones SEAM N° 2243/2006 y Nº 470/2019.

La Ley N° 4241/2010, en el Art. 2º, declara zonas protectoras a las áreas naturales que bordean a los cauces hídricos. También establece en su Art. 9º que los bosques protectores deberán mantenerse o restablecerse en proporción directa con el ancho del cauce hídrico y las particularidades de las regiones naturales del país. De acuerdo con este artículo, el Instituto Forestal Nacional – INFONA (creado por la Ley N° 3464/2008) establecerá los parámetros mínimos y máximos exigibles para su cumplimiento, así como las especies a ser implantadas, de acuerdo con el Artículo 23, Inc. b) de la Ley Nº 3239/2007.

En el caso específico del distrito de Villeta, la Ordenanza N° 7/2022 reglamenta la Ley de Protección al Arbolado Urbano en el municipio y establece disposiciones para la poda, trasplante, tala, así como el fomento de la plantación, manejo y repoblación de cualquier especié arbórea sea en espacios públicos como privados. En ese sentido, la ordenanza rige para zonas urbanas del distrito de Villeta desafectando a la propiedad de ATOME por su localización. El Art. 6º alinea “e” establece que los planes relativos a edificaciones de obras civiles situadas en predios que superen los 1000 m2 presenten un proyecto de arborización del predio conteniendo el nombre botánico y vulgar de los árboles a ser plantados, a fin de que el proyecto sea aprobado por la Intendencia Municipal. Para las zonas urbanas, toda la poda y tala de árboles de cualquier especie requiere ser autorizada previamente por la Intendencia Municipal vía Resolución (Arts. 16 y 17) y establece una compensación de 10 árboles pequeños o plantones de árboles nativos de 1 metro de alto, con sus respectivos protectores, por cada árbol talado, debiendo entregarse a la Dirección de Medio Ambiente de la Municipalidad de Villeta (Art. 12).

En cuanto a la fauna, la Ley Nº 96/1992, en su Art. 27, establece que estarán protegidas y conservadas con regulaciones específicas aquellas especies de fauna que se desarrollen en ambientes restringidos o hábitat muy alterados por el hombre. Además, se adoptarán todas las medidas para preservar las especies que se hallen en peligro de extinción o en proceso de disminución de su población (Art. 34). El Art. 37 prohíbe la caza de animales silvestres.

ATOME PLC

El Art. 5º de la Ley Nº 716/1996 establece que serán sancionados con penitenciaría de uno a cinco años y multa de 500 (quinientos) a 1.500 (mil quinientos) jornales mínimos legales para actividades diversas no especificadas: *a) Los que destruyan las especies de animales silvestres en vías de extinción y los que trafiquen o comercialicen ilegalmente con los mismos, sus partes o producto.*

Según el Art. 6º de la Ley N° 2717/2005, el que infrinja las normas y reglamentos que regulan la caza, la recolección o la preservación del hábitat de especies declaradas endémicas o en peligro de extinción será castigado con pena privativa de libertad de uno a cinco años o con multa de quinientos a mil jornales mínimos legales para actividades diversas no especificadas. En ambos casos se aplicará, además, el comiso de los elementos utilizados para el efecto.

La Resolución SEAM Nº 263/2007 categoriza las Especies Protegidas como: a) endémicas b) amenazadas de extinción c) raras d) en peligro de extinción. Esta resolución estipula, además, que las Especies Protegidas no podrán ser susceptibles de uso comercial, a excepción de aquellas especies que provengan de viveros, cultivos y/o criaderos.

Específicamente para los mamíferos, el listado de las especies amenazadas de extinción se publicó mediante la Resolución SEAM N° 632/2017. Para las aves, el listado de las especies nativas en peligro de extinción en Paraguay se presenta en el Anexo I de la Resolución N° 254/2019. En el caso de los reptiles, la Resolución SEAM N° 206/2020 también actualizó el listado de especies protegidas.

La Ley N° 1314/1998 aprueba la Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres y presenta las listas de especies migratorias en peligro (Apéndice I) y de especies migratorias que deban ser objeto de acuerdos (Apéndice II).

4.3.3.1
Áreas Protegidas

- Ley Nº 352/1994, de áreas silvestres protegidas. Modificada por la Ley Nº 6422/2022;
- Ley Nº 350/1994, que aprueba la convención relativa a los humedales de importancia internacional, especialmente como hábitat de aves acuáticas;
- Ley Nº 3239/2007, de los recursos hídricos del Paraguay;
- Decreto Nº 18.831/1986, por el cual se establecen normas de protección del medio ambiente;
- Resolución DPNVS Nº 79/2000, por el cual se establecen los procedimientos para la creación legal de las áreas silvestres protegidas bajo dominio privado del Paraguay;
- Resolución SEAM N° 200/2001, por la cual se asignan y reglamentan las categorías de manejo; la zonificación y los usos y actividades;
- Resolución SEAM Nº 781/2005, por el cual se establecen los reglamentos para el uso de las áreas silvestres protegidas bajo dominio público.

La Ley Nº 352/1994 regula el manejo y la administración del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas - SINASIP del país, que corresponde al conjunto de Áreas Silvestres Protegidas de relevancia ecológica y social, bajo un manejo ordenado y dirigido que permita cumplir con los objetivos y políticas de conservación establecidas pela Nación. El Art. 2º declara de interés social y de utilidad pública el SINASIP.

ATOME PLC

En los Art. 6º y 7º son definidos los términos de la categoría de Gestión, que diferencia las áreas según el tipo de gestión o administración, y Zona de Amortiguamiento, que corresponde a la región adyacente al perímetro de la zona protegida, cuya responsabilidad es compartida entre la administración de la zona y las comunidades, y donde se objetiva el desarrollo sostenible a través de la educación socio-ambiental.

El Art. 9º define el Plan de Manejo como el documento preparado por un equipo multidisciplinario y con participación de representantes de la comunidad, donde se definen los objetivos, la categoría de manejo y los límites del área protegida, y donde se establecen los programas y acciones necesarios para la administración y gestión de los recursos. En el documento también se define la Zona de Amortiguamiento.

Según el Art. 12, todo proyecto que afecte a un Área Silvestre Protegida o a su zona de amortiguamiento, deberá contar con un Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental.

Las categorías de manejo de las áreas protegidas son establecidas en la Resolución SEAM N° 200/2001, y según su Art. 2º, podrán ser de estricta protección, de uso flexible y de uso especial. Las áreas consideradas como de categoría de manejo de estricta protección incluyen las Reservas Científicas, los Parques Nacionales y los Monumentos Naturales (Art. 3º). Las de Manejo de uso flexible incluyen los Refugios de Vida Silvestre, los Paisajes Protegidos, las Reservas de Recursos Manejados y las Reservas de Biosfera (Art. 5º). Las de manejo especial se restringen a las Reservas Ecológicas y las Reservas Naturales (Art. 7º).

El Art. 2º de la Resolución SEAM Nº 781/2005 establece los reglamentos para el uso público de las Áreas Silvestres Protegidas bajo dominio público. Define las actividades prohibidas, entre ellas, matar, dañar o asustar a los animales silvestres; destruir, arrancar o extraer las plantas de lugar, realizar actividades de prospección sin permiso, descargas sustancias contaminantes.

Con respecto a los humedales, el Art. 1º de la Ley N° 350/1994 aprueba la convención relativa a los humedales de importancia internacional, especialmente como hábitat de aves acuáticas. Paraguay se adhiere a la convención Ramsar el 7 de octubre de 1995.

El Art. 29 de la Ley Nº 3239/2007, de recursos hídricos de Paraguay, establece que el Estado reconocerá a los humedales como ecosistemas de gran importancia para la sociedad, y su conservación y manejo sustentable posibilitará el adecuado funcionamiento de los recursos hídricos en general.

El Artículo 23, Inc. b) de la Ley Nº 3239/2007, a su vez, establece una zona de protección de fuentes de agua de un ancho de 100 metros a ambas márgenes, en la que se condicionará el uso del suelo y las actividades que allí se realicen, conforme a lo que establezcan las normas jurídicas ambientales. Esta zona de protección de 100 m ya estaba prevista en el Art. 3º del Decreto Nº 18.831/1986.

En el Art. 25 también se declaran áreas protegidas las zonas de nacientes o manantiales de agua, los ecosistemas de humedales, las zonas de recarga de acuíferos y las zonas necesarias para la regulación del caudal ambiental de las aguas.

El proyecto de la Planta de ATOME no afectará a áreas protegidas.

ATOME PLC

4.3.4
Patrimonio Histórico, Cultural y Arqueológico

- Ley N° 1231/1986, que aprueba y ratifica la Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural;
- Ley N° 3051/2006, Ley Nacional de Cultura;
- Ley N° 5621/2016, de protección del patrimonio cultural;
- Decreto N° 20132/2003, por la cual se aprueba el manual que establece normas y procedimientos para la administración, control, custodia, clasificación y contabilización y régimen de bienes del estado y que deroga el Decreto N° 39759/1983;
- Decreto N° 7837/2017, por el cual se reglamenta los procedimientos para las medidas preventivas e investigaciones preliminares, así como la instrucción de sumarios administrativos para la aplicación de las sanciones previstas en el Art. 42 de la Ley N° 5621/2016;
- Decreto N° 5430/2021, por el cual se reglamenta el Capítulo III del Sistema Nacional del Patrimonio, de la Ley Nº 5621/2016;
- Resolución SNC Nº 014/2007, por la cual se aprueba el Reglamento para las prospecciones paleontológicas, arqueológicas y antropológicas en el territorio nacional;
- Resolución SNC Nº 1104/2019, que aprueba el Protocolo Nacional de Intervenciones Preventivas para el Patrimonio Arqueológico y Paleontológico;
- Resolución SNC N° 416/2021, que establece el Protocolo Nacional de Actuación e Intervenciones en el Patrimonio Cultural Subacuático del Paraguay;
- Resolución SNC N° 462/2020, que reglamenta el Artículo 6º de la Ley Nº 5621/2016;
- Resolución SNC N° 687/2021, que reglamenta la presentación del inventario de bienes privados en concordancia con el artículo 32 de la Ley de Protección del Patrimonio Cultural;
- Resolución SNC N° 549/2021, que aprueba los formularios relativos a los trámites y procedimientos ante la Dirección General de Patrimonio Cultural de la SNC.

En Paraguay, todos los materiales arqueológicos y lugares están sujetos a la Ley N° 5621/2016, que derogó la Ley N° 946/1982.

El Art. 7º de la Ley N° 5621/2016, de conformidad con lo establecido en la Ley N° 3051/2006, define la Secretaría Nacional de Cultura (SNC) como la máxima instancia a nivel nacional en el área de la cultura, actuando como órgano rector responsable de la aplicación de las políticas, programas y proyectos que garanticen el cumplimiento de esta Ley.

El Art. 18 establece que los bienes que integran el patrimonio cultural estarán sometidos al presente régimen general de protección; el cual se ejercerá sobre todos ellos, sin excepción.

El Art. 21 establece la prohibición de demolición, destrucción o transformación de los bienes culturales objetos de esta Ley, sin la debida autorización de la Secretaría Nacional de Cultura. Las obras a ser realizadas en un bien cultural, requieren para su inicio la debida autorización de la Secretaría Nacional de Cultura, en concordancia con la emitida por las autoridades locales; lo cual será reglamentado por la primera (Art. 22).

La Secretaría Nacional de Cultura (SNC) podrá ordenar, previa notificación al propietario, la realización de excavaciones en los predios de propiedad privada en que se presuma fundadamente la existencia de bienes culturales (Art. 23) y también proceder a la ocupación o

ATOME PLC

aseguramiento de bienes culturales, cuando se dieren las causas establecidas en el Artículo 21 y concordantes de la presente Ley o en su reglamentación (Art. 24).

Según el Art. 28, toda persona que conozca la existencia de bienes del patrimonio cultural nacional está en la obligación de comunicar la SNC.

El Art. 41 prevé sanciones penales a daños causados a los bienes del patrimonio cultural en todas sus categorías o clasificaciones, tales como la destrucción, el menoscabo, el robo, el hurto, demolición parcial o total; así como: el tráfico ilícito, la transformación, restauración o intervención indebidas de los mismos. El Art. 42 prevé sanciones administrativas para daños, falta al deber de guarda, no formalización, y falta de poner en conocimiento de la SNC relacionada a bienes culturales.

El Decreto Nº 5430/2021 establece que, a través del Sistema Nacional del Patrimonio, la SNC emprenderá la descentralización de la gestión del patrimonio cultura del Paraguay actuando como entidad controladora responsable por garantizar el cumplimiento de las obligaciones de las instituciones integradoras del sistema (Art. 4º).

La Resolución SNC Nº 014/2007 aprueba el Reglamento para las prospecciones paleontológicas, arqueológicas y antropológicas en el territorio nacional.

En 2019, la SNC publicó la Resolución Nº 1104/2019, que aprueba el Protocolo Nacional de Intervenciones Preventivas para el Patrimonio Arqueológico y Paleontológico. Según esta normativa, proyectos privados que se realicen en terrenos en donde no exista infraestructura previa necesitan requerir una evaluación previa bajo la SNC para determinar la necesidad o no de un diagnóstico preventivo en el terreno.

4.3.5
Procesos de Compra de Tierras, Expropiación y Reasentamiento

- Constitución Nacional de Paraguay;
- Ley N° 1183/1985, Código Civil y modificaciones.

El Art. 39 de la Constitución Nacional de Paraguay dispone que toda persona tenga derecho a ser indemnizada justa y adecuadamente por los daños o perjuicios que fuese objeto por parte del Estado.

Según el Art. 109 de la Constitución, la propiedad privada es inviolable. Nadie puede ser privado de su propiedad sino en virtud de sentencia judicial, pero se admite la expropiación por causa de utilidad pública o de interés social, que será determinada en cada caso por ley. Esta garantizará el previo pago de una justa indemnización, establecida convencionalmente o por sentencia judicial, salvo los latifundios improductivos destinados a la reforma agraria, conforme con el procedimiento para las expropiaciones a establecerse por ley.

El Artículo 128, por su vez, establece que en ningún caso el interés de los particulares primará sobre el interés general.

ATOME PLC

También el Art. 1964 del Código Civil (Ley N° 1183/1985) establece que nadie puede ser privado del dominio o de alguna de sus facultades, sino por causa de utilidad pública o interés social, definido por la ley, ni desposeído de su propiedad sin justa indemnización. En el Art. 1965, dispone que, si la cosa expropiada no se destinare al fin que motivó la expropiación dentro de un plazo razonable, podrá el dueño anterior demandar su recuperación en el estado en que fue enajenada, consignando el precio o la indemnización pagada. Complementariamente, el Art. 1967, establece como una de las causas de la pérdida del dominio de los inmuebles a la expropiación (inciso d).

Por su parte, el Art. 738 define que las reglas de la compraventa se aplicarán subsidiariamente a la expropiación por causa de utilidad pública o interés social.

El Art. 2000 del Código Civil, que trata del uso nocivo de la propiedad, establece que el propietario está obligado, en el ejercicio de su derecho, especialmente en los trabajos de explotación industrial, a abstenerse de todo exceso en detrimento de la propiedad de los vecinos. Quedan prohibidos en particular las emisiones de humo o de hollín, las emanaciones nocivas y molestas, los ruidos, las trepidaciones de efecto perjudicial y que excedan los límites de la tolerancia que se deben los vecinos en consideración al uso local, a la situación y a la naturaleza de los inmuebles. El propietario, inquilino o usufructuario de un predio tiene el derecho a impedir que el mal uso de la propiedad vecina pueda perjudicar la seguridad, el sosiego y la salud de los que habitan. Según la circunstancia del caso, el juez puede disponer la cesación de tales molestias y la indemnización de los daños, aunque mediare autorización administrativa.

4.3.6
Salud Ocupacional y Seguridad del Trabajo y de la Comunidad

- Ley N° 836/1980, de código sanitario;
- Ley N° 213/1993, que establece el código del trabajo. Modificada por la Ley N° 496/1995;
- Ley Nº 1160/1997, Código Penal de la República del Paraguay;
- Ley Nº 5508/2015, que establece la promoción, protección de la maternidad y apoyo a la lactancia materna;
- Ley Nº 5804/2017, que establece el sistema nacional de prevención de riesgos laborales;
- Decreto Nº 7550/2017, que reglamenta la Ley Nº 5508/2015 sobre la promoción, protección de la maternidad y apoyo a la lactancia materna;
- Decreto Nº 14390/1992, por el cual se aprueba el reglamento general técnico de seguridad, higiene y medicina en el trabajo;
- Decreto Nº 5078/2021, por el cual se derogan los artículos 260, 262, 263, 264, 265, 266 y 270 del reglamento general técnico de seguridad, higiene y medicina en el trabajo, aprobado por el Decreto Nº 14.390/1992;
- Resolución Laboral MTESS Nº 785/2020, por la cual se dispone a la implementación de los artículos 1º, 2º, 3º, 4º, 5º, 6º, 7º, 8º, 13, 14, 17, 18, 19, 23, 24, 25, y 41, 42, 43, 44, 45 y 46 de la Ley N° 5804/2017, que establece el sistema nacional de prevención de riesgos laborales;
- Resolución Laboral MTESS Nº 03/2022, por la cual se reglamenta el contenido y la frecuencia de los exámenes médicos obligatorios de admisión y periódicos de los trabajadores y otros aspectos referentes a la seguridad y salud ocupacional, conforme al Decreto N° 5078/2021, por el cual se derogan los artículos 260, 262, 263, 264, 265, 266 y

ATOME PLC

270 del reglamento general técnico de seguridad, higiene y medicina en el trabajo, aprobado por el Decreto Nº 14.390/1992;

- Ordenanza Municipal de Villeta N° 2/2003, por la cual se declara de interés Municipal la obligatoriedad de efectuar controles sanitarios en locales comerciales, industriales, depósitos domicilios particulares y vehículos de transporte público en general para garantizar la salud de la población;
- Ordenanza Municipal de Villeta Nº 12/2010, de seguridad y prevención contra incendios;
- Ordenanza Municipal de Villeta Nº 14/2011, por lo cual se modifica y se amplía la Ordenanza N° 02/2003, que declara de interés municipal la obligatoriedad de efectuar controles sanitarios en locales comerciales, industriales, depósitos, domicilios particulares y vehículos del transporte público en general para garantizar la salud de la población.

Según el Art. 87 da Ley N° 836/1980, el Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social dictará normas técnicas y ejercerá el control de las condiciones de salubridad de los establecimientos comerciales, industriales y de salud, considerando la necesaria protección de los trabajadores y de la población en general.

Se requerirá la previa autorización del Ministerio para la concesión de patente o permiso para el funcionamiento de establecimientos industriales y otros lugares de trabajo, así como para ampliar o modificar las instalaciones existentes (Art. 88), y este podrá cancelar la autorización otorgada cuyo funcionamiento represente riesgo para la salud (Art. 89).

La Ley N° 213/1993 establece el Código del Trabajo, y prevé La Seguridad, Higiene y Comodidad en el Trabajo en los artículos 272 a 282. Las principales disposiciones son:
“El trabajador, en la prestación de sus servicios profesionales, tendrá derecho a una protección eficaz en materia de salud, seguridad e higiene en el trabajo (Art. 272).

El empleador deberá garantizar la higiene, seguridad y salud de los trabajadores en la ejecución de su actividad laboral. Para el efecto, adoptará cuantas medidas sean necesarias, incluidas las actividades de información, formación, prevención de riesgos y la constitución de la organización o medios que sean precisos. Las medidas de seguridad e higiene del trabajo no implicarán ninguna carga económica para los trabajadores (Art. 274).

El empleador deberá, como mínimo (Art. 275):

a) Disponer el examen médico, admisional y periódico, de cada trabajador, asumiendo el costo.
b) Evaluar, evitar y combatir los riesgos en su propio origen;
c) Establecer las condiciones y métodos de trabajos y de producción que menor incidencia negativa produzcan sobre la higiene, seguridad y salud de los trabajadores;
d) Planificar la prevención y determinar las medidas que deberán utilizarse, tanto colectivas como individuales, así como el material de protección que debe utilizarse contra los riesgos inherentes a la actividad desarrollada;
e) Informar a las autoridades competentes sobre los accidentes laborales y enfermedades profesionales de que sean víctimas los trabajadores.

El trabajador está obligado a observar en su trabajo las medidas legales y reglamentarias de higiene, seguridad y medicina laboral.

ATOME PLC

El empleador facilitará formación e información práctica y adecuada en materia de salud, seguridad e higiene a los trabajadores que contrate, o cuando cambie de puesto de trabajo o tengan que aplicar una nueva técnica que pueda ocasionar riesgos. El trabajador está obligado a seguir dichas enseñanzas y a realizar las prácticas correspondientes (Art. 276).

Se prohíbe la introducción, venta y consumo de bebidas alcohólicas en locales de trabajo, así como su elaboración en empresas que no tengan este objeto especial (Art. 277).

Los trabajadores no podrán dormir en los locales de labor, salvo las peculiaridades de ciertas empresas, en cuyo caso el empleador habilitará alojamientos apropiados. Cuando se permita al personal comer en el establecimiento, se dispondrá de un lugar apropiado y equipado adecuadamente a dicho fin, el que estará separado de los lugares de trabajo. Los comedores, vestuarios y servicios sanitarios deben ser mantenidos en óptimas condiciones (Art. 280).

La Autoridad Administrativa del Trabajo adoptará medidas para promover la educación en materia de seguridad e higiene y en la prevención de los riesgos por cuantos medios sean apropiados, a fin de despertar y mantener el interés de empleadores y trabajadores (Art. 282)."

El Art. 205 del Código Penal (Ley N° 1160/1997), de exposición de personas a lugares de trabajo peligrosos, establece:

"1° El titular de un establecimiento o empresa y su responsable de la prevención de accidentes de trabajo que: causara o no evitara que los lugares o medios de trabajo incumplan las disposiciones legales sobre la seguridad y la prevención de accidentes en lugares de trabajo; o claramente incumpliera las exigencias del cuidado técnico, y con ello peligrara la vida o la integridad física de otros, será castigado con pena privativa de libertad de hasta cinco (5) años o con multa.

2° Los responsables, conforme al inciso 1°, que omitieran informar en forma idónea a los empleados sobre los peligros para la vida o la integridad física vinculados con los trabajos y sobre las medidas para la prevención, serán castigados con pena privativa de libertar de hasta tres (3) años o con multa."

El Decreto Nº 14390/1992, en su Título I, establece las Condiciones generales de los establecimientos o centros de trabajo y de los mecanismos de medidas de protección.

En el Capítulo I, Edificios y locales, establece las condiciones de los ambientes de trabajo, y, en la Sección II, específicamente sobre las Instalaciones auxiliares. Se presentan las condiciones exigidas para las viviendas (Art. 30), dormitorios (Art. 31), comedores (Art. 32) y cocinas (Art. 33). Las condiciones de los servicios higiénicos son tratadas en la Sección III y de las instalaciones de primeros auxilios en la Sección IV.

La Sección V trata de las condiciones de locales provisionales, o sea, en aquellos trabajos al aire libre en los que se ocupen 20 o más trabajadores durante 15 días.

El Decreto Nº 14390/1992 también incluye especificaciones para los siguientes temas:

- Capítulo II - Prevención y extinción de incendios

ATOME PLC

- Capítulo III - Locales con riesgo de explosión
- Capítulo IV – Señalización
- Capítulo V - Energía eléctrica
- Capítulo VI - Recipientes a presión y aparatos que generan calor y frío
- Capítulo VII - Aparatos, máquinas y herramientas
- Capítulo VIII - Aparatos de izar y transporte
- Capítulo IX - Transporte automotor
- Capítulo X - Trabajos con riesgos especiales (trabajos en altura, excavaciones y cimientos; demoliciones, explosivos)
- Capítulo XI - medio ambiente de trabajo
- Capítulo XII - Protección personal
- Capítulo XIII - De la organización de la salud ocupacional en los lugares de trabajo
- Capítulo XIV - De las comisiones internas de prevención de accidentes (CIPA)

Importante mencionar que el Decreto N° 5078/2021 derogó los artículos 260, 262, 263, 264, 265, 266 y 270 del reglamento general técnico de seguridad, higiene y medicina en el trabajo, aprobado por el Decreto N°14.390/1992, que tratan sobre los exámenes médicos de admisión y periódicos, así como sobre cuestiones de accidente de trabajo. Estos aspectos pasaran a ser reglamentados por la Resolución Laboral MTESS Nº 03/2022.

La Resolución MTESS Nº 785/2020 en su Art. 3º establece la elaboración del Registro de Información de Seguridad Ocupacional con el objetivo de contar con información fidedigna acerca de los empleadores obligados por la Ley Nº 5.804/2017, a fin de componer el registro estadístico de accidentes laborales.

La Ordenanza N° 12/10 que toda nueva construcción, ampliación o reforma de edificaciones que cuyas actividades produzcan o utilicen productos químicos capaces de originar explosión, combustión o sean portadores de humos, emanación de gases peligrosos, radiactivos o efectos peligrosos deben observar las normas y requisitos de seguridad y prevención contra incendios establecidos en la ordenanza.

Por fin, la Ordenanza N° 14/11, determina la obligatoriedad de desratización, desinsectación y desinfección de los inmuebles destinados al funcionamiento de industrias a cada seis meses bajo la expedición de certificados expedidos por empresas privadas legalmente habilitadas o por la municipalidad.

4.3.6.1
Ruido en el Trabajo

- Ley Nº 1100/1997, de prevención de la polución sonora. Derogada por la Ley Nº 6390/2020.

El Art. 10 de la Ley Nº 1100/1997 establecía la máxima exposición diaria permisible por ruidos y sonidos molestos causados dentro de los locales con actividades laborales, industriales, comerciales o sociales conforme la **Tabla 4.3.6.1.a** siguiente:

ATOME PLC

Tabla 4.3.6.1.a
Límites de exposición a ruidos y sonidos molestos

Duración por horas y días	Decibelios DB SFL
8 horas	90
6 horas	92
4 horas	95
3 horas	97
2 horas	100
1 ½ horas	110
1 hora	115

Como ya se ha mencionado en la **Sección 4.3.2.4**, esta Ley fue derogada por la Ley Nº 6390/2020, pero esta última no establece límites para la exposición al ruido ocupacional. Deja en manos del municipio el establecimiento de estos límites. La Ordenanza Municipal de Villeta N° 25/2017, que trata de ruidos, no establece límites de emisión. Por lo tanto, en el Proyecto de la Planta de ATOME se adoptarán los valores establecidos en la Ley Nº 1100/1997, aunque haya sido derogada.

4.3.6.2
Control de la Potabilidad del Agua

- Norma Paraguaya NP Nº 24 001 80/1997, do Instituto Nacional de Tecnología y Normalización, que especifica los parámetros para el agua potable.

Los valores de las concentraciones máximas permisibles para sustancias toxicas, químicas, componentes orgánicos y compuestos radionucleidos, presentados en las **Tablas 4.3.6.2.a** hasta **4.3.6.2.e**, a continuación, fueron extraídos de la NP N° 24 001 80. También se incluyeron en las Tablas los estándares de la Organización Mundial de la Salud (OMS) - Directriz Mundial de Calidad del Agua Potable, actualización 2017.

Tabla 4.3.6.2.a
Concentraciones Máximas Permisibles de Sustancias Toxicas

Sustancias Toxicas	Concentraciones Máximas Permisibles (en mg/L) - NP N° 24 001 80	OMS (en mg/L)
Arsénicos (As)	0.05	0.01
Cromo (Cr+6)	0.05	0.05
Plomo (Pb)	0.05	0.01
Selenio (Se)	0.01	0.01
Mercurio (Hg)	0.001	0.001
Cadmio (Cd)	0.005	0.003
Níquel (Ni)	0.005	0.02
Cianuro (Cn)	0.1	0.07

ATOME PLC

Tabla 4.3.6.2.b
Concentraciones Máximas Permisibles de Sustancias Químicas

Sustancias Químicas	Concentraciones Máximas Permisibles (en mg/L) - NP N° 24 001 80	OMS (en mg/L)
Fluoruros (F-)	1.5	1.5
Nitratos (NO^3)	45	50
Nitrógeno amoniacal, en NH4-	0.5	0.,2
Nitrógeno nitroso, en NO^2	0	-
Fosfato (PO4-)	2	-
pH	6 - 9	6.5 – 9.5
Alcalinidad (P) expresada en $CaCO^3$	120	-
Alcalinidad (M) en $CaCO^3$	250	-
Dureza total expresada en $CaCO^3$	250	200 – 500
Solidos disueltos totales a 105 ºC	1000	1000
Oxidabilidad expresado en O2	3	3
Cloruro expresado en Cl-	250	250
Sulfato expresado en unión SO4-	250	250
Hierro expresado en Fe soluble	0.3	0.3
Manganeso expresado en Mn	0.1	0.4
Zinc expresado en Zn	0.2	3
Cloro residual expresado en Cl-	1	0.6 – 1
Cobre Cu	1	2

Tabla 4.3.6.2.c
Concentraciones Máximas Permisibles de Componentes Orgánicos

Componentes Orgánicos	Concentraciones Máximas Permisibles (en µg/L) - NP N° 24 001 80	OMS (en µg/L)
Endrin	0.2	0.6
Aldrin	0.03	0.03
Dieldrin	1	0.03
Lindano	3	2
Toxapheno	5	0
Heptacloro	0.1	0.1
Heptacloro epóxido	0.1	0.1
DDT isómeros metabolitos	1	1
Clordano total isómeros	0.3	0.2
Metoxiclor	30	20
Total de organofosforados y carbonatos	10	10
Hervicidas	Límite máximo de combinación 100 µg/L	Límite máximo de combinación 100 µg/L
2,4,5 – TP 2,4,5 – T 2,4,5 D (e)		
Compuestos fenólicos	2	2
Detergentes agentes tenso activos	200	-
Petróleo y grasas	Ausente	Ausente
Nitrógeno orgánico	Ausente	-

ATOME PLC

Tabla 4.3.6.2.c
Concentraciones Máximas Permisibles de Componentes Orgánicos

Componentes Orgánicos	Concentraciones Máximas Permisibles (en µg/L) - NP N° 24 001 80	OMS (en µg/L)
Hidrocarburos aromáticos poli cíclicos (benzo a pierno)	0.01	0.01
Benceno	10	10
Cloroformo	30	30
Tetracloruro de carbono	3	4
1,2 dicloroetano	10	30
1,1 dicloroetano	0,3	-
Tetracloroetílico	10	40
2,4,6 triclorofenol	10 (+)	2
Formaldehido	500	900
Cloruro de etil mercurio	0.1	-
Pentaclorofenol	10	9
Dietil mercurio	0.1	-

Tabla 4.3.6.2.d
Concentraciones Máximas Permisibles de Compuestos Radionucleidos

Compuestos Radionucleidos	Forma Soluble Concentración Maxi. (µ Ci/L)	Forma Insoluble Concentración Max. (µ Ci/L)	(OMS) (en µ Ci /L)
3 H tritio	3	-	2.7
Carbono 14 + CO2	0.8	-	0.027
Sodio – 22	0.04	0.03	0.027
Fósforo – 32	0.02	0.02	0.027
Azufre – 35	0.06	0.3	0.027
Potasio – 42	0.3	0.02	-
Calcio – 45	0.009	0.2	0.027
Hierro – 59	0.06	0.05	0.027
Cobre – 64	0.3	0.2	-
Zinc – 65	0.1	0.2	0.027
Cadmio – 109	0.9	0.2	0.027
Iodo - 139	0.002	0.06	0.0027

Nota: Para los profesionales que están expuestos a radiaciones los valores deberían multiplicarse por diez.

De acuerdo con la NP N° 24 001 80, el agua de bebida deberá ser de calidad tal que no represente un riesgo para la salud del consumidor (ausencia de microorganismos patógenos) y se ajustará a los requisitos microbiológicos presentados en las **Tablas 4.3.6.2.e** y **4.3.6.2.f**.

ATOME PLC

Tabla 4.3.6.2.e
Concentraciones Máximas Permisibles de Organismos en el agua de Bebida

Organismos	Límites Máximos			
	Agua Tratada	Agua no Tratada	Técnica de Filtración Membrana	
			Agua Tratada	Agua no Tratada
Aerobios Mesófilos Totales 48 horas	< 25 UFC / ml	< 100 UFC / ml	< 25 UFC / ml	< 100 UFC / ml
Coliformes Totales	< 1 NMP / 100 ml	< 2 NMP / 100 ml	0 UFC / ml	0 UFC / ml
Coliformes Fecales	Ausencia	Ausencia	0 UFC / ml	0 UFC / ml
Escherichia Coli	Ausencia	Ausencia	0 UFC / ml	0 UFC / ml

Tabla 4.3.6.2.f
Concentraciones Máximas Permisibles de Organismos para Agua en el Sistema de Distribución

Organismos	Unidad	Valor guía	Observaciones
Coliformes Fecales	NMP / 100 ml	0	-
Coliformes Totales	NMP / 100 ml	0	En el 95% de las muestras examinadas durante el año, cuando se trata de grandes sistemas de abastecimiento y se examinan suficientes muestras
Coliformes Totales	NMP / 100 ml	3	Ocasionalmente en alguna muestra, pero no en muestras consecutivas

ATOME PLC

4.3.7
Legislación Laboral

- Ley N° 884/1981, que regula las condiciones de trabajo en el transporte automotor terrestre;
- Ley Nº 213/1993, que establece el código del trabajo. Modificada por las Leyes N° 496/1994 y Ley N° 1416/1999;
- Ley Nº 1542/2000, que establece el procedimiento para la calificación de huelga;
- Ley N° 1657/2001, que aprueba el convenio 182 y la recomendación sobre la prohibición de las peores formas de trabajo infantil y la acción inmediata para su eliminación;
- Ley N° 1680/2001, Código de la Niñez y Adolescencia de Paraguay;
- Ley Nº 1.925/2002, que aprueba la Convención Interamericana para la eliminación de todas las formas de discriminación contra las personas con discapacidad;
- Ley N° 2128/2003, que aprueba la convención internacional sobre la eliminación de todas las formas de discriminación racial;
- Ley N° 3338/2007, por la cual se aprueba el convenio 156 sobre la igualdad de oportunidades y de trato entre trabajadores y trabajadoras: trabajadores con responsabilidades familiares;

- Ley N° 3540/2008, que aprueba la convención sobre los derechos de las personas con discapacidad y el protocolo facultativo de la convención sobre los derechos de las personas con discapacidad.
- Ley N° 4934/2013, que aprueba el derecho de accesibilidad al medio físico para las personas con discapacidad.
- Ley N° 5508/2015, que establece la promoción, protección de la maternidad y apoyo a la lactancia materna;
- Decreto Nº 4951/2005, por el cual se reglamenta la Ley Nº 1657/2001 y se aprueba el listado de trabajos infantil peligrosos.

El Código de Trabajo (Ley N° 213/1993) consta de 413 artículos y sus principales disposiciones son las siguientes.

El Art. 65 define las obligaciones de los trabajadores, entre ellas:

"…
c) Acatar los preceptos del reglamento de trabajo y cumplir las órdenes e instrucciones dadas por el empleador o sus representantes según la organización establecida;
d) Observar conducta ejemplar y buenas costumbres durante el trabajo;
e) Abstenerse de todo acto que pueda poner en peligro su propia seguridad, la de sus compañeros o la de terceras personas, así como la de los establecimientos, talleres o lugares en que el trabajo se realiza;

…
l) Acatar las medidas preventivas y de higiene que impongan las autoridades competentes o que indique el empleador o sus representantes para seguridad y protección del personal;
m) Dar aviso al empleador o a sus representantes de las causas de inasistencia al trabajo; y,
n) Cumplir las demás obligaciones establecidas por la Leyes y reglamentos de trabajo."

Entre las prohibiciones estipuladas en el Art. 66, se puede citar las siguientes:

"…..
c) Usar los útiles, materiales y herramientas suministrados por el empleador para objeto distinto del ordenado por el mismo o a beneficio de extraños;
d) Presentarse al trabajo en estado de embriaguez o bajo la influencia de drogas estupefacientes o en cualquiera otra condición anormal;
e) Portar armas de cualquier clase, a menos que sean necesarias por la naturaleza del servicio;
…".

Otras disposiciones importantes del Código de Trabajo (Ley N° 213/1993) se describen a continuación.

La jornada ordinaria de trabajo efectivo, no podrá exceder, salvo casos especiales previstos en este Código, de ocho horas por día o cuarenta y ocho horas semanales, cuando el trabajo fuere diurno (entre las 6 horas y 20:00 horas), ni de siete horas por día o cuarenta y dos horas en la semana, cuando el trabajo fuere nocturno (entre las 20:00 horas y 6 de la mañana) (Art. 194).

ATOME PLC

El salario se estipulará libremente, pero no podrá ser inferior al que se establezca como mínimo de acuerdo con las prescripciones de la Ley (Art. 228).

Las tasas de remuneración no podrán establecer desigualdad por razón de sexo, nacionalidad, religión, condición social y preferencias políticas o sindicales. A trabajo de igual valor, de la misma naturaleza o no, duración y eficacia, deberá corresponder remuneración igual, salvo el salario mayor fundado en antigüedad y merecimientos (Art. 229).

Se establece un período de prueba que tendrá como máximo la duración de 30 días para personal no cualificado e 60 días para trabajadores cualificados o aprendices (Art. 58).

El Código establece una asignación familiar del 5% del salario, en concepto de ayuda familiar, por cada hijo menor de 17 años (sin límite para los incapacitados.

En caso de despido del trabajador, el empleador deberá abonar al mismo una indemnización equivalente a quince salarios diarios por cada año de servicio prestado (Art. 91). El preaviso sólo es obligatorio para los contratos indefinidos (la obligación es para ambas partes) y va de 30 días como mínimo por año trabajado, hasta 90 días para trabajadores de más de diez años de trabajo (Art. 87).

Entre uno y cinco años de trabajo, se tiene derecho a doce días corridos (naturales) de vacaciones pagadas. De cinco a diez años; dieciocho días. Más de diez años; treinta días (Art. 218). A los efectos de las vacaciones, no se podrá descontar los días que el trabajador haya faltado al trabajo por enfermedad.

El Art. 358 del Código del Trabajo reconoce el derecho a la huelga.

El Código del Trabajo reconoce el derecho a afiliarse o separarse de cualquier organización sindical tanto por parte del empleador como del trabajador (Art. 284), prohibiéndose los actos de injerencia tendentes a crear organizaciones de trabajadores dominadas por el empleador (Art. 286).

El Capítulo II de la Ley N° 213/1993 dispone sobre el trabajo de menores y mujeres. El Art. 119 prohíbe el trabajo de menores de 15 años en empresa industrial, pública o privada o en sus dependencias, con excepción de aquellas en las que estén ocupados únicamente miembros de la familia del empleador, siempre que por naturaleza del trabajo o por las condiciones en que se efectúe, no sea peligroso para la vida, salud o moralidad de los menores. Los Art. 121 y 122 establecen los requisitos y prohibiciones para el trabajo de los menores de quince a dieciocho años.

Respecto a la igualdad de género, el Art. 128 establece que las mujeres disfrutan de los mismos derechos laborales y tienen las mismas obligaciones que los varones. Los demás artículos de la sección destinada al trabajo de mujeres tienen como propósito fundamental la protección de la maternidad.

El Art. 5º de la Ley N° 2128/2003, por su vez, establece, entre varios derechos civiles para personas, de todas las razas, colores u origen nacional o étnico, los siguientes:

ATOME PLC

El derecho a la libertad de opinión y de expresión;
El derecho a la libertad de reunión y de asociación pacíficas;
Los derechos económicos, sociales, y culturales, en particular:
El derecho al trabajo, a la libre elección de trabajo, a condiciones equitativas y satisfactorias de trabajo, a la protección contra el desempleo, a igual salario por trabajo igual y a una remuneración equitativa y satisfactoria;
El derecho a fundar sindicatos y a sindicarse;
El derecho a la vivienda;
El derecho a la salud pública, la asistencia médica, la seguridad social y los servicios sociales;
El derecho a la educación y la formación profesional;
El derecho a participar, en condiciones de igualdad, en las actividades culturales;
El derecho de acceso a todos los lugares y servicios destinados al uso público, tales como los medios de transporte, hoteles, restaurantes, cafés, espectáculos y parques.

El Art. 2º del Decreto Nº 4951/2005, que reglamenta la Ley N° 1657/2001, aprueba el listado de las actividades que se consideran trabajo infantil peligroso, incluyéndose varias desarrolladas en obras de construcción.

La Ley N° 3.338/2007 reconoce la igualdad de oportunidades y de trato entre trabajadores y trabajadoras que tengan responsabilidades familiares, o sea, responsabilidades respecto de otros miembros de su familia directa que de manera evidente necesiten su cuidado o sostén. Estas personas tienen el derecho de desempeñar su empleo y ocupación sin ser objeto de discriminación y, en la medida de lo posible, sin conflicto entre sus responsabilidades familiares y profesionales.

La Ley N° 1.925/2002 aprueba la Convención Interamericana para la Eliminación de todas las Formas de Discriminación contra las Personas con Discapacidad, y tiene como objetivo prevenir y eliminar todas las formas de discriminación contra las personas con discapacidad y propiciar su plena integración en la sociedad, incluida la contratación para ofertas de trabajo. De manera complementar, la Ley 4934/2013, establece medios para promover la igualdad de oportunidades a las personas con discapacidad a través de la promoción de accesibilidad al medio físico.

La Ley N° 3540/2008 garantiza la igualdad de oportunidades a las personas con discapacidad. Según su Art. 27, se reconoce el "derecho de las personas con discapacidad a trabajar, en igualdad de condiciones con las demás; ello incluye el derecho a tener la oportunidad de ganarse la vida mediante un trabajo libremente elegido o aceptado en un mercado y un entorno laborales que sean abiertos, inclusivos y accesibles a las personas con discapacidad. Los Estados Partes salvaguardarán y promoverán el ejercicio del derecho al trabajo, incluso para las personas que adquieran una discapacidad durante el empleo".

Por fin, La Ley Nº 5508/2015, establece que la mujer tendrá el derecho a la maternidad y la lactancia materna hasta los 6 meses de edad y la lactancia materna complementada hasta los 24 meses de edad, asegurando la atención y cuidado de la alimentación de los niños y niñas, y de la madre en período de gestación y lactancia. Además, confiere que la mujer no será objeto de discriminación o vulneración de sus derechos por su condición. De manera complementar, el Decreto Nº 7550/2017, determina que toda mujer trabajadora tendrá el derecho al permiso por

ATOME PLC

maternidad y a usufructuar el permiso por maternidad dentro del plazo fijado por la Ley, con todos los beneficios que en la misma se establezcan (Art. 6°).

El Art. 54 de la Ley N° 1680/2001 establece la prohibición del trabajo del adolescente, sin perjuicio de lo establecido en el Código del Trabajo, a) en cualquier lugar subterráneo o bajo agua; y b) en otras actividades peligrosas o nocivas para su salud física, mental o moral.

En su Art. 58 trata de la duración de la jornada laboral. Según establecido, el adolescente trabajador que haya cumplido 14 años y hasta cumplir los 16 años no podrá trabajar más de 4 horas diarias ni 24 horas semanales. El adolescente trabajador de 16 años hasta cumplir los 18 años no podrá trabajar más de seis horas diarias ni 36 semanales. Para los trabajadores que todavía asistan a instituciones educativas, las horas diarias de trabajo quedarán reducidas a cuatro. El adolescente trabajador que haya cumplido 14 años y hasta cumplir los 18 años no será empleado durante la noche en un intervalo de 10 horas, que comprenderá entre las 20 h a las 6 h.

4.3.8
Gestión de Desastres Naturales y Respuesta a Emergencias

- Constitución de la República del Paraguay, 1992;
- Ley Nº 251/1993, que aprueba el convenio sobre "cambio climático" adoptado durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre medio ambiente y desarrollo – la cumbre para la tierra -, celebrada en la ciudad de Rio de Janeiro, Brasil;
- Ley Nº 426/1994, que establece la carta orgánica del gobierno departamental;
- Ley N° 1.431/1999 que regula la organización de los cuerpos de bomberos voluntarios del Paraguay. Modificada por la Ley N° 5375/2014;
- Ley Nº 2.615/2005, que crea la Secretaría de Emergencia Nacional (S.E.N.), reglamentada por el Decreto Nº 11632/2013;
- Ley Nº 3966/2010, Ley Orgánica Municipal;
- Ley Nº 4739/2011, que crea el sistema 911 de atención, despacho y seguimiento de comunicaciones de emergencias;
- Ley Nº 5681/2016, que aprueba la Convención de París sobre Cambio Climático;
- Decreto Nº 1402/2014, por el por el cual se aprueba el documento sobre política nacional de gestión y reducción de riesgos (PNGR). Modificado y ampliado por el Decreto Nº 3713/2015.

Según el Art. 202 de la Constitución Paraguaya, entre los deberes y atribuciones del Congreso está 13) expedir leyes de emergencia en los casos de desastre o de calamidad pública.
A nivel de Gobiernos regionales, la Ley N° 426/1994 establece como deber y atribución de los gobernadores, desarrollar programas de prevención y protección conducentes a resolver situaciones de emergencias o catástrofe. Por otro lado, la Ley N° 3996/2010 define que es función de las Municipalidades la prevención y atención de situaciones de emergencias y desastres.

La Ley Nº 2.615/2005 crea la Secretaria de Emergencia Nacional (S.E.N.) con el objeto de prevenir y contrarrestar los efectos de las emergencias y los desastres originados por los agentes de la naturaleza o de cualquier otro origen, como asimismo promover, coordinar y orientar las actividades de las instituciones públicas, departamentales, municipales y privadas destinadas a la prevención, mitigación, respuesta, rehabilitación y reconstrucción de las comunidades

ATOME PLC

afectadas por situaciones de emergencia o desastre. El Art. 6º crea el Fondo Nacional de Emergencia, 50% para financiar proyectos de prevención y/o mitigación de desastres y 50% para medidas de preparación y respuesta.

El Art. 6º de la Ley Nº 4739/2011 define que el Sistema 911 estará integrado por las siguientes instituciones: 1. Ministerio del Interior; 2. Policía Nacional; 3. Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social; 4. Instituto de Previsión Social; 5. Bomberos Voluntarios; 6. Secretaría de Emergencia Nacional; 7. Ministerio Público; 8. Secretaría de la Mujer; 9. Secretaría de la Niñez y la Adolescencia; 10. Policía Caminera; y 11. Las Municipalidades.

El Art. 2º de la N° 1.431/1999, modificado por la Ley N° 5375/2014, establece que los Cuerpos de Bomberos Voluntarios tienen por objetivo primordial la asistencia en situaciones de desastres naturales o en accidentes, la prevención, extinción e investigación de incendios y el asesoramiento para la protección de vidas y bienes de la ciudadanía que, por razones de siniestros de origen natural, accidental o intencional, requieran su intervención.

La Ley Nº 5681/2016, en su Art. 7º, inciso 7, establece que las partes deben tener como compromiso c) El fortalecimiento de los conocimientos científicos sobre el clima, con inclusión de la investigación, la observación sistemática del sistema climático y los sistemas de alerta temprana, de un modo que aporte información a los servicios climáticos y apoye la adopción de decisiones.

4.3.9
Procesos de Expropiación

- Constitución Nacional de Paraguay;
- Ley N° 966/1964, que crea la Administración Nacional de Electricidad (ANDE) como ente autárquico y establece su Carta Orgánica;
- Ley N° 976/1982, por la cual se amplía la Ley N° 966/1964;
- Ley N° 1183/1985, Código Civil;
- Ley N° 1863/2002, que establece el estatuto agrario;
- Ley N° 2002/2002, que modifica varios artículos de la Ley N° 1863/2002;
- Ley N° 6681/2020, que modifica el Artículo 1º de la Ley N° 976/1982.

Según el Art. 109 de la Constitución, la propiedad privada es inviolable. Nadie puede ser privado de su propiedad sino en virtud de sentencia judicial, pero se admite la expropiación por causa de utilidad pública o de interés social, que será determinada en cada caso por ley. Esta garantizará el previo pago de una justa indemnización, establecida convencionalmente o por sentencia judicial, salvo los latifundios improductivos destinados a la reforma agraria, conforme con el procedimiento para las expropiaciones a establecerse por ley.

El Artículo 128, por su vez, establece que en ningún caso el interés de los particulares primará sobre el interés general.

También el Art. 1964 del Código Civil establece que nadie puede ser privado del dominio o de alguna de sus facultades, sino por causa de utilidad pública o interés social, definido por la ley, ni desposeído de su propiedad sin justa indemnización. El Art. 1965, dispone que, si la cosa expropiada no se destinar al fin que motivó la expropiación dentro de un plazo razonable, podrá

ATOME PLC

el dueño anterior demandar su recuperación en el estado en que fue enajenada, consignando el precio o la indemnización pagada. Complementariamente, el Art. 1967, establece como una de las causas de la pérdida del dominio de los inmuebles a la expropiación (inciso d).

La servidumbre como derecho real está regulada en el Código Civil, tratándose los siguientes tipos: servidumbres en general (Art. 2188 al 2207, servidumbre de tránsito: Art. 2208 al 2214; y servidumbre de acueducto: Art. 2215 al 2229).

El Art.2188 establece que, en virtud del derecho real de servidumbre se puede ejercer ciertos actos de disposición o de uso sobre un inmueble ajeno, o impedir que el propietario ejerza algunas de las facultades inherentes al dominio. El propietario de la heredad dominante deberá ejercer la servidumbre del modo menos perjudicial para el fundo sirviente. No podrá introducir en éste cambios innecesarios y estará obligado, si posee una construcción sobre él para el ejercicio de la servidumbre, a mantenerla conforme lo requiera el interés del propietario del inmueble gravado (Art.2197).

Sobre la servidumbre de acueducto, el Art. 2216 establece que puede constituirse, entre otras, c) de las que se encuentren reunidas en represas o canales pertenecientes a particulares, siempre que éstos hubieren concedido la disposición de ellos.

En el Art.2219 se encuentra establecido que la servidumbre de acueducto obliga al titular de ella a pagar:

a) el valor de uso del terreno que habrá de ocupar;
b) el valor de uso de una franja de tierra de cada lado, no menor de un metro de ancho en todo el curso, la que podrá ampliarse por convenio de partes o disposición del juez;
c) un diez por ciento más, sobre la suma que arrojen los dos incisos anteriores; y
d) todo perjuicio causado por la construcción del acueducto, y el que provenga de las filtraciones o derrames originados por defectos de aquél.

El dueño del predio sirviente conserva la propiedad del suelo en que existe el acueducto, y todos los derechos compatibles con el ejercicio de la servidumbre (Art.2226).

La Ley N° 2002/02 da una nueva redacción al Art. 56 de la Ley N° 1863/02, estableciendo, sobre la titulación de tierras en asentamientos del INDERT, que “el organismo de aplicación queda obligado a otorgar título de propiedad a los adjudicatarios que abonasen el importe íntegro del lote. El adjudicatario que habiendo abonado no menos del 25% (veinticinco por ciento) del precio y firmando por el saldo los correspondientes pagarés, tendrá derecho a que se le otorgue el correspondiente título de propiedad”.

Según el Art. 76 de la Ley N° 966/1964, tratándose de servidumbre en propiedad privada, ANDE podrá establecer la servidumbre de electroducto que consistirá en el derecho de atravesar propiedades de terceros. El dueño u ocupante del predio sirviente está obligado a permitir el acceso a su propiedad del personal autorizado por ANDE con sus elementos y equipos de trabajo para efectuar labores de construcción y mantenimiento. En caso de negativa del propietario u ocupante, ANDE recabará la autorización correspondiente del Poder Judicial (Art. 77).

Según establece el Art. 78, el dueño del predio sirviente no podrá construir obras ni hacer plantaciones y/o poner cercas que perturben o impidan el libre ejercicio de la servidumbre que

ATOME PLC

haya establecido ANDE de acuerdo con la Ley, salvo expresa autorización de aquella. El dueño del predio sirviente que se sienta lesionado con la forma y características de la servidumbre, podrá recurrir al Poder Judicial para que el Juez decida tanto sobre la indemnización que corresponda al propietario, como sobre las condiciones peculiares para el ejercicio de la servidumbre. Las reclamaciones de los particulares con motivo de servidumbres establecidas en beneficio de ANDE, se resolverán en juicio (Art. 79).

ANDE podrá convenir directamente con los propietarios la compra de aquellos inmuebles que fueron necesarios para ejecutar obras o instalar servicios vinculados con el cumplimiento de sus fines. Declárase de utilidad social los inmuebles que ANDE necesite para la expansión y mejoramiento del servicio de energía eléctrica y sujetos a expropiación conforme con la Constitución Nacional y Leyes pertinentes (Art. 74).

El Art 1º de la Ley N° 6681/2020 determina, como zona de seguridad y servicio para las líneas de transmisión de 220.000 voltios, una distancia de 50 m, 25 m medidos a cada lado del eje.

La ANDE procederá, sin indemnización alguna, a la demolición de cualquier obra o construcción que se efectúe en la citada zona con servidumbre ya constituida y al retiro de los materiales, así como a adoptar en ella todas las medidas necesarias para asegurar el permanente y efectivo funcionamiento del servicio (Art. 2º).

ATOME PLC

5.0 Diagnóstico (Línea Base)

ATOME PLC

JGP Consultoria e Participações Ltda.
Rua Américo Brasiliense, 615 - São Paulo
CEP 04715-003 - Fone / Fax 5546-0733
e-mail: jgp@jgpconsultoria.com.br

Zona Franca y Planta de Producción de Fertilizante Verde de ATOME Paraguay S.A.

Estudio de Impacto Ambiental y Social (EIAS)

Febrero de 2024

RESUMEN

5.0 Diagnóstico (Línea Base) 1
5.1 Definición de Áreas de Influencia 1
5.2 Medio Físico 5
5.2.1 Clima 5
5.2.1.1 Circulación Atmosférica 5
5.2.1.2 Clasificación Climática 9
5.2.1.3 Climatología del Paraguay y de la Zona de Influencia 10
5.2.1.4 Acontecimientos Extremos y Desastres Naturales 15
5.2.2 Recursos Hídricos Superficiales 19
5.2.2.1 Contexto de los Recursos Hídricos 20
5.2.2.2 Principales Características de los Recursos Hídricos Superficiales en el AII 24
5.2.2.2.1 Cauces de Aporte 24
5.2.2.2.2 Características Hidrológicas 26
5.2.2.2.3 Usos del Agua en el AII 30
5.2.2.3 Calidad del Agua Superficial 40
5.2.2.4 Principales Características Hidráulicas e Hidrológicas en el ADA 48
5.2.2.5 Calidad de los Sedimentos 49
5.2.3 Geología y Geotecnia 53
5.2.3.1 Geología 53
5.2.3.2 Geotecnia 59
5.2.4 Hidrogeología 62
5.2.5 Geomorfología 68
5.2.5.1 Tipos de Relieve 73
5.2.6 Suelos 75
5.2.7 Recursos Mineros 83
5.2.8 Calidad del Aire 86
5.2.8.1 Calidad del Aire en el AII 86
5.2.8.2 Calidad del Aire en el AID 89
5.2.9 Ruido 96
5.2.9.1 Metodología 96
5.2.9.2 Resultados de las Mediciones de los Niveles de Ruido Actuales 98
5.3 Medio Biótico 101
5.3.1 Vegetación y Flora 101
5.3.1.1 Área de Influencia Indirecta (AII) 101
5.3.1.2 Área de Influencia Directa (AID) 106
5.3.1.3 Área Directamente Afectada (ADA) 108

ATOME PLC

5.3.1.3.1 Metodología 109
5.3.1.3.2 Resultados 114
5.3.1.3.3 Mapeo y Cuantificación de la Cobertura Vegetal y uso de la Tierra en el Terreno 133
5.3.2 Fauna Terrestre 134
3.5.2.1 Objetivos 135
5.3.2.2 Área de Estudio 135
5.3.2.3 Métodos de Relevamiento 137
5.3.2.3.1 Avifauna 138
5.3.2.3.3 Mamíferos Terrestres 143
5.3.2.3.4 Murciélagos Insectívoros Aéreos 146
5.3.2.3.5 Análisis de Datos 149
5.3.2.4 Resultados 150
5.3.2.4.1 Avifauna 150
5.3.2.4.2 Herpetofauna 172
5.3.2.4.3 Murciélagos Insectívoros Aéreos 180
5.3.2.4.4 Mamíferos Terrestres Medianos y Grandes 191
5.3.3 Ictiofauna 204
5.3.4 Áreas de Interés para la Biodiversidad 209
5.3.4.1 Áreas Silvestres Protegidas (ASP) 209
5.3.4.2 Otras Áreas de Interés para la Biodiversidad 211
5.3.5 Análisis de hábitat crítico 212
5.3.5.1 Criterio 1 213
5.3.5.2 Criterio 2 222
5.3.5.3 Criterio 3 222
5.3.5.4 Criterio 4 223
5.3.5.5 Criterio 5 224
5.3.5.6 Conclusión del análisis 225
5.4 Medio Socioeconómico 226
5.4.1 Área de Influencia Indirecta 227
5.4.1.1 Datos Generales del Municipio 227
5.4.1.2 Demografía 228
5.4.1.3 Nivel Socioeconómico de la Población 231
5.4.1.4 Vivienda y Servicios Básicos 232
5.4.1.5 Aspectos Económicos 237
5.4.1.5.1 Tasas de Actividad, Ocupación y Desempleo de la Población Activa 237
5.4.1.5.2 Actividades Económicas Predominantes en el Área de Estudio 240
5.4.1.5.3 Actividad Pesquera 245
5.4.1.6 Servicios Públicos 247
5.4.1.6.1 Salud 247
5.4.1.6.2 Educación 250
5.4.1.6.3 Transporte 252
5.4.1.6.3.1 Transporte por Carretera 252
5.4.1.3.6.2 Transporte Fluvial 255
5.4.1.7 Organizaciones Sociales 267
5.4.1.8 Poblaciones Indígenas 267
5.4.1.9 Patrimonio Arqueológico y Cultural 272
5.4.1.9.1 Metodología del Estudio 272

ATOME PLC

5.4.1.9.2 Apreciaciones Generales – Contexto Histórico 272
5.4.1.9.3 Levantamientos de Campo 275
5.4.1.9.4 Resultados y Recomendaciones de Proceso 279
5.4.2 Área de Influencia Directa 280
5.4.2.1 Uso y Ocupación del Suelo 280
5.4.2.2 Establecimientos y Residencias Situados en el AID y Perfil Socioeconómico de los Residentes 284

ATOME PLC

5.0
Diagnóstico (Línea Base)

5.1
Definición de Áreas de Influencia

La delimitación de las áreas de influencia es un aspecto básico y estratégico en la realización de Estudios de Impacto Ambiental y Social. En la práctica, este procedimiento constituye la definición de las unidades espaciales de análisis adoptadas en los estudios, guiando no solo la elaboración del diagnóstico socioambiental (es decir, la delimitación de las áreas de estudio), sino también reflejando el alcance de los impactos ambientales y sociales potencialmente resultantes de la construcción y operación del proyecto (es decir, las áreas sujetas a cambios atribuibles al proyecto).

La delimitación de las áreas de influencia también determina los aspectos metodológicos que se aplicarán durante el desarrollo de los trabajos, ya que, para cada escala espacial identificada, se debe definir tanto la naturaleza de la información a recolectar como las herramientas a utilizar.

En términos prácticos, las áreas de influencia son las áreas que pueden verse afectadas directa o indirectamente, positiva o negativamente, por el proyecto en sus diversas fases, es decir, desde la planificación hasta la operación del proyecto.

En este estudio se definieron tres unidades de análisis:

- Área de Influencia Indirecta (AII), que es un área amplia donde los impactos indirectos del proyecto tienen alcance;
- Área de Influencia Directa (AID);
- Área Directamente Afectada (ADA).

La información de la AII está basada en datos secundarios, permitiendo comprender las interacciones del proyecto con el medio ambiente. Estos datos se complementaron con datos primarios recogidos en levantamientos de campo.

Toda la información ambiental básica se obtuvo de fuentes reconocidas, como agencias oficiales, universidades, instituciones nacionales, complementadas con trabajos de campo, como ya se mencionó anteriormente.

Al mismo tiempo, se desarrollaron bases de datos geo codificadas y se utilizó información geográfica para la adquisición, procesamiento, análisis, georreferenciación y presentación de datos espaciales. Esta herramienta fue clave en la evaluación integrada de los temas físicos, bióticos y socioeconómicos.

Los procedimientos metodológicos aplicados a la confección de productos cartográficos fueron comunes a todos los temas cubiertos en el estudio y siguen la normativa paraguaya (Resoluciones MADES N° 251/2018 y N° 135/2022). Para los mapas también se utilizaron datos e información secundaria proporcionada por agencias gubernamentales oficiales e

ATOME PLC

instituciones de pesquisa, así como información primaria recopilada directamente en el campo.

Las imágenes de satélite utilizadas fueron las disponibles en Google Earth Pro.

El Área de Influencia Indirecta (AII) es un área amplia potencialmente susceptible a los impactos indirectos resultantes de la planificación, construcción y operación del proyecto. Los impactos en el AII tienden a ocurrir en una forma geográfica y temporal más difusa, lo que implica efectos indirectos sobre las características del ambiente.

Para la Planta de ATOME, el AII se definió con dos cortes diferentes, uno para los Medios Físico y Biótico, y el otro para el Medio socioeconómico.

Para los Medios Físico y Biótico, se consideró como AII los límites de las áreas de drenaje de subcuencas hidrográficas de Unidades Hidrográficas reconocidas por el MADES. La elección de delimitar la AII a través de este factor geográfico, que también forma parte de la unidad de gestión del agua, se debe a que la cuenca es una unidad de integración de procesos que actúan sobre la superficie, cuyas características fisiográficas reflejan las condiciones de proceso intrínsecas a su dinámica.

Las Unidades Hidrográficas del Paraguay reconocidas de acuerdo con la Resolución SEAM Nº 376/12, se presentan con base en el estudio denominado Criterios Técnicos de Delimitación y Codificación de Cuencas del Paraguay (ANTÚNEZ, 2012), desarrollado en el marco del Proyecto Modernización del Sector de Agua y Saneamiento que ha delimitado y codificado la totalidad de cuencas del territorio nacional por el método Pfafstetter (Ottocodificación). Estas Unidades Hidrográficas son reconocidas por el MADES, Autoridad de Aplicación de la Ley N° 3239/07 “De los Recursos Hídricos del Paraguay”, como el espacio para la creación de los organismos de gestión de cuencas y planificación de los recursos hídricos.

Desde un punto de vista teórico, debe tenerse en cuenta que la cuenca se ha utilizado ampliamente como una categoría de análisis espacial, incluso para fines de planificación urbana y ambiental. A este respecto, los estudios de Horton (1945) sobre los parámetros de organización de las redes de drenaje (jerarquización); la Teoría Ecodinámica de Tricart (1977), que reconoce la cuenca como la base física del medio ambiente; además de las concepciones y enfoques sistémicos sobre la cuenca reconocidos en los estudios de Bertrand (1972), Strahler (1964), Sotchava (1978) y Christofoletti (1980). La delimitación basada en las cuencas también cumple con lo recomendado por el Artículo 3 de la Ley Nº 294/93, de Evaluación de Impacto Ambiental, que establece que toda Evaluación de Impacto Ambiental deberá contener, como mínimo:
...
c) Los límites del área geográfica a ser afectada, con una descripción física, biológica, socioeconómica y cultural, detallada tanto cuantitativa como cualitativamente, del área de influencia directa de las obras o actividades y un inventario ambiental de la misma, de tal modo a caracterizar su estado previo a las transformaciones proyectadas, con especial atención en la determinación de las cuencas hidrográficas;

En vista de lo anterior, se considera la Cuenca Arroyo Surubi’y, parte de la Unidad Hidrográfica Tebicuary Baja (Resolución SEAM Nº 376/12), como el límite del AII para los Medios Físico y

Biótico. Esta cuenca se encuentra en la parte norte de la Unidad Hidrográfica Tebicuary Baja, limitándose al noreste con la Cuenca Arroyo Pikyrysy, al este y sur-suroeste con la Cuenca Arroyo Paray y al oeste-noroeste con el río Paraguay. La Cuenca Arroyo Surubi'y tiene una superficie aproximada de 361 km^2 y cubre áreas de los Distritos de Villeta y Nueva Italia, pertenecientes al Departamento Central. La principal vía de acceso corresponde a la Ruta Villeta-Alberdi, además de la Hidrovía Paraguay-Paraná.

Para el Medio Socioeconómico, se consideró el límite administrativo del Municipio de Villeta como área de estudio para la línea de base. Sin embargo, los impactos sociales indirectos de este proyecto pueden tener un alcance más difuso e ir más allá de esta área de influencia.

El Área de Influencia Directa (AID) para todos los medios fue definida como un buffer de 1 km de radio alrededor del área de la Planta, que incluye la Subestación Buey Rodeo y la línea de transmisión que suministrará energía al proyecto. También se consideran la franja de 1 km (500 m para cada lado del eje) alrededor de las tuberías de agua y efluentes, el acceso entre la planta y el puerto de exportación y otros accesos que se utilizarán durante la construcción y en la operación.

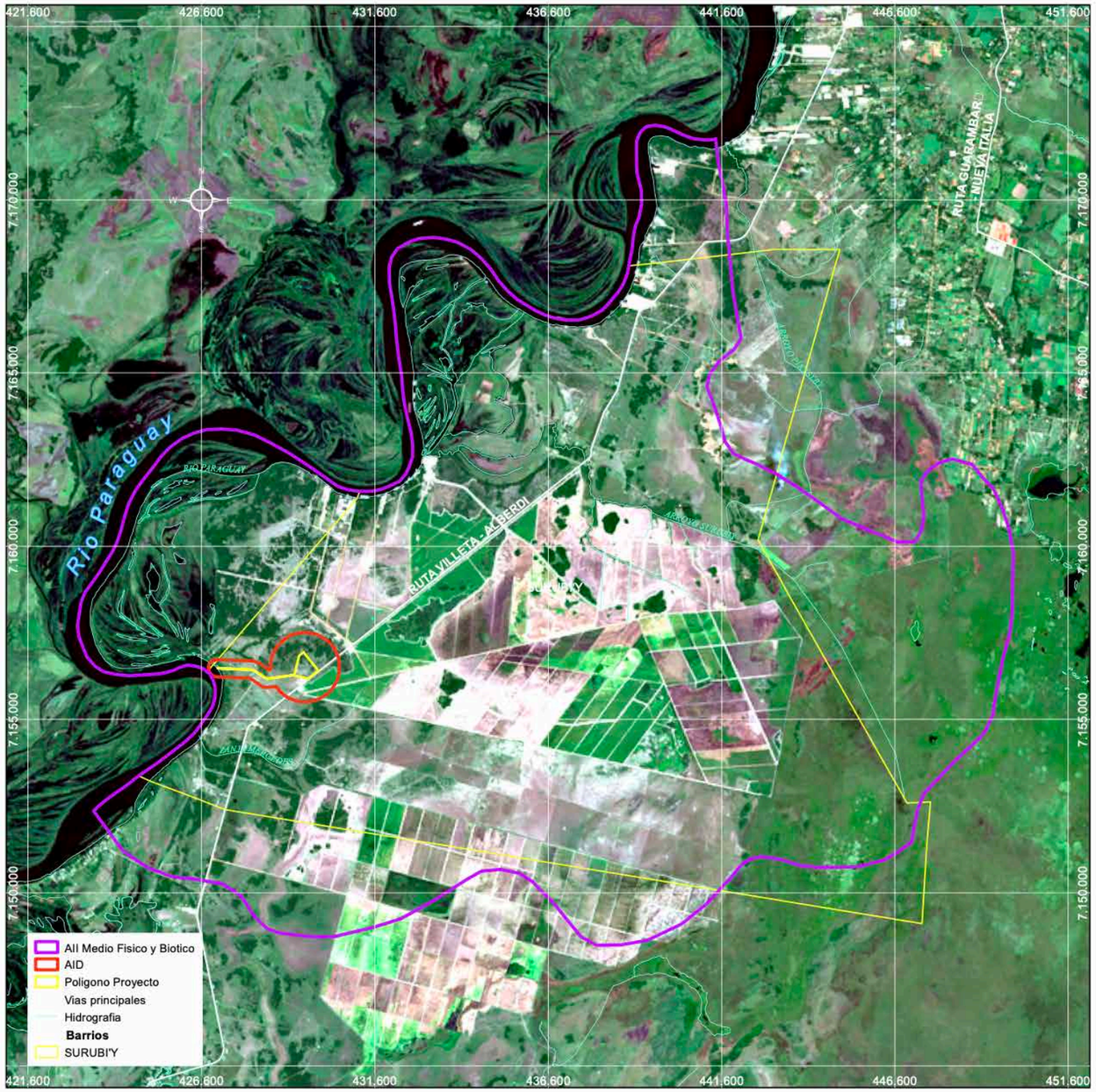
El Área Directamente Afectada (ADA) constituye el terreno de la Planta, con superficie de 30 ha, la toma de agua y las franjas de servidumbre de la LT (de 3.30 ha o 33,000 m^2) y de las tuberías (de 1.15 ha o 11,500 m^2).

Las áreas de influencia se muestran en el **Mapa 5.1.a** a continuación.

ATOME PLC

Mapa 5.1.a - Mapa de Áreas de Influencia

ATOME	Zona Franca y Planta de Producción de Hidrógeno, Amoniaco y Fertilizante Verdes de ATOME Paraguay S.A. Estudio de Impacto Ambiental y Social (EIAS)	5.1.a - MAPA DE ÁREAS DE INFLUENCIA





Carátula Juridica Legal

Proponente:	ATOME PARAGUAY S.A.
Lugar:	Puerto Sara
Localidad:	Central - Villeta
Distrito:	Villeta
Padrón:	16490
Superficie Total:	30 ha
Superficie a construir:	20 ha
Elaboración:	ATOME PARAGUAY S.A.
Fecha de Impresión:	27/10/2023

Fuente Cartográfica

Proponente, DGEEC 2012
2023

Parámetros Cartográficos

Proyección UTM
Elipsoide WGS 84
Zona 21 J
Escala 1:125.000

5.2
Medio Físico

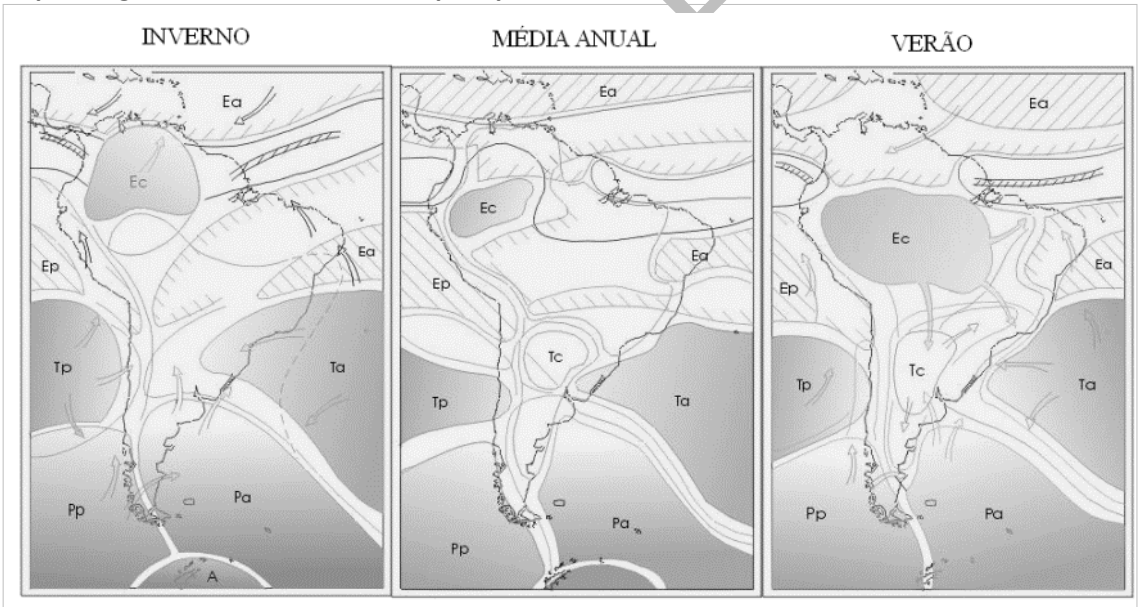
5.2.1
Clima

5.2.1.1
Circulación Atmosférica

Climatología Sudamericana

La climatología sudamericana se caracteriza por la forma, posición y tamaño del continente. Su extensión territorial en dirección Norte-Sur, de latitudes bajas a altas, así como su posición entre los océanos Pacífico y Atlántico Sur, hacen que su definición climática sea muy compleja, siendo afectada por varias masas de aire, como se ejemplifica en la **Figura 5.2.1.1.a**, a continuación.

Figura 5.2.1.1.a
Esquema general de masas de aire que operan en América del Sur



Ea: Ecuatorial Atlántico; Ec: Ecuatorial Continental; Ta: Tropical Atlántico; Tc: Tropical Continental; Pa: Polar Atlántico; Ep: Ecuatorial Pacífico; Tp: Tropical Pacífico; Pp: Polar Pacífico.
Fuente: Sant´Ana Neto (2005).

Se caracteriza por la presencia de los Andes, que se extiende sur-norte desde Venezuela hasta el Cabo de Hornos, así como por dos anticiclones casi estacionarios, uno en el Atlántico Sur (ASAS) y uno en el Pacífico Sur (ASPS), de los cuales depende la penetración de las masas de aire en el continente, que definen las características climatológicas locales, aliadas a los factores meso y microescala.

La cordillera de los Andes impide que las masas de aire tropical provenientes del Océano Pacífico ingresen al continente. La excepción es cuando las masas de aire polar llegan al interior del continente a través de Argentina, donde la cordillera presenta altitudes más bajas.

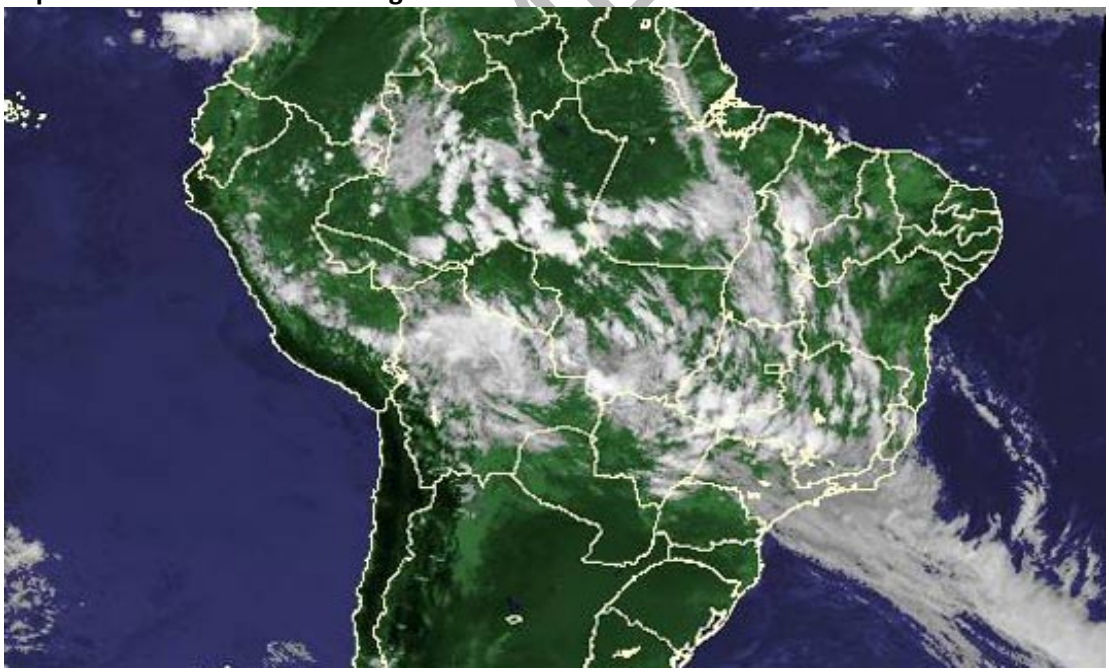
Estas masas de aire llegan relativamente secas como resultado de la pérdida de humedad debido al enfriamiento adiabático, cuando son forzadas a subir por la cordillera a barlovento, en Chile, cruzando después la Patagonia.

El Anticiclón Subtropical del Atlántico Sur (ASAS) es un sistema semi estacionario que permanece durante todo el año, presentando variaciones en su posición y alcance espacial. En enero, ejerce influencia principalmente en la región oriental del continente. Su circulación genera, con la excepción de la Amazonía occidental, vientos regionales predominantes en la dirección E-NE. Presenta un alto índice de humedad debido a la evaporación oceánica, haciéndolo húmedo y caliente, debido también a la alta incidencia de la radiación solar.

El Anticiclón Subtropical del Pacífico Sur (ASPS) no actúa directamente sobre el continente debido al bloqueo causado por la Cordillera de los Andes. Su circulación atmosférica es inducida por la dirección de la Cordillera, haciendo que el aire frío siga también en dirección Sur-Norte que, aliado a la circulación de la corriente marina fría de Humboldt, establece un alto grado de estabilidad y ausencia de precipitaciones en la costa este del continente.

La Zona de Convergencia del Atlántico Sur (ZCAS) (**Figura 5.2.1.1.b**) es un sistema típico de verano del Hemisferio Sur, caracterizado por una banda de nubosidad orientada en dirección NO-SE, actuando en la región centro-sur de la Amazonia, centro-oeste y sureste de Brasil.

Figura 5.2.1.1.b
Representación de ZCAS en imágenes satelitales



Fuente: Google. Nota: La ZCAS está representada por la línea de nebulosidad orientada en la dirección NO-SE.

Las anomalías positivas de la temperatura superficial del mar (TSM) en el Atlántico Sur tienden a intensificar el ZCAS, mientras que las anomalías negativas disminuyen su influencia. Sin embargo, cuando la ZCAS es intensificada, la TSM sufre una anomalía negativa debido al aumento de la nubosidad, lo que debilita a ZCAS, estableciendo así un esquema de *feedbacks* positivos y negativos, que naturalmente tienden al equilibrio.

Baja del Chaco se encuentra sobre la región del Chaco paraguayo-boliviano y se forma debido al calentamiento continental durante el verano. Es un sistema de baja presión formado por la temporada de avenida ascendente que presenta convergencia de aire en las regiones circundantes a niveles bajos.

El Anticiclón Polar es una masa de aire frío que se origina en el continente Antártico, con circulación en sentido contrario a las manecillas del reloj y vientos divergentes en superficie, originando en estas regiones la llamada masa de aire polar. En su origen, presenta características de estabilidad, por ser fría y seca. Sin embargo, después de atravesar territorios de latitudes más bajas, absorbiendo calor y humedad, comienza a presentar características inestables.

Esta masa también se denomina Anticiclón Polar Migratorio (APM), que invade el continente con cierta frecuencia y trayectoria predominante SW-NE, pero sufre influencia tanto por el ASAS como por el ASPS, dependiendo de la estación del año en el hemisferio sur.

Una de las posibles trayectorias del APM transcurre por el interior del continente, entre la cordillera de los Andes y el Macizo Brasileño, conduciendo la masa de aire frío a través del Paraguay, Mato Grosso/BR hacia la Alta Amazonía, provocando caídas bruscas de temperatura.

Hay también dos tipos de fenómenos, estos entre los Sistemas Convectivos a Meso escala: las Líneas de Inestabilidad (IT) y los Complejos Convectivos a Meso escala (CCM). Las IT son depresiones barométricas en forma de líneas alargadas, formadas sobre los estados de Pará y Amazonas como resultado del ciclo de calentamiento diurno. Tendiendo a la etapa de madurez, se desplazan hacia las regiones sur y sureste, y dependiendo de la fuerza de formación de las IT, éstas pueden provocar fuertes lluvias y tormentas de corta duración, acompañadas de ráfagas de vientos que pueden llegar hasta los 90 km/h.

Por último, es importante señalar que el régimen de lluvias del continente está fuertemente influenciado por la ocurrencia del fenómeno "*El niño*" (**Figura 5.2.1.1.c**) que se asocia con la fase negativa de la Oscilación del Sur (ENOS). *El niño* representa una anomalía térmica positiva en el TSM del Océano Pacífico durante el verano del hemisferio sur, mientras que la Oscilación del Sur se caracteriza por una fluctuación en la presión del nivel del mar, observada entre las regiones de Indonesia y el Océano Pacífico Oriental. Este fenómeno tiene una duración media, desde el calentamiento hasta el enfriamiento, de 12 a 18 meses, comenzando generalmente a principios de año, alcanzando su máximo alrededor del mes de diciembre. Su recurrencia ocurre en períodos de dos a siete años, pero sin un patrón definido.

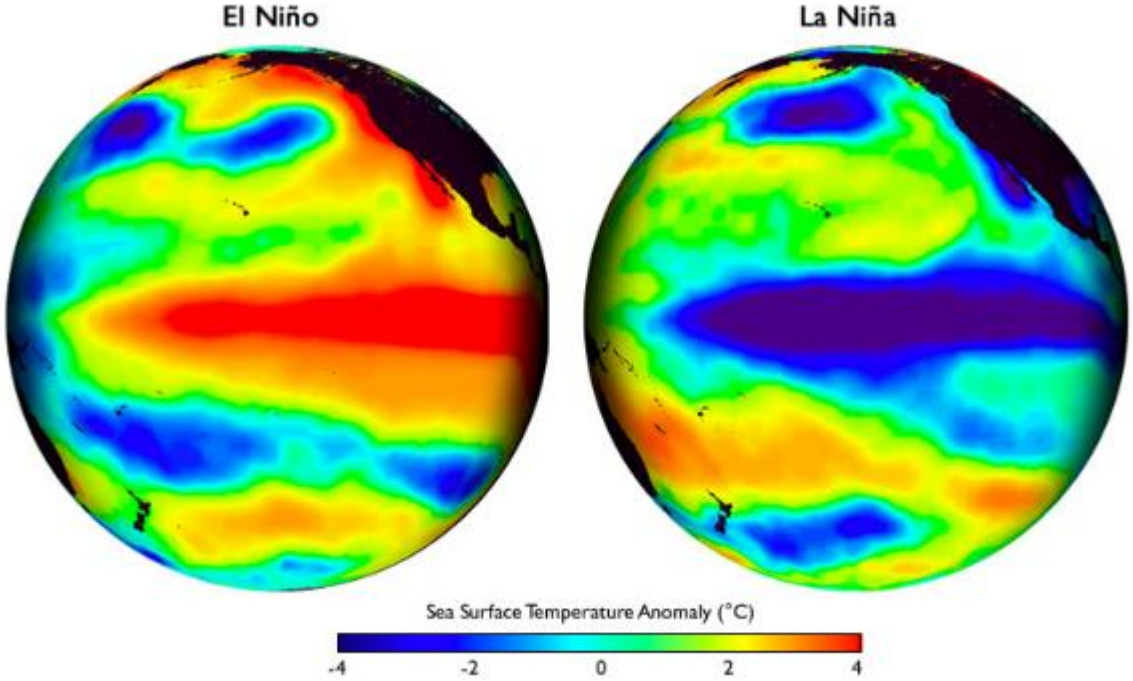
Durante la ocurrencia de *El niño* los índices de precipitaciones en Paraguay son fuertemente alterados, especialmente durante la primavera y el otoño, donde los índices de precipitaciones pueden duplicarse. Ante la ocurrencia de *La niña* el impacto se invierte y los índices de precipitación se alteran fuertemente hacia abajo, generando ya sea inundaciones o sequías severas. Según información del Banco de Desarrollo de América Latina (CAF), *El niño* aumenta considerablemente las precipitaciones en Paraguay, por ejemplo, al duplicar el volumen del río Paraná.

La Dirección de Meteorología e Hidrología de Paraguay (DHM) ha evaluado varios estudios sobre la relación entre *El Niño* y la precipitación en el país que mostraron una fuerte relación,

ATOME PLC

resultando en afectación en la temporada de lluvias, especialmente en la región oriental donde se ubica el proyecto propuesto, especialmente entre octubre y marzo, siendo cierto lo contrario, con una fuerte disminución de las precipitaciones durante los acontecimientos de *La niña*. Los estudios también enseñan que, durante acontecimientos fuertes de *El niño*, como los de 1982-1983 y 1997-1998, el incremento de las precipitaciones osciló entre 400 mm y 800 mm, alcanzando un excedente de más de 1.000 mm.

Figura 5.2.1.1.c
Representación de la temperatura del mar durante *El niño* y *La niña*



Fuente: Adaptado de NOAA *Education Resources*. Texto del subtítulo: Anomalía de la temperatura de la superficie del mar (traducción libre).

La **Tabla 5.2.1.1.a** presenta un historial de la ocurrencia del fenómeno, así como de su inverso, conocida como *La niña*.

Tabla 5.2.1.1.a
Historial de ocurrencia del *El Niño* y *La Niña* y respectivas intensidades

El Niño	La Niña
1895-1896	1892-1893
1896-1897	1893-1894
1899-1900	1903-1904
1902-1903	1906-1907
1904-1905	1908-1909
1905-1906	1909-1910
1911-1912	1910-1911
1913-1914	1916-1917
1914-1915	1917-1918
1918-1919	1924-1925
1919-1920	1933-1934
1925-1926	1937-1938

Tabla 5.2.1.1.a
Historial de ocurrencia del *El Niño* y *La Niña* y respectivas intensidades

El Niño	La Niña
1930-1931	1938-1939
1939-1940	1942-1943
1940-1941	1949-1950
1941-1942	1954-1955
1951-1952	1955-1956
1952-1953	1967-1968
1957-1958	1970-1971
1963-1964	1973-1974
1965-1966	1975-1976
1968-1969	1988-1989
1969-1970	1998-1999
1972-1973	1999-2000
1976-1977	2007-2008
1979-1980	2010-2011
1982-1983	201-2018
1986-1987	-
1987-1988	-
1991-1992	-
1992-1993	-
1997-1998	-
2002-2003	-
2006-2007	-
2009-2010	-
2015 - 2016	-

Fuente: CPTEC / INPE.
Débil/ Moderado /Fuerte

5.2.1.2
Clasificación Climática

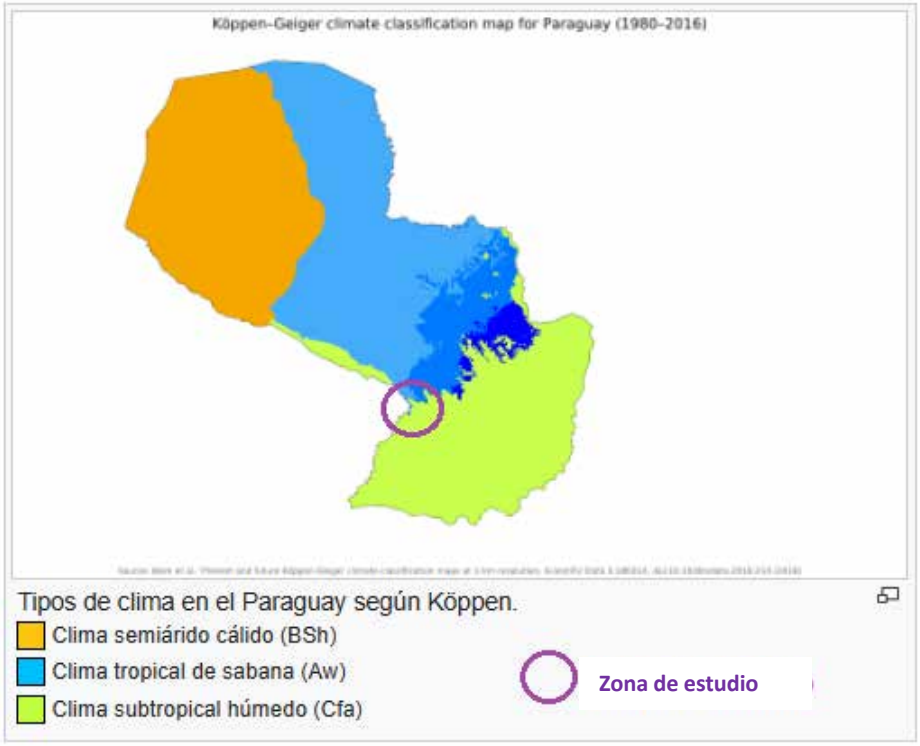
La clasificación climática del área de influencia se basó en la metodología Koppen-Geiger, que es uno de los sistemas de clasificación climática más utilizados en la actualidad. Fue propuesto en 1900 por Wladimir Koppen y actualizado por Rudolph Geiger, basándose en el supuesto de que la vegetación natural de cada región de la Tierra es la expresión del clima que prevalece en ella.

Este sistema divide el clima en cinco grupos principales, que representan cinco de las asociaciones más relevantes de vegetales y abarcan 11 tipos de clima más importantes, así como los tipos y subtipos. Cada clima está representado por un conjunto de dos o tres letras. La primera letra, mayúscula, denota la característica general del clima e indica el grupo climático, que va desde la "A" hasta la "E" del Ecuador hacia los polos. La segunda letra, en minúsculas, indica el tipo climático dentro del grupo y señala las características específicas del régimen de lluvias, como la cantidad y la distribución. La tercera letra, también en minúsculas, muestra la temperatura media mensual del aire de los meses más calurosos, o la temperatura media anual del aire, siempre que el grupo climático sea "B".

ATOME PL

La zona del Proyecto se clasifica según el clima como Cfa, aunque puede existir una transición, a norte, para el clima Aw (**Figura 5.2.1.2.a**).

Figura 5.2.1.2.a
Clasificación climática de Koppen-Geiger para el Paraguay



Fuente: Adaptado de Peel *et al*. (2021).

La letra mayúscula "C" representa el clima húmedo meso térmico de las latitudes promedios, con inviernos suaves y temperaturas promedios del mes más frío entre 3ºC y 18ºC. La letra minúscula "f" se refiere al tipo sazonado húmedo. El tipo climático "Cf" se caracteriza por lluvias uniformemente distribuidas a lo largo de todo el año, sin una estación seca clara, con la altitud de lluvia del mes más seco superior a 30 mm. El tipo climático "Cfa", subtropical, además de las definiciones conjuntas ya presentadas anteriormente, se caracteriza por un verano caluroso, en el que la temperatura promedio del mes más caluroso se mantiene por encima de los 22ºC.

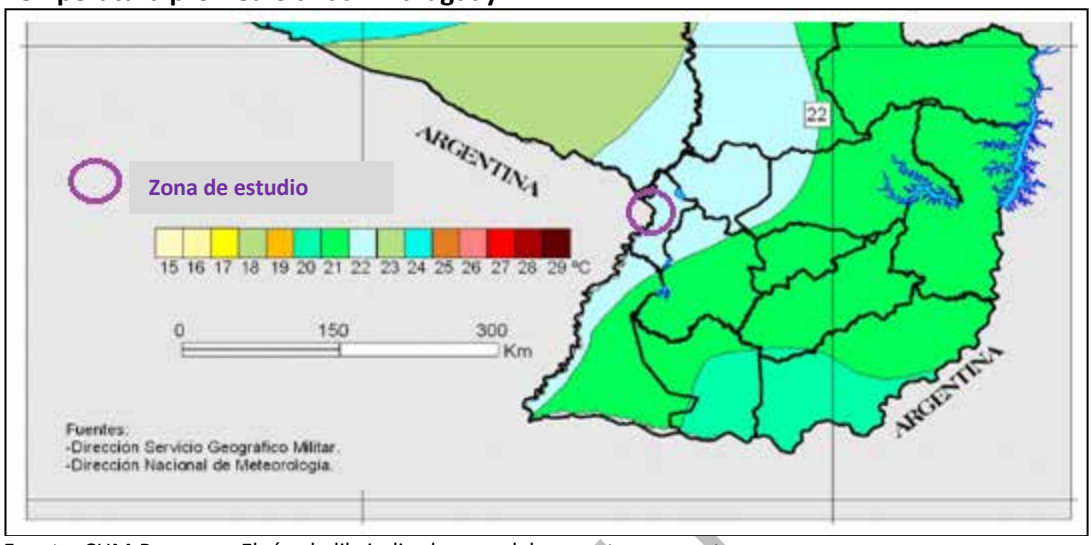
5.2.1.3
Climatología del Paraguay y de la Zona de Influencia

Según el Atlas de Riesgo de Desastres de la República del Paraguay (SEN, 2018) el verano es caluroso y lluvioso y el invierno es frío y seco, con dos estaciones bien definidas, una seca y otra lluviosa. La topografía predominantemente plana permite la entrada tanto de masas de aire caliente ecuatoriales provenientes de la región norte, como la Amazonía brasileña, cuanto de masas frías advenidas de la región polar.

La temperatura promedio anual ronda 22ºC (**Figura 5.2.1.3.a**) con amplitud de 10ºC. Durante el verano las temperaturas son bastante altas y pueden superar los 40ºC en algunas regiones,

con un promedio de 27ºC y una humedad relativa de alrededor del 80%. Durante el invierno y la primavera las temperaturas son suaves con promedios de 17ºC.

Figura 5.2.1.3.a
Temperatura promedio anual - Paraguay



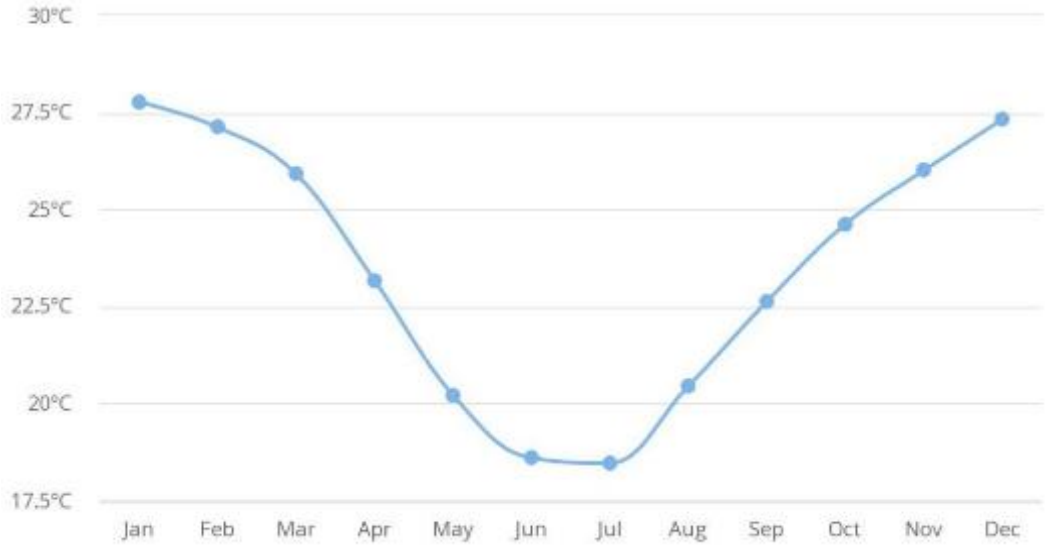
Fuente: CHM-Paraguay. El círculo lila indica la zona del proyecto propuesto.

La **Figura 5.2.1.3.b** enseña la temperatura promedio mensual en Paraguay para el período de 1901 a 2016 con datos del Portal de Conocimiento del Cambio Climático del Banco Mundial. Es evidente la caracterización de dos estaciones, una cálida y otra lluviosa, siendo registrada la más alta en enero y la más baja en julio.

El período de lluvias ocurre entre la primavera y el verano y la estación seca entre el otoño y el invierno. Los meses más secos son julio y agosto, mientras que los meses lluviosos ocurren entre octubre y febrero. Las lluvias, durante el verano, tienden a ser torrenciales y mal distribuidas espacialmente. Mientras la región sudeste y sureste del país presenta la precipitación promedio anual entre los 1,600 mm y los 1,800 mm, donde se ubica el proyecto (**Figura 5.2.1.3.c**), en el Noroeste, el promedio anual es de unos 600 mm, lo que se debe principalmente a la distancia del océano.

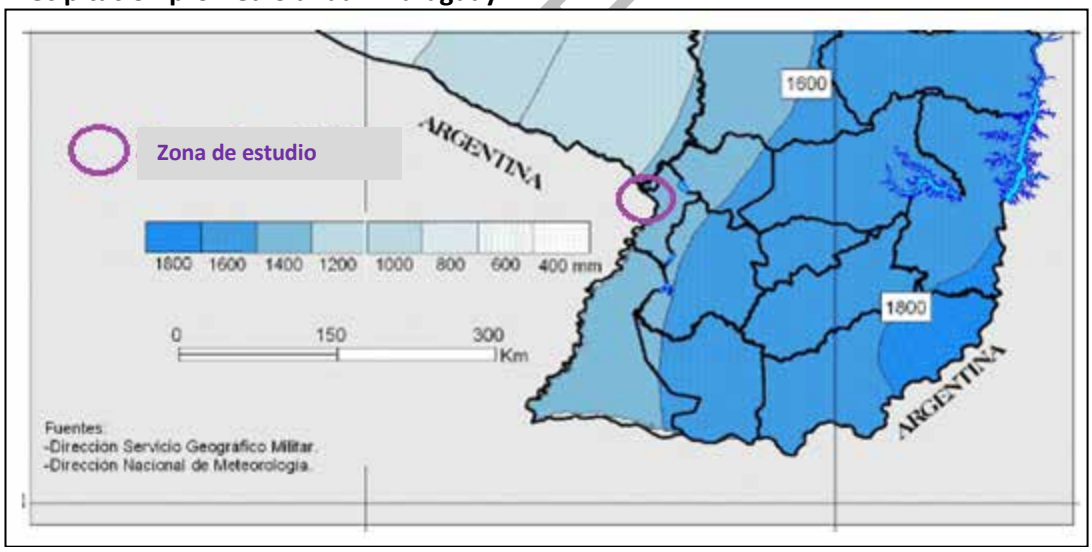
ATOME

Figura 5.2.1.3.b
Temperatura promedio mensual - Paraguay (1901 - 2016)



Fuente: Portal del Conocimiento sobre el Cambio Climático / Banco Mundial.

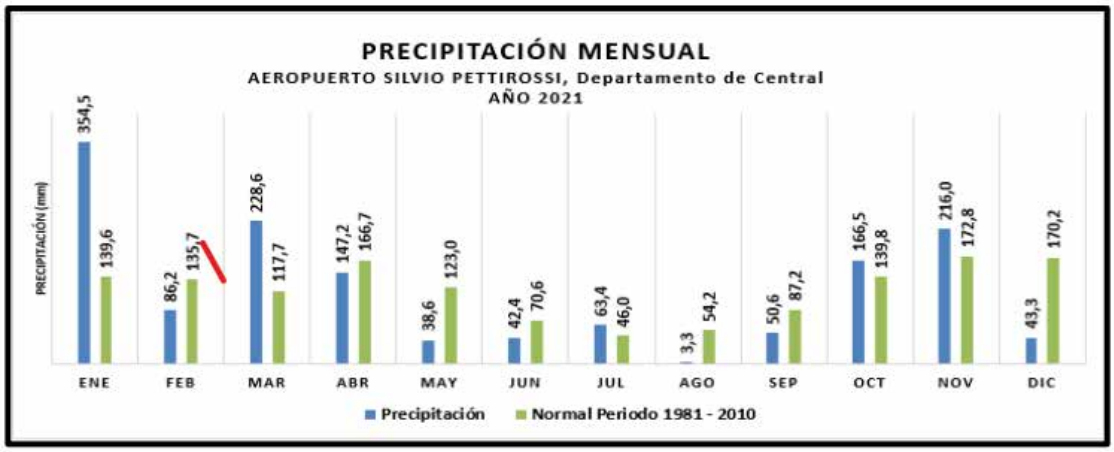
Figura 5.2.1.3.c
Precipitación promedio anual - Paraguay



Fuente: CHM-Paraguay. El círculo lila indica la zona del Proyecto propuesto.

La **Figura 5.2.1.3.d** presenta la precipitación mensual promedio para la estación Aeropuerto Silvio Pettirossi (Luque), ubicada a 54 km del área del proyecto, sirviendo como referencia climática para la zona propuesta, según los dictados de la OMM.

Figura 5.2.1.3.d
Precipitación promedio mensual - Paraguay (1981-2010) (mm)

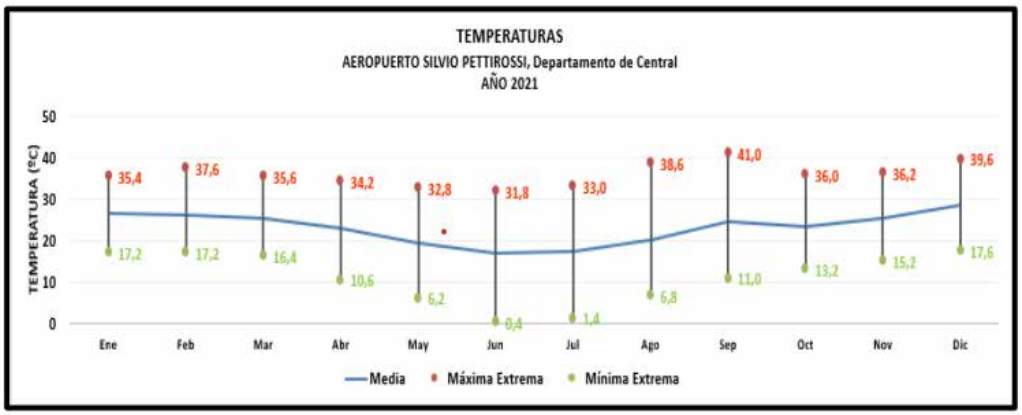


Fuente: Dirección Meteorológica Nacional – Anuario Climatológico, 2021.

Los datos muestran para los meses entre julio y agosto, que la precipitación es inferior a 60 mm, lo que refleje los meses más secos. Los meses más lluviosos son noviembre y diciembre, cuando los promedios son superiores a 170 mm.

En comparación con los datos de temperatura (**Figura 5.2.1.3.e**), se observa para la estación del Aeropuerto, que las mínimas ocurren entre mayo y agosto, cuando los valores son inferiores a 20 ºC y los extremos pueden alcanzar valores cercanos a 0º. De otro lado, el período más cálido ocurre entre diciembre y febrero, pero con un pico en el inicio de la primavera.

Figura 5.2.1.3.e
Precipitación total acumulada mensual y la normal mensual, periodo 1981-2010 (ºC)



Fuente: Dirección Meteorológica Nacional – Anuario Climatológico, 2021.

En cuanto al régimen de vientos, durante el verano predominan los vientos cálidos y húmedos del noroeste. En invierno, los vientos predominantes son frescos y provienen de la región sur, impulsados por el anticiclón del Atlántico Sur. En general, la velocidad del viento rara vez supera los 70 km/h. Agosto (11.4 km/h), Septiembre (14.3 km/h) y Octubre (12.0 km/h) son los meses que presentan la intensidad más grande de los vientos en la región, siendo lo mismo observado para los máximos registrados. Febrero (8.7 km/h), Marzo (8.2 km/h) y Mayo (8.6

ATOME PLC

km/h) son los meses con valores más bajos. En el que se refiere al comportamiento anual, se verifica que los máximos promedios son de 61.1 km/h y los promedios normales de 10.3 km/h.

Tabla 5.2.1.3.a
Comportamiento de los vientos promedios en la estación Aeropuerto Silvio Pettirossi (km/h)

Meses	Viento	
	Velocidad Media	Velocidad Máxima
Enero	10.00	44.40
Febrero	8.70	37.00
Marzo	8.20	29.60
Abril	9.20	37.00
Mayo	8.60	31.50
Junio	9.40	33.30
Julio	9.70	61.10
Agosto	11.40	37.00
Septiembre	14.30	46.30
Octubre	12.,00	51.90
Noviembre	10.90	48.20
Diciembre	11.10	18.50
Anual	10.30	61.10

Fuente: Dirección Meteorológica Nacional – Anuario Climatológico, 2021.

Sin embargo, ocasionalmente hay huracanes con vientos que superan los 160 km/h que, cuando ocurren en la región de la llanura, pueden evolucionar en formaciones de tornados. Según Iensse (2018), la región presenta los elementos esenciales para la formación de tornados por el encuentro de masas de aire caliente y seco; aire caliente y húmedo; y aire frío, junto con la acción de corrientes de chorro caliente y húmedo en niveles bajos y corrientes además de chorro subtropicales en niveles altos.

Iensse (2018) observó una fuerte tendencia de acontecimientos tornádicos cuando da ocurrencia del fenómeno *La niña* y luego en años neutrales. De los países de la Zona de Tornado Sudamericana: Brasil, Paraguay, Argentina y Uruguay, Paraguay presenta el menor número de ocurrencias con nueve casos registrados entre 1959 y 2018.

Dentro de los sistemas atmosféricos que más propician las condiciones meteorológicas para la formación de tornados, Iensse (2018) señala que el desempeño del Frente Polar Atlántico (FPA) es el principal de ellos, ya que su pasaje produce discontinuidades barométricas, térmicas, higrométricas y anemométricas, lo que resulta en una fuerte inestabilidad atmosférica.

Por último, todavía según Iensse (2018), el otoño es la estación que concentra la mayor parte de los tornados en Paraguay, seguido por el verano y, por fin, la primavera. La **Figura 5.2.1.3.f** indica el lugar de ocurrencia y a qué sistemas atmosféricos se relacionaban los tornados registrados.

ATOME PLC

Figura 5.2.1.3.f
Tornados registrados en Paraguay por Sistema Meteorológico (1959 - 2018)



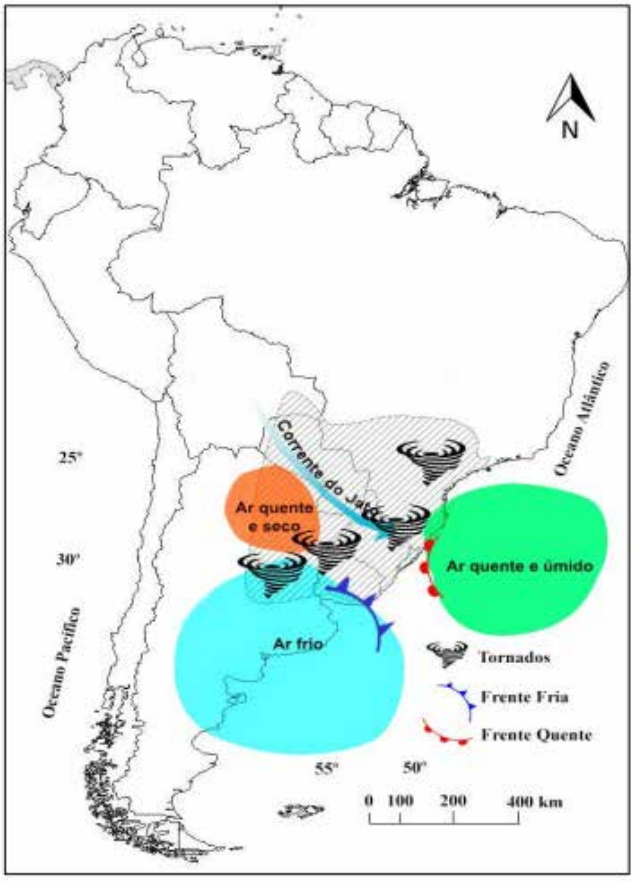
Fuente: Iensse (2018). El círculo rojo señala el área del proyecto propuesto.
Naranja - Cavada
Púrpura - Frente Polar Atlántico
Gris - Masa Tropical Continental

ATOME PLC

5.2.1.4
Acontecimientos Extremos y Desastres Naturales

Según el Plan Nacional de Implementación del Marco Sendai (SEN, 2018), el territorio de Paraguay se encuentra en la Zona de Tornados Sudamericana, como indica la **Figura 5.2.1.4.a**. Es una región donde se desarrollan importantes fenómenos convectivos que generan tormentas severas y tornados siendo, aun así, una de las zonas donde más se ocurren descargas atmosféricas en el mundo.

Figura 5.2.1.4.a
Corredor de tornados de Sudamérica



Fuente: Iensse (2018).

En Paraguay, la Secretaría de Emergencia Nacional (SEN) es el organismo responsable de la gestión y reducción del riesgo, y entre los acontecimientos extremos analizados y monitoreados por el gobierno se mencionan: déficit hídrico; heladas; incendios forestales; tormentas severas e inundaciones que pueden ocurrir por exceso de precipitaciones, desbordamiento del cauce del río o en combinación. Los acontecimientos más recientes y significativos se refieren a las inundaciones ribereñas y urbanas y las sequías. Entre 1980 y 2015, Paraguay registró más de 1,600 acontecimientos climáticos extremos, fenómenos naturales recurrentes que afectaron a más de 1.1 millones de personas generando impactos socioeconómicos y ambientales.

Los acontecimientos de inundación se encuentran entre los mayores flagelos para la población paraguaya, tanto indígenas como no indígenas, afectando a la población de manera recurrente a lo largo de los años y su causa principal es natural. Considerando la ubicación geográfica del Paraguay, plenamente insertado en la Cuenca del Río de la Plata, se ha establecido su relación intrínseca con los principales ríos de la cuenca: Paraguay y Paraná. El río Paraguay presenta una variación entre su temporada de avenida y temporada de sequía bastante lenta a lo largo de todo el trazado y sólo registra una temporada de avenida e de sequía por año, siendo la temporada de avenida, entre los meses de junio y julio, y la temporada de sequía entre los meses de diciembre y febrero. Es de destacar que la temporada de avenida es mucho mayor que el promedio cuando ocurre el fenómeno El Niño. La temporada normal de lluvias en la

ATC - PLC

región oriental, donde se ubica el proyecto propuesto y es más susceptible a acontecimientos extremos, ocurre entre octubre y mayo, con máximos registrados entre octubre y noviembre. Entre los acontecimientos de inundación, los urbanos, que ocurren repentinamente debido a las lluvias intensas y de corta duración, son los más relevantes debido a las pérdidas y daños causados por la concentración de la población.

La causa principal de los incendios forestales es antropogénica, ya sea accidental, intencionada o por negligencia, mientras que los incendios forestales que se inician por causas naturales tienen las descargas atmosféricas como su principal causante. Dado que la región es una de las más afectadas por las descargas atmosféricas en el mundo, los incendios naturales se presentan como un problema importante.

Las tormentas o tempestades severas son formadas por el desarrollo vertical de nubes del tipo *cumulonimbus* cuando llegan los frentes fríos. Son una amenaza climática permanente y un riesgo constante para la población paraguaya, así como para toda la infraestructura del país, como las líneas de transmisión. Las tormentas ocurren con mayor frecuencia en dos períodos del año, en septiembre, octubre y parte de noviembre, así como en marzo, abril y parte de mayo. Los fenómenos meteorológicos más recurrentes fomentados por las tormentas severas son las lluvias intensas que pueden generar inundaciones repentinas, especialmente en zonas urbanas y ribereñas; granizadas; tormentas eléctricas; tornados y ráfagas de fuertes vientos, especialmente las ráfagas descendentes cuyos vientos pueden superar la velocidad de 200 Km/h.

La **Tabla 5.2.1.4.a** presenta una historia de los acontecimientos climáticos extremos más impactantes desde 1926.

Tabla 5.2.1.4.a
Cronología de acontecimientos extremos

Año de Ocurrencia	Tipo	Impactos	Notas
1926	Tornado	Más de 300 muertos y 500 heridos en Itapuá.	Vientos de 267 a 322 km/h.
1982-1983	Inundaciones	Más de 60,000 personas afectadas. Máximos históricos de los ríos Paraguay y Paraná.	9.01 m de altura en Asunción.
1992	Inundación	Más de 70,000 personas afectadas.	El río Paraguay alcanza los 8.55 m en Asunción.
1997-1998	Inundación	Más de 80,000 personas afectadas.	El río Paraguay alcanza los 7,19 m en Asunción.
1998	Tormenta Severa	Tres muertos; edificios dañados; servicios básicos afectados.	Vientos de 114 km/h.
1999	Sequía	Afectación de San Pedro y Concepción.	La SEN ha entregado alimentos a 20,000 familias durante cuatro meses.
2007	Incendios Forestales	Alrededor de 5.000 brotes de incendios; contaminación ambiental.	San Pedro, Concepción y Canindeyú.
2008	Tormenta Severa	Dos muertos y varios heridos.	Caída de barreras, líneas de transmisión y árboles.

ATOME PLC

Tabla 5.2.1.4.a
Cronología de acontecimientos extremos

Año de Ocurrencia	Tipo	Impactos	Notas
2008-2009	Sequía	El PIB descendió un 4.2% en el primer trimestre de 2009.	Alrededor de 40,000 familias necesitaban asistencia del gobierno.
2012	Sequía	Más de 47,000 familias necesitaban asistencia del gobierno.	Guairá; Caaguazú Caazapá Itapuá Misiones; Paraguaná; Canindeyú Presidente Hayes y Boquerón.
2012	Tormenta Severa	Cuatro muertos; una persona con muerte cerebral; más de 80 heridos y 1,200 familias afectadas.	Mariano Roque Alonso y Loma Pytâ.
2013	Sequía	Alta tasa de mortalidad del ganado; más de 8,000 familias afectadas; Más de 15,000 familias indígenas afectadas.	Chaco; R. oriental.
2014	Incendios Forestales	10 días de llamas en la Reserva Nacional Ypacaraí. 4.500 ha destruidas;	Daño al ecosistema.
2014	Tornado	Destrucción de cultivos y daños estructurales.	Vientos de 116 a 179 Km / h en Santa Rita.
2014 - 2016	Inundaciones	45,000 familias afectadas en Concepción, San Pedro, Misiones, Central, Ñeembucú, Presidente Hayes y Asunción.	El río Paraguay alcanza 7.88 m en la capital.
2015	Tornado	Dos muertos y algunos heridos. Daño estructural y cultivos destruidos, caída de árboles y mortalidad animal.	Horqueta y Loreto.
2016	Incendios Forestales	50 ha afectados y daños ambientales menores.	Reserva Ybyturuzu.
2017	Incendios Forestales	2,000 ha afectados y alrededor de 10 residencias.	Parque Nacional Cerro Corá.
2017	Tornado	Dos personas muertas y varias heridas. Más de 15 casas destruidas.	San Javier e Ibáñez Rojas.
2017	Tormenta Severa	40 familias afectadas y 26 personas heridas.	Vientos de más de 200 km/h en Neuland.
2017	Tormenta Severa	15 divisiones afectadas; personas lesionadas; estructuras dañadas y caída de árboles.	Vientos de más de 100 km/h en el R. oriental y Hayes.
2017	Tormenta Severa	Residencias desplazadas y cortes de electricidad.	Vientos de más de 100 km/h en Alto Paraná.
2018	Fuga de Cloro	En Carmen del Paraná. Fuga en planta de tratamiento de agua potable.	Un muerto. Cientos de evacuados.

Fuente: Atlas de Riesgos de Desastres en la República del Paraguay, 2018.

El Plan Nacional de Implementación del Marco Sendai (SEN, 2018) incluye el mapeo de los riesgos y amenazas a los que están sometidas las zonas de la República del Paraguay. De esta manera, fue posible evaluar el local propuesto para el proyecto, Villeta, Departamento Central, y las clases de amenazas y riesgos para el Distrito.

ATOME PLC

Según la fuente mencionada, por "amenaza" se entiende la probabilidad de que un acontecimiento natural o antrópico se materialice y ocurra en un determinado tiempo y lugar. Es un factor físico externo y su ocurrencia es potencialmente peligrosa. Por "riesgo" se entiende la magnitud estimada de las pérdidas (vidas, bienes, medio ambiente o actividades económicas) además de los bienes y servicios afectados en un lugar determinado durante un tiempo determinado, para una amenaza específica.

La información sobre los riesgos y amenazas a los que están sujetos el Distrito de Villeta está presente en la **Tabla 5.2.1.4.b**.

Tabla 5.2.1.4.b
Amenaza a los acontecimientos extremos para el Distrito de Villeta – Departamento Central

Amenazas		Riesgo	
Déficit Hídrico	Media	**Déficit Hídrico**	Media
Inundación (precipitación excesiva)	Media	**Inundación (precipitación excesiva)**	Baja
Inundación (desbordamiento)	Media	**Inundación (desbordamiento)**	Baja
Inundación (conjunta)	Baja	**Inundación (conjunta)**	Baja
Heladas	Media	**Heladas**	Media
Incendios Forestales	Alta	**Incendios Forestales**	Baja
Tormenta Severa	Alta	**Tormenta Severa**	Alta

Fuente: Atlas de Riesgo de Desastres de la Republica de Paraguay. (SEN, 2018).

El análisis de las tablas presentadas demuestra que entre los acontecimientos climáticos extremos analizados y monitoreados por la Secretaría de Emergencia Nacional de Paraguay, los que representan los mayores riesgos para el proyecto propuesto son las heladas, los incendios forestales y, especialmente, las tormentas severas, recordando que éstas incluyen varios fenómenos meteorológicos.

Aunque los acontecimientos extremos relacionados con las inundaciones, ya sea por desbordamiento, precipitación excesiva o combinados, se presentan como existentes, la zona directamente afectada se ubica lejos (2 km) del río principal y sus afluentes.

5.2.2
Recursos Hídricos Superficiales

Para la caracterización de los recursos hídricos superficiales del Área de Influencia Indirecta (AII) definida para el Medio Físico, se consultaron documentos oficiales que incluyen el Atlas de Cuencas Hidrográficas del Paraguay (MADES, 2022a), el Plan de Acción Nacional para la Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH) en Paraguay (MADES, 2022b), la Ley 3239/07 de Recursos Hídricos del Paraguay, las Resoluciones SEAM 376/12, 521/19, 170/2006, 812/2010, 255/05 y 222/02, entre otros, así como el estudio de Criterios Técnicos de Delimitación y Codificación de Cuencas del Paraguay (ANTÚNEZ, 2012), Diagnóstico Transfronterizo de la Cuenca del Plata (CIC, 2017).

Con relación a los usos del agua, fue consultado el Sistema de Información Ambiental (SIAM) del MADES, que proporciona números de registros de captación de agua por tipo de uso, por departamento y por cuenca hidrográfica (período de 2019 y 2023), así como caudales

ATOME LLC

extraídos (período de 2010 y 2014) discriminados por distritos, proyectos y tipos de uso del agua.

Los análisis complementaron los resultados de las interpretaciones de imágenes satelitales del Modelo Digital de Elevación del Terreno (SRTM/NASA) y los estudios de campo realizados en marzo de 2023. La base cartográfica está compuesta por los archivos en extensión *shapefile* colocados a disposición por la Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos.

5.2.2.1
Contexto de los Recursos Hídricos

El AII está ubicada en la cuenca del río Paraguay que, junto con el río Paraná y el río Uruguay constituyen la Cuenca del Plata que drena parte del territorio de Argentina, Brasil, Bolivia, Paraguay y Uruguay. Juntas, las cuencas de los ríos Paraguay y Paraná drenan un área de 2,613,000 km^2 (84% del total de la Cuenca del Plata), siendo que el río Paraná representa el 58%, con una superficie de 1,510,000 km^2 y el río Paraguay el 42% con 1,103,000 km^2.

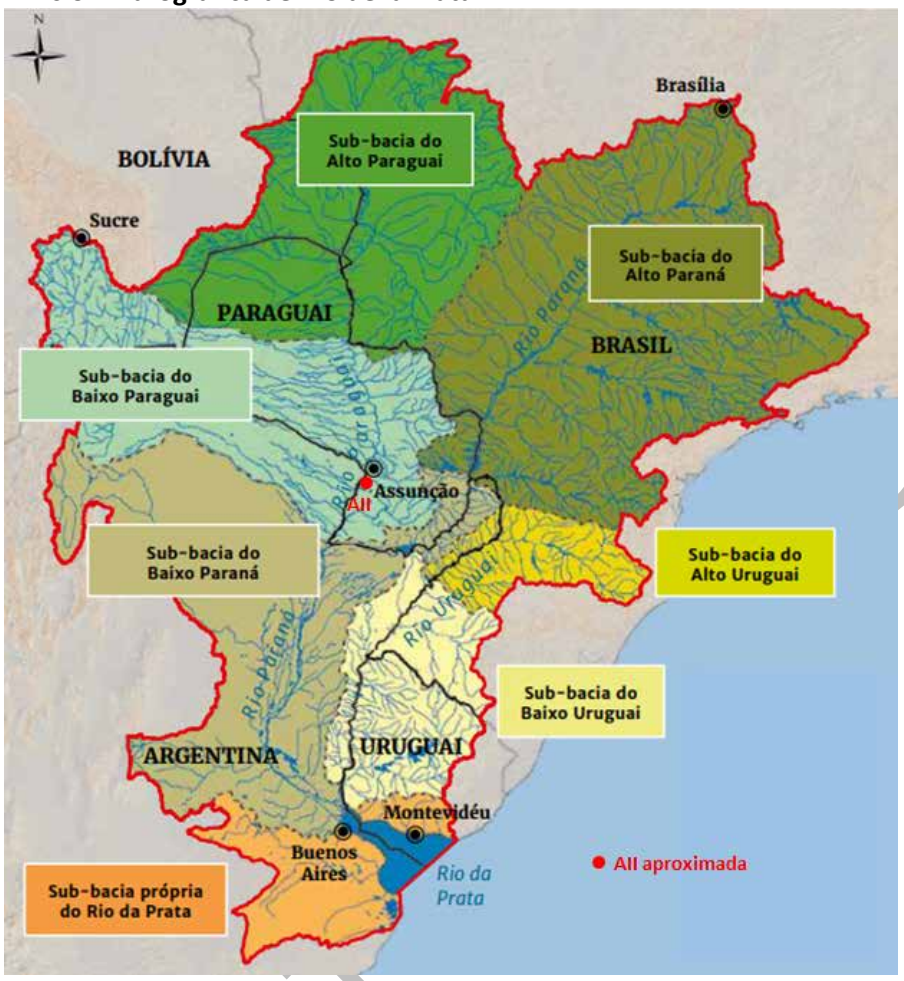
La división hidrográfica de la cuenca del Río de la Plata se muestra en la **Figura 5.2.2.1.a**. De las siete subcuencas contribuyentes, cuatro drenan áreas del territorio paraguayo: Alto Paraguay, Alto Paraná, Bajo Paraná y Bajo Paraguay. El AII está ubicada en la Cuenca del Bajo Paraguay.

El tramo del río Paraguay en la cuenca del Bajo Paraguay es parte importante de la Hidrovía Paraguay-Paraná y recibe, por su margen derecha, dos afluentes principales: los ríos bajo Pilcomayo y Bermejo. En la margen izquierda se destacan los ríos Aquidabán, Jejuí, Aguaray y Tebicuary.

En Bajo Paraguay, a pesar de los aportes que recibe en la parte alta de su cuenca, al este del tramo, presentaría un balance hídrico negativo si solo tuviera sus afluentes de la margen derecha ya que sus desbordamientos no retornan al cauce principal, recargando depresiones laterales en las que el agua es retenida hasta su evaporación (CIC, 2017). Sin embargo, sus afluentes de la margen izquierda – Aquidabán, Jejuí, Aguaray y Tebicuary – generan importantes aportes.

ATOME PLC

Figura 5.2.2.1.a
División hidrográfica del río de la Plata



Fuente: modificado de CIC (2017).

Gestión de recursos hídricos y división hidrográfica

Según la Ley 3239/07 de Recursos Hídricos del Paraguay, corresponde al Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES) regular la gestión sustentable e integral de todas las aguas y los territorios que la producen, cualquiera sea su ubicación, estado físico o su ocurrencia natural dentro del territorio paraguayo, con el fin de hacerla social, económica y ambientalmente sustentable para las personas que habitan el territorio de la República del Paraguay.

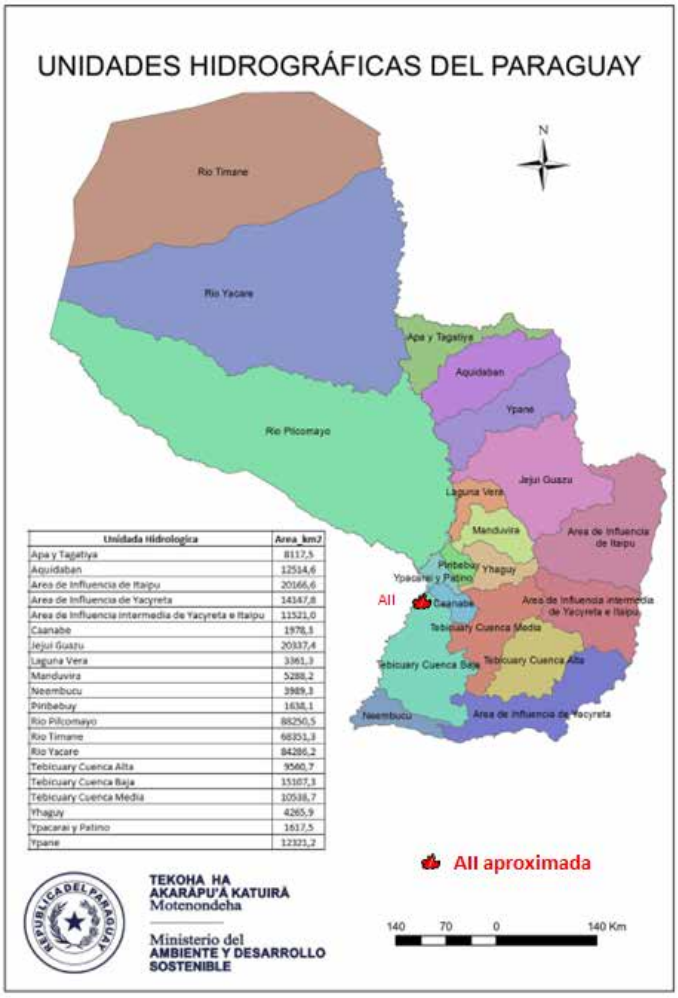
Las Unidades Hidrográficas del Paraguay son reconocidas por el MADES como el espacio para la creación de los organismos de gestión de cuencas y planificación de los recursos hídricos. Mediante las Resoluciones N° 376/12 y 521/19, se identificaron y delimitaron las Cuencas Hídricas a nivel nacional. Se reconocieron 17 unidades hidrográficas de la Región Oriental y 3 unidades de la Región Occidental del Paraguay.

Estas delimitaciones se realizaron con base en el estudio denominado Criterios Técnicos de Delimitación y Codificación de Cuencas del Paraguay (ANTÚNEZ, 2012), desarrollado en el marco del Proyecto Modernización del Sector de Agua y Saneamiento que ha delimitado y

codificado la totalidad de cuencas del territorio nacional por el método Pfafstetter (Ottocodificación). Así, en la Vertiente Río Paraguay existen 103 cuencas hídricas de la cuenca alta, 179 cuencas en la media y 26 cuencas en la baja, totalizando 308 cuencas hidrográficas afluentes al Río Paraguay. En la Vertiente del Río Paraná hay 391 cuencas hidrográficas.

La división hidrográfica del Paraguay, de acuerdo con la Resolución SEAM Nº 376/12, se presenta en la **Figura 5.2.2.1.b**, considerando que el AII se encuentra ubicada en la Unidad Hidrográfica Tebicuary Cuenca Baja. A su vez, esta cuenca se subdivide en 8 cuencas que se muestran en la **Figura 5.2.2.1.c**: Arroyo Pikysyry, Arroyo Saladillo, Arroyo Tatu Cue, río Tebicuary, río Paray, riacho Piripucu, río Surubi'y y Laguna Vera**.** El Proyecto de ATOME se ubica en la Cuenca Arroyo Surubi'y, que corresponde al AII.

Figura 5.2.2.1.b
Unidades hidrográficas del Paraguay según la Resolución Nº 376/12



Unidada Hidrologica	Area_km2
Apa y Tagatiya	8117,5
Aquidaban	12514,6
Area de Influencia de Itaipu	20166,6
Area de Influencia de Yacyreta	14147,8
Area de Influencia intermedia de Yacyreta e Itaipu	11521,0
Caanabe	1978,3
Jejui Guazu	20337,4
Laguna Vera	3361,3
Manduvira	5288,2
Neembucu	3989,3
Piribebuy	1638,1
Rio Pilcomayo	88250,5
Rio Timane	68351,3
Rio Yacare	84286,2
Tebicuary Cuenca Alta	9560,7
Tebicuary Cuenca Baja	15107,3
Tebicuary Cuenca Media	10538,7
Yhaguy	4265,9
Ypacarai y Patino	1617,5
Ypane	12321,2

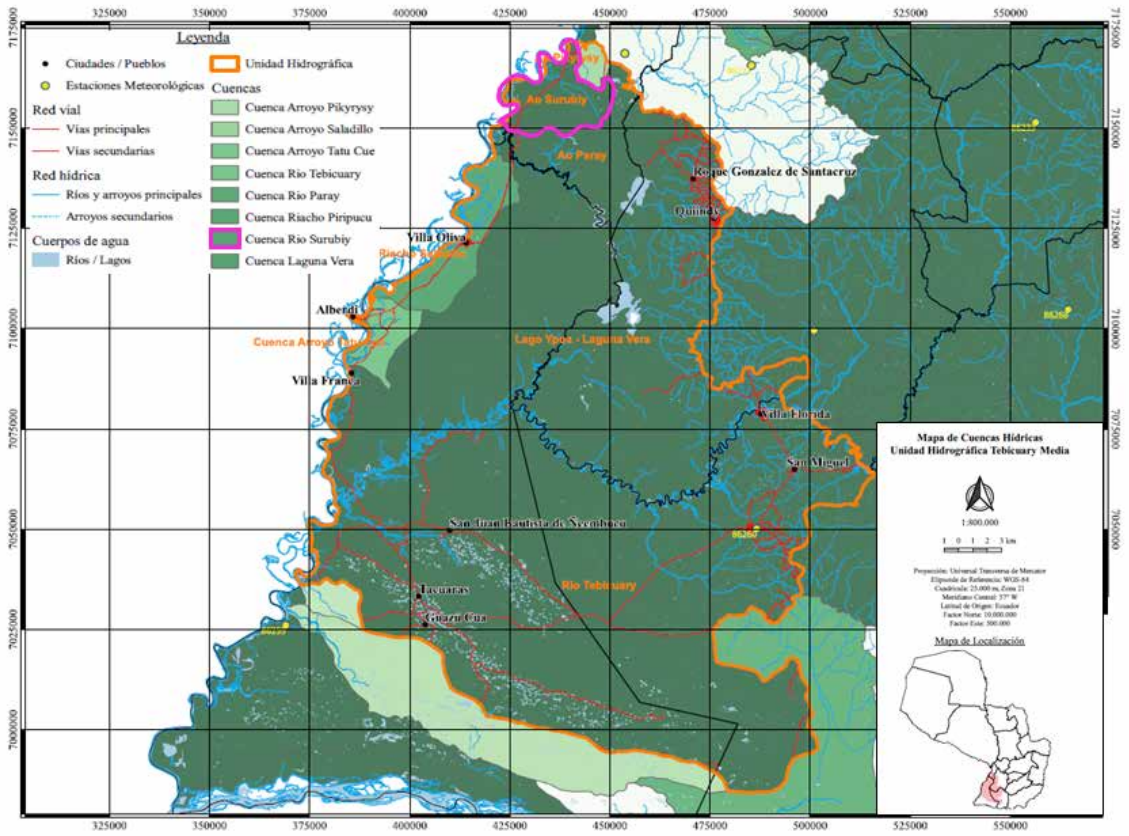
Fuente: modificado de MADES (2022a).

Considerando la clasificación de las aguas superficiales del Paraguay, todos los cursos de la Cuenca Arroyo Surubi'y son Clase 2, según Resolución SEAM Nº 255/05. De conformidad al Art. 1º de la Resolución SEAM Nº 222/02, las aguas Clase 2 se clasifican como tales según los siguientes usos predominantes: i) para abastecimiento doméstico después de los tratamientos convencionales; ii) para protección de las comunidades acuáticas; iii) para recreación de

contacto primario (esquí acuático, natación); iv) para la irrigación de hortalizas y plantas fructíferas; v) para la cría natural y/o intensiva (acuicultura), de especies destinadas para la alimentación humana.

Con relación a los consejos de agua, constituidos por cuencas hidrográficas y reglamentados por la Resolución SEAM N° 170/2006, con el objetivo de constituir un brazo ejecutor de la gestión del agua a nivel comunitario, no se registra su existencia para la Cuenca Arroyo Surubi'y, según el Plan de Acción Nacional para la Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH) en Paraguay (MADES, 2022b). En la Unidad Hidrográfica Tebicuary Cuenca Baja sólo existe consejo de agua para el área de drenaje de este río, según Resolución SEAM N° 812/2010.

Figura 5.2.2.1.c
Ubicación de la Cuenca Surubi'y (AII) en relación a la división hidrográfica del Paraguay



Fuente: modificado de MADES (2022a).

A continuación, se presentan las principales características de los recursos hídricos en las áreas de influencia del proyecto.

5.2.2.2
Principales Características de los Recursos Hídricos Superficiales en el AII

La Cuenca Arroyo Surubi'y (AII) tiene una superficie aproximada de 361 km^2 y cubre áreas de los Distritos de Villeta y Nueva Italia, pertenecientes al Departamento Central. La principal vía de acceso corresponde a la Ruta Villeta-Alberdi, además de la Hidrovía Paraguay-Paraná.

Como se muestra en la **Figura 5.2.2.1.c**, la Cuenca Arroyo Surubi'y (AII) está ubicada en la porción norte de la Unidad Hidrográfica Tebicuary Baja, y está limitada al noreste por la Cuenca Arroyo Pikyrysy, al este y sur-suroeste por la Cuenca Arroyo Paray y al oeste-noroeste con el río Paraguay. En este tramo el río Paraguay es un curso meandriforme muy activo que desarrolla una llanura aluvial por migración y avulsión de meandros (**Fotos 01 y 02**).



Foto 01: Área de Terport, vista desde el río Paraguay.



Foto 02: Río Paraguay en marzo de 2023, con sus aguas altas.

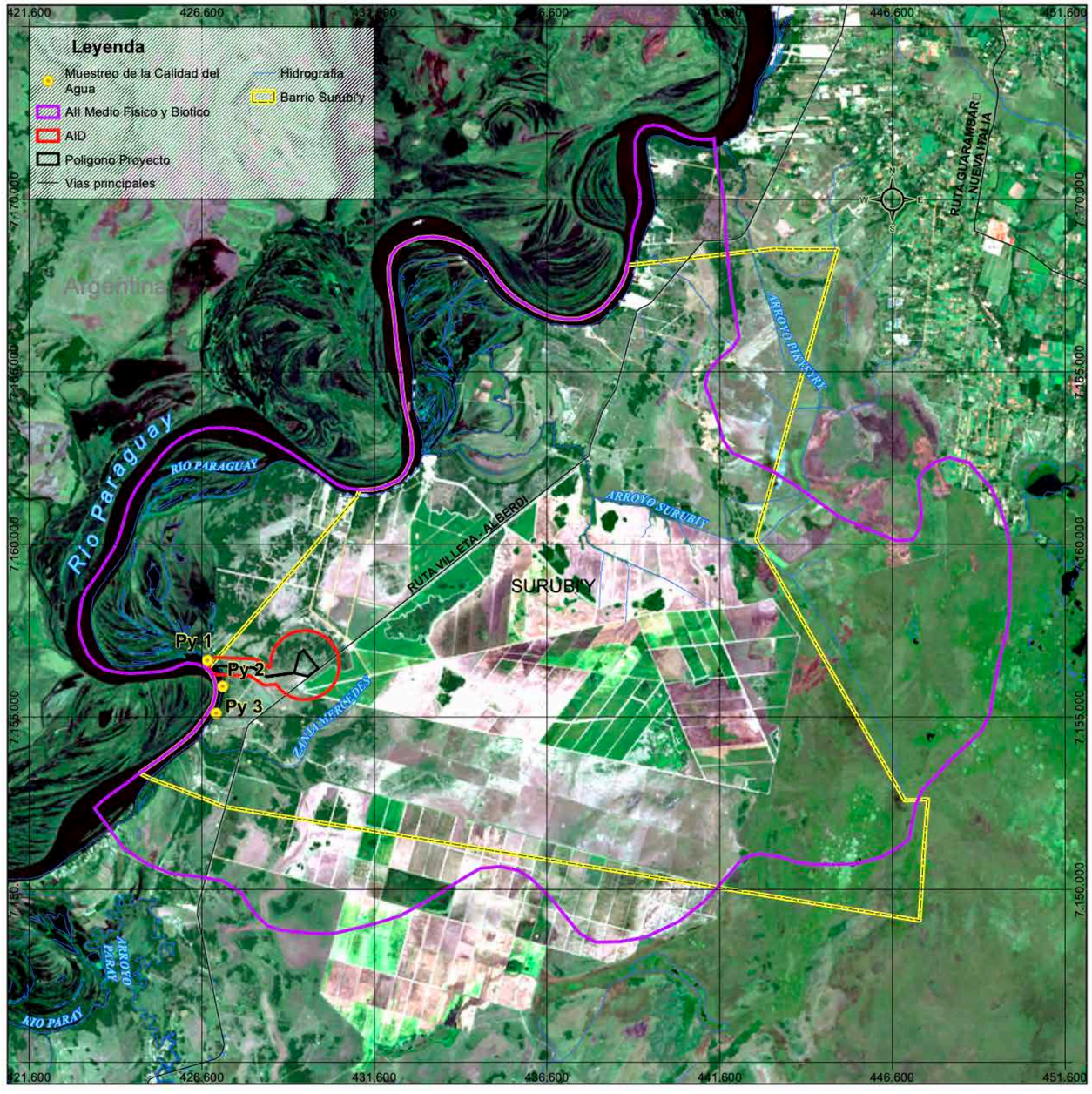
ATOME

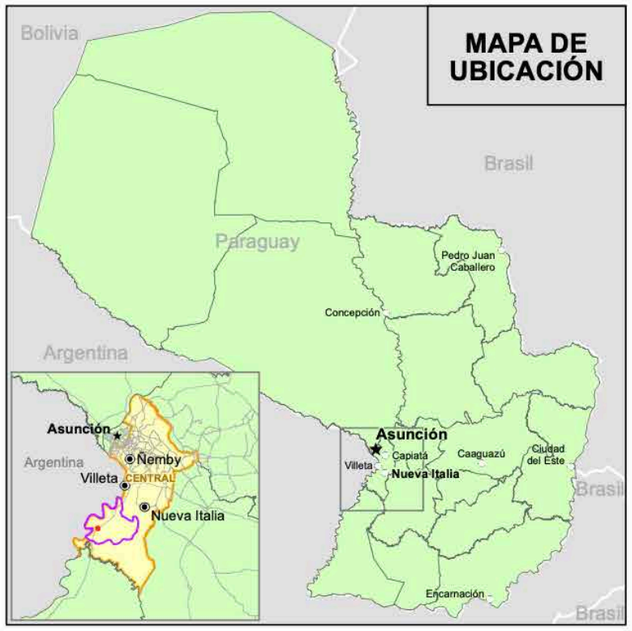
5.2.2.2.1
Cauces de Aporte

Los cuerpos de agua del AII drenan hacia la margen izquierda del río Paraguay. Los afluentes más importantes son el Arroyo Surubi'y (**Foto 03**) y el Arroyo Zanja Mercedes (**Foto 04**), no ubicados en el AID ni ADA del proyecto. Además, se observan otros pequeños canales de drenaje intermitente, tampoco localizados en el AID y ADA. La ubicación de los cauces de agua en el AII se muestra en el **Mapa 5.2.2.2.1.a - Mapa Hidrográfico** a continuación.

Mapa 5.2.2.2.1.a - Mapa Hidrográfico

ATOME	Zona Franca y Planta de Producción de Hidrógeno, Amoniaco y Fertilizante Verdes de ATOME Paraguay S.A. Estudio de Impacto Ambiental y Social (EIAS)	5.2.2.2.1.a - MAPA HIDROGRAFICO





Carátula Juridica Legal

Proponente:	ATOME PARAGUAY S.A.
Lugar:	Puerto Sara
Localidad:	Central - Villeta
Distrito:	Villeta
Padrón:	16490
Superficie Total:	30 ha
Superficie a construir:	20 ha
Elaboración:	ATOME PARAGUAY S.A.
Fecha de Impresión:	25/10/2023

Fuente Cartográfica

Proponente, DGEEC 2012
https://www.mades.gov.py/atlas/ - ttps://eos.com/landviewer/?utm_source=Email&lat=-25.76712&lng=-57.47086&z=11&id=S2B_tile_20230408_21JVM_0&b=Red,Green,Blue&anti 2023

Parámetros Cartográficos

Proyección UTM
Elipsoide WGS 84
Zona 21 J
Escala 1:125.000



Foto 03: Vista del Arroyo Surubi'y desde la Ruta Villeta-Alberdi.

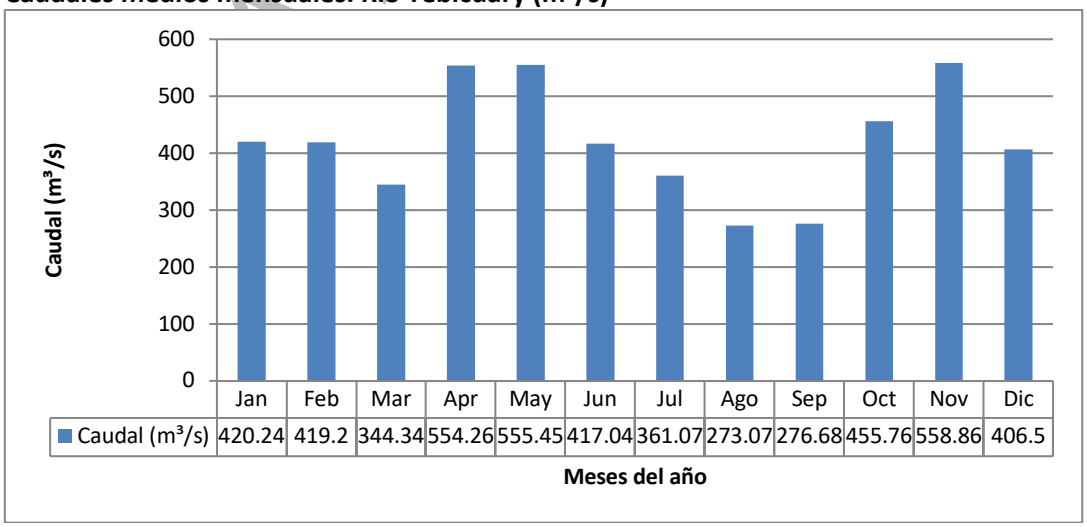


Foto 04: Vista del Arroyo Zanja Mercedes desde la Ruta Villeta-Alberdi.

5.2.2.2.2
Características Hidrológicas

En cuanto al régimen hídrico, cabe señalar que, al igual que otros cuerpos de agua de la región como el río Tebicuary, se espera un régimen similar para los drenajes del AII, afluentes al río Paraguay. A diferencia del típico régimen tropical, con la ocurrencia de una temporada de lluvias y una de sequía, la región tiene dos máximos anuales. El máximo principal ocurre a fines de la primavera, que coincide con el aumento de las lluvias frontales y el inicio de las lluvias de verano. El máximo secundario ocurre a fines del verano, cuando, aún bajo la abundancia de precipitaciones, la pérdida por evaporación impide la ocurrencia de los máximos anuales. La **Figura 5.2.2.2.2.a** muestra la distribución de los caudales medios mensuales en el río Tebicuary.

Figura 5.2.2.2.2.a
Caudales medios mensuales. Río Tebicuary (m³/s)



Fuente: DMH-DINAC-UNESCO (1992).

ATOME PLC

Sin embargo, específicamente para el AII, cabe señalar que la suma de los caudales totales drenados es mucho menor que los del río Tebicuary. A modo de comparación, se citan los datos presentados en el diagnóstico de los recursos hídricos en Paraguay (CEPAL, 2014), que consideró el área de la Unidad Hidrográfica Tebicuary Baja, excepto la cuenca del río del mismo nombre, por lo que se incluye la Cuenca Arroyo Surubi'y, además de las otros 6 cuencas (Arroyos Pikysyry, Saladillo, Tatu Cue, río Paray, Riacho Piripucu y Laguna Vera) que conforman esta unidad (**Figura 5.2.2.1.2.c**), así como el área de la Unidad Hidrológica Caañabe (**Figura 5.2.2.1.2.a**).

Para esta área de drenaje, denominada en el estudio como subcuenca Alberdi, resultó una estimación media anual de 6 m^3/s. En este mismo estudio, el caudal promedio anual para el río Tebicuary fue de 506 m^3/s y para el río Paraguay (Asunción) fue de 3,279 m^3/s.

Aún sobre los caudales registrados en el río Paraguay en Asunción, los valores del periodo 1904-2002 se presentan en la **Tabla 5.2.2.2.2.a**. Los caudales máximos del Río Paraguay generalmente se registran en junio y los caudales mínimos se tienen entre noviembre y enero.

Tabla 5.2.2.2.2.a
Caudales registrados en el río Paraguay (m^3/s)

Periodo	Registro total	1961-1990	1971-2000	1968-1984
Año máximo mensual	Jun-1905	Jun-1983	Jun-1983	Jun-1983
Valor máximo mensual	11,007	10,663	10,663	10,663
Año mínimo mensual	Oct-1967	Oct-1967	Ene-1972	Sep-1969
Valor mínimo mensual	646	646	1,059	697
Promedio anual	3,200	3,205	3,727	3,279

Fuente: CEPAL (2014).

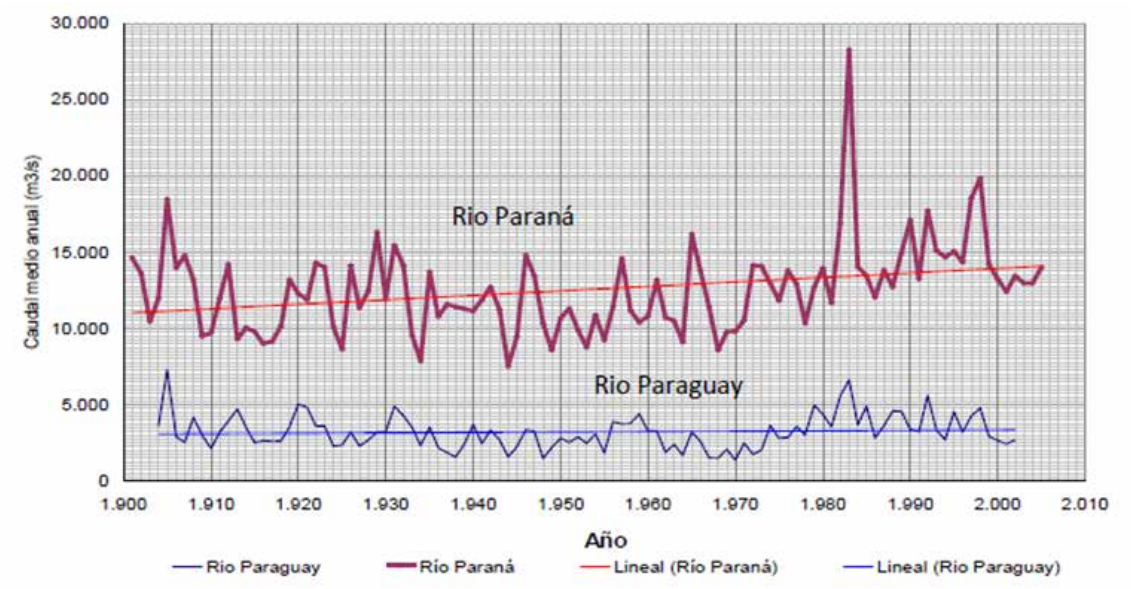
A continuación, se presenta la tendencia de los caudales medios anuales para el registro histórico de los ríos Paraná y Paraguay. Se verifica la línea de tendencia con aumento (**Figura 5.2.2.2.b**), tal como lo indica el estudio.

En la secuencia, la **Figura 5.2.2.2.2.c** muestra los caudales medios mensuales registrados en el río Paraná y en el río Paraguay, compilados por CEPAL (2014), además de datos del río Pilcomayo (Región Occidental del Paraguay, serie 1961-1997). Los datos del río Paraná están relacionados en el eje principal de la izquierda y los de los ríos Paraguay y Pilcomayo con el eje secundario de la derecha.

Se observa que la crecida del río Pilcomayo presenta un comportamiento similar a la crecida del río Paraná, mientras que el río Paraguay tiene un desplazamiento por efecto del Pantanal (Cuenca Alto Paraguay). En el río Paraguay, el régimen es más uniforme en la distribución de caudales en el año, con un máximo relativo al inicio del invierno, lo que evidencia la influencia del Pantanal como regulador y retardador de crecidas (CIC, 2017).

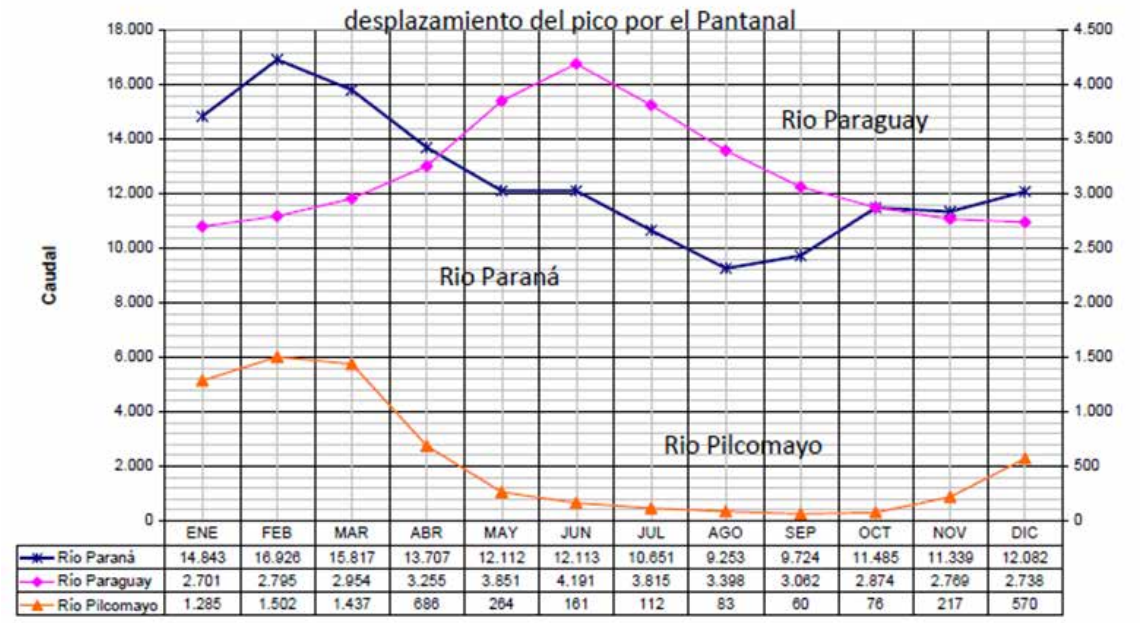
ATOME PLC

Figura 5.2.2.2.2.b
Caudal medio anual de los ríos Paraná y Paraguay (m^3/s) – periodo 1902-2002



Fuente: CEPAL (2014).

Figura 5.2.2.2.2.c
Caudales medios mensuales de los ríos Paraná, Paraguay y Pilcomayo (m^3/s)



	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Río Paraná	14.843	16.926	15.817	13.707	12.112	12.113	10.651	9.253	9.724	11.485	11.339	12.082
Río Paraguay	2.701	2.795	2.954	3.255	3.851	4.191	3.815	3.398	3.062	2.874	2.769	2.738
Río Pilcomayo	1.285	1.502	1.437	686	264	161	112	83	60	76	217	570

Fuente: CEPAL (2014).

En cuanto a la variación del nivel del río Paraguay, en la **Tabla 5.2.2.2.2.b** se muestran los datos de niveles máximos y mínimos del río en Villeta, según la Dirección de Meteorología e Hidrología (DMH, 2023). Se observa el mínimo histórico del Puerto de Villeta que había llegado a -0.60 m en 1969, frente al máximo histórico de 8.94 m en 1983, muy por encima de la cota

de advertencia de 5.5 m. Para efectos comparativos, el 11 de marzo de 2023, como medición relativamente reciente, el nivel del río estaba en 4.45 m.

Cabe señalar que estos datos de nivel también son consistentes con los tiempos de los caudales máximos y mínimos del río Paraguay en Asunción (1968-1984), como se muestra en la **Tabla 5.2.2.2.2.b** y en el gráfico de la **Figura 5.2.2.2.2.b**.

Tabla 5.2.2.2.2.b
Niveles máximo y mínimo del Río Paraguay en Villeta

Acontecimiento	Fecha	Nivel
Medición reciente	11/03/2023	4.45 m
Mínimo histórico	22/09/1969	-0.60 m
Máximo histórico	30/05/1983	8.94 m

Fuente: Dirección de Meteorología e Hidrología (DMH), 2023.

Otros registros históricos de las alturas del río Paraguay en Villeta entre 1969 y 2010, así como en Asunción, Alberdi y Pilar, en los meses de marzo, se observan en la **Tabla 5.2.2.2.2.c**, donde se consignan las cotas de alerta en cada localidad. El gráfico de la **Figura 5.2.2.2.2.d** muestra los datos para el año 2023 (al 23/03/2023) para la altura del río Paraguay en Villeta, superpuestos con datos históricos promedio, máximos y mínimos. En esta fecha la altura medida ya supera el nivel considerado como alerta (5.5 m).

Tabla 5.2.2.2.2.c
Observaciones comparativas de marzo de alturas del Río Paraguay entre 1979 y 2010

Fechas	Asunción	Villeta	Alberdi	Pilar
	Cotas de alerta (metros)			
	4.50	5.50	6.00	6.00
	Alturas observadas en marzo (metros)			
8/3/79	3.90	3.93	S/D	5.09
8/3/80	3.09	3.17	S/D	5.48
8/3/82	3.25	3.23	S/D	4.71
8/3/83	6.31	6.46	S/D	8.05
8/3/88	2.77	2.62	S/D	3.79
8/3/08	3.82	3.92	3.90	4.88
8/3/09	1.54	1.52	1.53	3.24
8/3/10	3.74	3.84	5.00	5.30

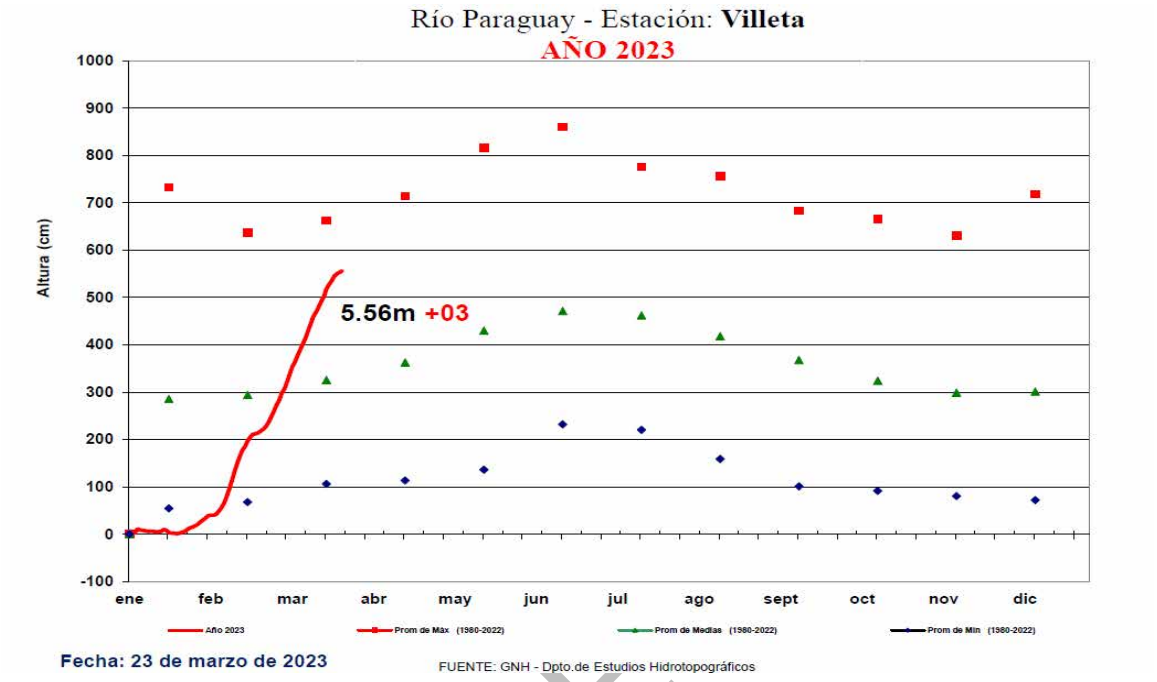
Fuente: datos obtenidos del MSPyBS, 2016.

De lo anterior se desprende que, mientras los afluentes del río Paraguay en la región del AII expresan directamente los balances hidrometeorológicos, con mayor influencia de las precipitaciones, el río Paraguay, por la extensión de su cuenca, refleja la influencia del Pantanal (Alto Paraguay).

ATOME PLC

Figura 5.2.2.2.2.d

Niveles de altura del Río Paraguay en Villeta – Datos históricos y de 2023



5.2.2.2.3
Usos del Agua en el AII

Como se destacó anteriormente (**Sección 5.2.2**), para la caracterización de los usos del agua en el AII se consultó el Sistema de Información Ambiental (SIAM) del MADES, el cual brinda números de registros de captación de agua por tipo de uso, departamento y cuenca hidrográfica (período de 2019 y 2023), así como en términos de caudales extraídos (período de 2010 y 2014) relacionados por distritos, actividad, proyecto y fuente superficial o subterránea, además de cuenca.

Sin embargo, con respecto a los datos por cuenca, se observó una gran falta de datos en la base de registros. Además, los datos por cuenca se refieren a la unidad hidrográfica Tebicuary Baja, que incluye el conjunto de ocho subcuencas, entre ellas la cuenca del Arroyo Surubi'y, correspondiente al AII, según presentado en la **Figura 5.2.2.1.c** en la **Sección 5.2.2.1**. Es decir, no es posible recuperar los datos del uso del agua del SIAM solo para el AII de la Planta de ATOME.

Así, considerando que los datos de los registros de captación de agua eran más completos por departamento, se compilaron los datos disponibles para el Departamento Central al que pertenece el AII. Estos datos muestran que, entre los años de 2019 y 2023, el total de registros en el Departamento Central, fueron de 7,899. De este total 53.27% corresponden a uso doméstico; 21.34% a sistema de agua potable; 16.18% a otros; 6.79% para industrial – lavado y/o refrigeración; y 0.54% para industrial – materia prima. No obstante, se debe tener en cuenta que Central se encuentra conformada por 19 distritos, entre ellos, Villeta.

ATOME

De lo expuesto, se verifica la importancia de los usos domésticos y captaciones para sistemas de abastecimiento en términos de números de registros. Pero, a partir de estos datos no es posible verificar la influencia cuantitativa de consumo de agua por sector. En la **Tabla 5.2.2.2.3.a**, a seguir, son se mostrados muestran los números de registro para todas las categorías de uso registradas.

Tabla 5.2.2.2.3.a
Cantidad de registros por tipo de uso de agua en el Departamento Central – 2019-2023

Categorías	Número de registro	%
Agrícola con lluvia	3	0.04
Agropecuario	37	0.47
Doméstico	4,208	53.27
Ganadería	40	0.51
Industrial - lavado y/o refrigeración	536	6.79
Navegación	1	0.01
Otro	1,278	16.18
Riego agrícola - pivot	1	0.01
Sistema de agua potable	1,686	21.34
Vertido	6	0.08
Acuicultura comercial	11	0.14
Acuicultura de subsistencia	1	0.01
Industrial - materia prima	43	0.54
Recreativo	31	0.39
Riego agrícola - goteo	8	0.10
Riego agrícola - inundaciones	9	0.11
Total	**7,899**	**100**

Fuente: Sistema de Información Ambiental (SIAM) del MADES – Agua – Datos Estadísticos. Disponible en: https://apps.mades.gov.py/siam/portal. Acceso en: 30 abr. 2023.

Considerando los datos cuantitativos de caudales extraídos, se analizaron los datos disponibles en el SIAM para todo el Distrito de Villeta. Es importante destacar que el distrito de Villeta, además de abarcar la práctica totalidad del AII, excepto su extremo este, comprende también la zona norte del mismo, hasta el asiento de Villeta, incluyendo zonas de la cuenca del río Arroyo Pikyrysy y hasta Arroyo Abay. Al sur del AII, el Distrito de Villeta abarca áreas hasta el Arroyo Paray. Es decir, además de cubrir el área de la cuenca del Arroyo Surubi'y (AII), también incluye áreas de las cuencas mencionadas, entre otras.

Al igual que los registros de captación de agua expuestos anteriormente, se decidió no recuperar por cuenca por falta de datos y porque abarca un área aún mayor que el Distrito de Villeta, correspondiente a la unidad hidrográfica de Tebicuary Baja.

Los datos de caudales de extracción están disponibles solo para el período de 2010 a 2014. Aunque desactualizados, estos datos están expuestos en su totalidad en la **Tabla 5.2.2.2.3.b**, siendo discutidos a seguir.

Según información proporcionada por contacto telefónico del departamento de recursos hídricos del MADES, la unidad de caudal de extracción normalmente utilizada es m^3/s. Considerando que para todos los datos haya sido aplicada esa misma unidad de caudal captación continua (m^3/s), se observa que del caudal total de agua extraída, cerca del 53% corresponde a fuente subterránea (caudal de extracción de 15,069 m^3/s); 28.61% fuente superficial (caudal de extracción de 8,126 m^3/s) y 18.31% (caudal de extracción de 5,199 m^3/s)

ATOME PLC

que se refiere a otras categorías indicadas como “no menciona”, “no”, “ESSAP”, “aguatería”, entre otras.

Si se excluyen los datos señalados como caudal extraído de aguas subterráneas, se tiene que el caudal restante es 13,325 m^3/s, que se supone mayoritariamente superficial, extraído del Distrito de Villeta (período de 2010-2014). Para este número, existe la siguiente distribución por grupo de actividades: industrias (incluyendo puertos) con una extracción de cerca de 60.35% (caudal de extracción de 8,042 m^3/s); usos agropecuarios (incluyendo arroceros) con extracción de 29.25% (caudal de extracción de 3,898 m^3/s); y estaciones de servicios y lavaderos correspondientes al 10.39% (caudal de extracción de 1,385 m^3/s).

Entre las actividades industriales se destacan, además de las actividades portuarias que corresponden a 57.21% del sector, captaciones para fábrica de bolsas de papel, cría y engorde de pollos, subestaciones de energía, planta potabilizadora de agua, fábrica de zapatillas y planta industrial de Ataja S.A. Entre los usos agropecuarios, se destacan la explotación ganadera y el cultivo de arroz, desarrollados en conjunto.

De los 33 registros de extracción posiblemente superficial en el Distrito de Villeta (período 2010-2014), se identifica la cuenca hidrográfica en solo cuatro, tres en el río Paraguay y uno en el Arroyo Ypeka’e. Para la mayoría de los registros existe una indicación de “no mención” lo que hace inviable un análisis sobre el balance hídrico entre caudales captados y caudales disponibles. En todo caso, si todas las captaciones registradas en el Distrito de Villeta, en el período analizado, fueran extraídas del río Paraguay, la cantidad de agua superficial extraída correspondería a unas 3.8 veces el caudal medio del río Paraguay, que es de unos 3.500 m^3/s.

En este sentido, ante este valor extremo de caudal captado, se considera la posibilidad de que entre las captaciones no hay una identificación explícita de superficial, algunas puedan ser subterráneas, o incluso que los datos rellenados junto al MADES necesiten verificación respecto a la unidad de caudal. Así, si es diferente de m^3/s y en caso que la unidad de caudal de extracción sea m^3/h, el total extraído por las actividades del Distrito de Villeta (período 2010-2014) correspondería a 3.70 m^3/s o alrededor del 0,10% del caudal medio del río Paraguay.

En este sentido, a modo de comparación y como ya se ha explicado en la **Sección 3.2.7.2**, se observa que el caudal a ser consumido por el proyecto ATOME es de 165.4 m^3/h (0.05 m^3/s), que corresponde a cerca de 0.002% del caudal histórico más bajo del río o cerca del 1.3% del caudal total (posiblemente superficial) extraído por las actividades del Distrito de Villeta (período 2010-2014).

Considerando la **Tabla 5.2.2.2.3.b**, nótese que en la columna “cuenca” también se indican posibles tratamientos de efluentes, como pozo ciego, cámara séptica, pozo absorbente; pero sin la posibilidad de distinguir el flujo de liberación.

ATOME PLC

Tabla 5.2.2.2.3.b
Registros de Extracción de Agua en el Distrito de Villeta – Periodo de 2010 a 2014

Ano	Depart.	Distrito	Actividad	Proyecto	Cuenca	Caudal	Caudal Extracción	Profundidad	Fuente Abastecimiento
2.011	Central	Villeta	Agropecuarios	Explotación agropecuaria	Río Paraguay	888	1,341	4	Superficial
2.010	Central	Villeta	Agropecuarios	Producción ganadera - cultivo de arroz - extracción de ripio	Tajamar	816	924	12	Superficial
2.010	Central	Villeta	Industrias	Fábrica de bolsas de papel	Cámara séptica y pozo absorbente	1,282	1,383	4	Superficial
2.010	Central	Villeta	Industrias	Funcionamiento de planta de almacenamiento de combustible	Pozo ciego	1,207	282	2	Subterránea
2.010	Central	Villeta	Industrias	Fábrica de aceite	Pozo ciego	896	1,280	3	Subterránea
2.010	Central	Villeta	Industrias	Cría y engorde de pollos parrilleros	No menciona	922	944	6	No menciona
2.010	Central	Villeta	Industrias	Funcionamiento de planta industrial de Tripera Paraguaya SA	Sistema de tratamiento	978	800	1	Subterránea
2.010	Central	Villeta	Industrias	Producción de huevos y pollos parrilleros	No menciona	1,235	782	13	Subterránea
2.010	Central	Villeta	Industrias	Terminal portuaria fluvial de mercaderías varias	Cámara séptica y pozo absorbente	1,143	154	10	Superficial/ subterránea
2.011	Central	Villeta	Agropecuarios	Explotación ganadera y cultivo de arroz	No menciona	1,384	32	10	Superficial
2.011	Central	Villeta	Industrias	Engorde a corral - feed lot y anexos	No menciona	1,420	138	12	Subterránea
2.011	Central	Villeta	Industrias	Complejo Nueva Italia	No menciona	1,060	301	5	Subterránea
2.011	Central	Villeta	Industrias	Sub-Estación Villeta II 220/23, sub estación adm 66/23 y línea de transmisión LT 66 Villeta II Adm	No menciona	954	1,329	10	Superficial
2.011	Central	Villeta	Industrias	Picado de madera reforestada, fábrica de chip y depósito de materiales	No menciona	1,325	530	3	Subterránea
2.011	Central	Villeta	Industrias	Cargadero de granos - puerto	No menciona	982	739	2	Superficial
2.011	Central	Villeta	Industrias	Usina de hormigón, fábrica de pre moldados de hºaº, fábrica de estructura metálicas	No menciona	1,487	233	4	Subterránea
2.011	Central	Villeta	Industrias	Proceso de elaboración y envasado de agua saborizada, embotelladora de bebidas alcohólicas	No menciona	1,437	1,250	1	Subterránea

ATOME PLC

Tabla 5.2.2.2.3.b
Registros de Extracción de Agua en el Distrito de Villeta – Periodo de 2010 a 2014

Ano	Depart.	Distrito	Actividad	Proyecto	Cuenca	Caudal	Caudal Extracción	Profundidad	Fuente Abastecimiento
2.011	Central	Villeta	Industrias	Puerto embarque y desembarque de granos	No menciona	821	191	12	Subterránea
2.011	Central	Villeta	Industrias	Funcionamiento de planta industria de agroindustrial	No menciona	1,318	1,197	4	Subterránea
2.011	Central	Villeta	Industrias	Puerto de embarque y desembarque, planta d mezclado de fertilizante	No menciona	818	1,042	2	Subterránea
2.011	Central	Villeta	Industrias	Implementación de funcionamiento de planta industrial de Ataja SA	No menciona	1,400	603	15	Superficial
2.012	Central	Villeta	Estación de servicios y lavaderos	Estación de servicios	No menciona	1,350	299	8	ESSAP
2.012	Central	Villeta	Estación de servicios y lavaderos	Construcción y funcionamiento de estación de servicios - Petropar	No menciona	1,149	1,086	12	Aguatería
2.014	Central	Villeta	Arroceros	Explotación ganadera y cultivo de arroz	0	1,117	337	10	0
2.013	Central	Villeta	Registro de pozos	Registro de pozos funcionamiento y operación de la planta industrial formuladora y sintetizadora de productos agroquímicos	No menciona	1,179	418	6	Subterránea
2.014	Central	Villeta	Dictamen	Puerto de la ciudad de Villeta	No	1,026	1,059	13	No menciona
2.014	Central	Villeta	Agropecuarios	Explotación ganadera y cultivo de arroz	A° Ypecae	897	1,264	5	Superficial
2.014	Central	Villeta	Industrias	Puerto de la ciudad de Villeta	No menciona	1,204	1,066	3	No menciona
2.014	Central	Villeta	Industrias	Depósito de fertilizante a granel, mezcal, embolsado y comercialización de los productos-puerto - patio de estacionamiento - almacenamiento de combustibles para uso interno-camino de acceso interno- fábrica de aceite y ampliación para el depósito de fertilizante-adecuación de la planta aceitera-contrato de localización de inmuebles-ampliación de patio de camiones.	No menciona	921	562	13	Subterránea

ATOME PLC

Tabla 5.2.2.2.3.b
Registros de Extracción de Agua en el Distrito de Villeta – Periodo de 2010 a 2014

Ano	Depart.	Distrito	Actividad	Proyecto	Cuenca	Caudal	Caudal Extracción	Profundidad	Fuente Abastecimiento
2.014	Central	Villeta	Industrias	Fábrica de zapatillas	No	871	447	12	Superficial
2.014	Central	Villeta	Industrias	Puerto multimodal de recepción, almacenamiento temporal y embarque de granos y/o en contenedores; expendio de combustibles para uso interno	Río Paraguay	1,451	254	14	No
2.014	Central	Villeta	Industrias	Extracción de arena	No	963	1,295	4	Subterránea
2.014	Central	Villeta	Industrias	Puerto de embarque u desembarque, planta mezcladora de fertilizante	No	840	446	14	Subterránea
2.014	Central	Villeta	Industrias	Planta industrial procesadora de tripas	No	1,182	967	5	Subterránea
2.014	Central	Villeta	Industrias	Ampliación de la planta potabilizadora de agua	Río Paraguay	1,349	64	2	Superficial
2.014	Central	Villeta	Estación de servicios y lavaderos	Estación de servicios, comedor, frutería, minimarket y afines	No	1,149	658	11	Subterránea
2.014	Central	Villeta	Registro de pozos A.B.C.	Registro de pozo	No	1,187	570	8	Subterránea
2.014	Central	Villeta	Registro de pozos A.B.C.	Registro de pozo	No	1,025	957	7	Subterránea
2.014	Central	Villeta	Registro de pozos A.B.C.	Registro de pozo	No	1,187	1,170	4	Subterránea

Fuente: Sistema de Información Ambiental (SIAM) del MADES – Agua – Datos Estadísticos. Disponible en: https://apps.mades.gov.py/siam/portal. Acceso en: 30 abr. 2023.

ATOME PLC

En vista de lo anterior, con el fin de obtener datos más actualizados y confiables sobre el consumo de agua superficial y generación de efluentes en el AII, también se consultaron RIMA de proyectos industriales, preferencialmente situados en el Distrito de Villeta y junto al sitio de internet del MADES. Estos datos se muestran en la **Tabla 5.2.2.2.3.c**.

Tabla 5.2.2.2.3.c
Caudal de efluentes y captación de agua de algunos proyectos industriales en el Distrito de Villeta

Proyecto/Proponente	Distrito/ Lugar	Año	Caudal de efluentes/ Tratamiento	Caudal Extracción de Agua	Fuente Abastecimiento
Recepción y Almacenamiento de Sub productos / Residuos de Industrias para Fabricación de Balanceados y Abono Orgánico/ ECOSOLUTIONS S.A.	Villeta	2022	Sin datos/ cámaras sépticas	Sin datos	Pozo agua subterránea
Planta Procesadora de Biodiesel para la Comercialización/ Biotova S.A.	Villeta/ Angostura	2021	0.0125 m^3/h (300 litros/día) cámara séptica	3.5 m^3/h (3,500 litros/hora)	Pozo agua subterránea
Construcción y Puesta en Funcionamiento de Planta Industrial/ Tigre Paraguay S.A.	Villeta/ Ruta Guarambaré	2021	sin datos/ estación depuradora de aguas residuales	Sin datos	ESSAP y pozos tubulares subterráneos
TERMINAL FLUVIAL SANTO DOMINGO VILLETA/COPADIN S.A.	Villeta	2021	Sin datos/ retiro y tratamiento	80 m^3/h	ESSAP y pozo artesiano
CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE PLANTA DE PRODUCCIÓN DE BEBIDAS ALCOHÓLICAS Y NO ALCOHÓLICAS/ BEBIDAS DEL PARAGUAY S.A.	Villeta	2020	Sin datos/ Plantas de Tratamiento	80 m^3/h	Pozos subterráneos tubulares profundos
Complejo Industrial de Producción de Biocombustibles/ ECB Group	Villeta/ Omega Green	2019	Sin datos/ Plantas de Tratamiento	96.88 m^3/h (950.4 m^3/día – Planta de Hidrolisis e 1,375 m^3/día Trituradora)	Sin datos
Planta Procesadora de Biodiesel/ Bafica Biocombustibles S.A.	Villeta/ Parque Industrial Avay	2018	28 m^3/h, tratado en Planta de Tratamiento de Efluentes	11 m^3/h	Rede de abastecimiento del Parque Industrial
Planta Procesadora de Biodiesel/ Empresa Valenta Bioenergías S.A.	Villeta/ Parque Industrial Avay	2018	28 m^3/h, tratado en Planta de Tratamiento de Efluentes	11 m^3/h	Rede de abastecimiento del Parque Industrial
Planta Procesadora de Biodiesel/ Renovables Desl Surconsumo S.A.	Villeta/ Parque Industrial Avay	2018	28 m^3/h, tratado en Planta de Tratamiento de Efluentes	11 m^3/h	Rede de abastecimiento del Parque Industrial

ATOME PLC

Tabla 5.2.2.2.3.c
Caudal de efluentes y captación de agua de algunos proyectos industriales en el Distrito de Villeta

Proyecto/Proponente	Distrito/ Lugar	Año	Caudal de efluentes/ Tratamiento	Caudal Extracción de Agua	Fuente Abastecimiento
Fabricación Industrial Avay/ FLUOEDER S.A.	Villeta/ Parque Industrial Avay	2017	~ 100 m^3/día o 4.16 m^3/h/ Planta de Tratamiento	14 m^3/h	Subterránea/ Pozo artesiano
Puerto y Depósito de Combustible/ TERMINALES Y LOGISTICA PORTUARIA S.A.	Villeta/Ruta Villeta-Alberdi km 14	2016	Sin datos/ Cámara sépticas y Planta de Tratamiento	5 m^3/h	Subterránea/ Acuífero Patiño

Fuente: Relatorio de Impacto Ambiental – Base de Datos del MADES. Disponible en: https://www.mades.gov.py/areas-tematicas/control-de-los-recursos-naturales/evaluacion-de-impacto/relatorio-de-impacto-ambiental/. Acceso en: 03 may. 2023.

Como se puede observar, entre los RIMA consultados, los caudales de captación variaron entre 3.5 m^3/h y 96.88 m^3/h. Además, se observa que la principal fuente de agua es de pozo subterráneo, además de la red de abastecimiento urbano. El RIMA del Complejo Industrial de Producción de Biocombustibles/ Grupo ECB (Omega Green), ubicado en parte del AID de la Planta ATOME, no registra la fuente de abastecimiento de agua. Sin embargo, se sabe que existe una previsión de captación de agua del río Paraguay para este proyecto. En el local previsto para esta captación, en la margen del río Paraguay, se observó la disposición de material para las obras futuras, conforme se muestra en la **Foto 07**.

Además, durante los levantamientos en campo, cuando todo el tramo del río Paraguay localizado en el AII fue recorrido en barco, se identificaron varios puertos implementados y sus plantas industriales asociadas (**Foto 05**). Posiblemente estas actividades usan las aguas subterráneas exclusiva o conjunta con del río Paraguay. También durante el trayecto se verificó el movimiento de embarcaciones, presencia de varios amarraderos de grandes embarcaciones, así como embarcaciones aguardando el cargamento en las proximidades de los puertos (**Fotos 05 y 06**).

Finalmente, amarraderos de pequeñas embarcaciones también fueron observados (**Foto 08**), además de pequeños campamentos en las márgenes del río, utilizados por pescadores (**Fotos 09 y 10**). En el extremo sur del AII y junto al río Paraguay, en la localidad de Ypeka'e, se localizan el Club de Pesca, la Asociación Privada de Pescadores Deportivos, varios hospedajes turísticos y el puerto de pesca.

ATOME PLC

<table>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>Foto 05: Complejo Industrial Fertimax y varias embarcaciones atracadas en proximidad, en el río Paraguay.</td><td>Foto 06: Embarcaciones ubicadas entre el Amarradero Surubi'y y el Puerto Custodia en el río Paraguay.</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>Foto 07: Punto de captación futura de agua del río Paraguay para el proyecto Omega Green.</td><td>Foto 08: Amarradero de pequeñas embarcaciones en la localidad de Santa Rosa de Lima.</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>Foto 09: Campamento improvisado en la localidad de Puerto Alegre, entre Puerto Santa Rosa y el punto previsto para la captación de Omega Green.</td><td>Foto 10: Campamento improvisado localizado aguas abajo del Amarradero Surubi'y, posiblemente utilizado por pescadores.</td></tr>
</table>



Foto 11: Canal que distribuye el agua bombeada del río Paraguay. Vista desde la Ruta Villeta-Alberdi, 3 km al sur del cruce Arroyo Surubi'y. Vista de aguas abajo.



Foto 12: Mismo canal que la foto anterior con vista aguas arriba.



Foto 13: Canal que distribuye el agua bombeada del río Paraguay (foto de la derecha). Vista para aguas abajo del canal desde Ruta Villeta-Alberdi, unos 680 m al sur del cruce del Arroyo Zanja Mercedes.



Foto 14: Vista del punto de bombeo de agua en el río Paraguay, ubicado cerca de la desembocadura del arroyo Zanja Mercedes.



Foto 15: Tajamar con peces de 45 m de ancho y 110 m de largo, paralelo a la Ruta Villeta-Alberdi, cerca del cruce del arroyo Zanja Mercedes.



Foto 16: Tajamar en terreno de la Ganadera San Rafael, contiguo a la ADA del Proyecto de ATOME, donde se observa posible eutrofización de agua por aportes de materia orgánica.

De lo expuesto, se considera que las aguas del tramo del río Paraguay en el AII son utilizadas para la actividad portuaria y sus actividades industriales asociadas, otras industrias y notablemente para navegación ya que forma parte de la Hidrovía Paraguay-Paraná. Adicionalmente, las aguas del río Paraguay son utilizadas para usos agropecuarios, así como pesca, turismo y consumo humano. Este también recibe efluentes que impactan la calidad de sus aguas, conforme se trata en la **Sección 5.2.2.4**.

Las aguas de los Arroyos Surubi'y y Zanja Mercedes, además de ser captadas para usos agropecuarios, también son utilizadas por comunidades y residentes vecinos. Las aguas de lluvia contenidas en los tajamares, bien como los pozos de aguas subterráneas, también constituyen importantes alternativas para el abastecimiento local, ya que los caudales de los cuerpos de agua superficiales del AII son limitados, a excepción del río Paraguay.

5.2.2.3
Calidad del Agua Superficial

Para la caracterización de la calidad del agua superficial en el AII del Proyecto, se recolectaron muestras de agua en el río Paraguay, en dos campañas, la primera (C1) el 21 de marzo y la segunda (C2) en 14 de junio de 2023. Se definieron 03 (tres) puntos de recolección, uno de ellos en el lugar donde se estima que se captará agua para el Proyecto, y los otros dos, aguas abajo del mismo, estando uno de ellos aguas arriba y el otro, aguas abajo del posible punto de vertido de los efluentes tratados (Py 1- Punto Arriba - captación, Py 2 – Punto Medio – aguas arriba y PY3 – Punto Abajo – aguas abajo). Estos puntos se muestran en la **Figura 5.2.2.3.a**, a continuación.

Las muestras recolectadas fueron enviadas para análisis de Coliformes Fecales o Termotolerantes y Coliformes Totales al Laboratorio Bio Control de Microbiología Industrial, mientras que los análisis de los parámetros fisicoquímicos se realizaron en el laboratorio EcoNatura del Grupo Multilab, ambos situados en Asunción. La ubicación de los puntos también se muestra en el **Mapa 5.2.2.2.1.a - Mapa Hidrográfico**. Los informes de resultados se pueden consultar en el **Anexo 2**, donde se puede verificar la metodología, los métodos de análisis de laboratorio seguidos y el nivel de detección del método.

Los resultados de estos análisis se presentan en **Tabla 5.2.2.3.a** y se discuten a continuación, considerando la Resolución N° 222/2002 y la clasificación de los cuerpos de agua en el área de estudio como Clase 2. Los resultados también se comparan con los límites establecidos por la US EPA, que se mencionan en las Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad de la CFI, que no incluyen estándares para la calidad de aguas superficiales. En la **Tabla 5.2.2.3.a** se marcaron en rojo los resultados que no cumplen los límites de la Resolución N° 222/2002.

Figura 5.2.2.3.a
Puntos de muestreo de agua



Todos los puntos mostraron niveles elevados de coliformes totales (entre 24.000 y > 240.000 NMP/100mL) en C1 (marzo/2023), pero sólo el punto Py 2 superó el límite de 1.000 NMP/100 mL de coliformes fecales establecido en la Resolución Nº 222/2022 para aguas Clase 2 (Art. 3º). En C2 (junio/2023), los valores de ambos parámetros (coliformes fecales y totales) disminuyeron y no hubo incumplimiento a la Resolución Nº 222/2022 para Coliformes fecales. Los coliformes fecales o termotolerantes se definen como microorganismos capaces de fermentar la lactosa a 44-45°C, y están representados principalmente por *Escherichia coli* y algunas bacterias de los géneros *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Citrobacter*. Entre estos microorganismos, sólo *E. coli* es exclusivamente de origen fecal, siempre presente en altas densidades en las heces de humanos, mamíferos y aves, y raramente encontrada en agua o suelo que no haya recibido contaminación fecal (CETESB, 2013). Es posible que el resultado en incumplimiento de la legislación obtenido en el Py 2 sea consecuencia de la presencia de heces de animales, ya que en la región predomina la actividad ganadera, con la ocurrencia de pastizales alrededor del punto de muestreo.

Tabla 5.2.2.3.a
Análisis de calidad del agua en muestras del río Paraguay, en el AII

Parámetro	Unidad	Resolución SEAM N° 222/2002	EPA (1)	Puntos					
				Py 1 – Arriba Punto captación		Py 2 – Medio Punto aguas arriba del vertido de efluentes		Py 3 – Abajo Punto aguas abajo del vertido de efluentes	
				C1	C2	C1	C2	C1	C2
pH	-	6.00 a 9.00	6.50 a 9.00	6.85	7.88	6.77	7.64	6.75	7.68
Turbidez	NTU	100	-	14	10	15	10	13	10
Cloruros	mg/L Cl^-	SR	860 / 230	3	10	3	8	3	12
Sulfatos	mg/L SO_4^{-2}	250	-	< 2	<2	< 2	<2	< 2	<2
Amonio no ionizable	mg/L NH_3	0.02	-	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02
Nitrato	mg/L N	10	-	0.5	0.6	< 0.3	0.4	< 0.3	0.2
Nitrito	mg/L N	1	-	0.002	0.003	< 0.002	0.002	< 0.002	0.003
Color	mg/L Pt-Co	75	-	90	112	93	110	91	111
DBO5, 20	mg/L O_2	5	-	4.7	1.9	3.9	2.0	3.9	1.9
Oxígeno disuelto	mg/L O_2	No inferior a 5	-	1.46	8.58	1.62	8.30	1.33	8.51
Nitrógeno total	mg/L N	0.6	-	1.2	2.3	1.6	0.9	1.3	1.5
Sólidos totales disueltos	mg/L	500	-	77	133	70	130	73	137
Cianatos	mg/L	0.2	-	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2
Cromo hexavalente	mg/L	0.5	0.016 / 0.011	0.061	0.14	0.059	0.24	0.058	0.36
Cromo trivalente	mg/L	2	0.57 / 0.074	< 0.005	<0.03	< 0.005	<0.03	< 0.005	<0.03
Bifenilos policlorados (PCB)	mg/L	SR	- / 0.000014	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002
Dureza cálcica	mg/L $CaCO_3$	300	-	23	31	39	33	35	36
Materia flotante	-	ausencia	-	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia
Aceites y grasas	mg/L	ausencia	-	9	8	9	9	8	7

Tabla 5.2.2.3.a
Análisis de calidad del agua en muestras del río Paraguay, en el AII

Parámetro	Unidad	Resolución SEAM N° 222/2002	EPA (1)	Puntos					
				Py 1 – Arriba Punto captación		Py 2 – Medio Punto aguas arriba del vertido de efluentes		Py 3 – Abajo Punto aguas abajo del vertido de efluentes	
				C1	C2	C1	C2	C1	C2
Coliformes Totales	NMP/100 mL	Informativo	-	54,200	9,180	> 240,000	5,420	24,000	5,420
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	1,000	-	542	348	1,750	330	700	348
Pesticidas									
Endosulfan I y II	mg/L	0.056	0.00022 / 0.000056	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010
Diazinon	mg/L	0.005	0.00017 / 0.00017	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
4,4 DDT	mg/L	0.002	0.0011 / 0.000001	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005
Endrin	mg/L	0.002	0.000086 / 0.000036	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Elementos químicos									
Aluminio (Al)	mg/L	0.2	-	2.6	1.46	1.92	1.43	2.43	1.37
Hierro soluble (Fe)	mg/L	0.3	- / 1	2.1	1.0	2.1	1.0	2.1	1.0
Sodio (Na)	mg/L	200	-	5	18	5	14	5	13
Selenio (Se)	mg/L	0.01	-	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Manganeso (Mn)	mg/L	0.1	-	0.32	<0.05	0.32	<0.05	0.30	<0.05
Bario (Ba)	mg/L	2	-	0.07	0.06	0.07	0.06	0.07	0.06
Arsénico (As)	mg/L	0.01	0.34 / 0.15	0.003	0.002	0.003	0.003	0.003	0.002
Plomo (Pb)	mg/L	0.01	0.065 / 0.0025	0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.001
Cadmio (Cd)	mg/L	0.001	0.0018	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005
Cobre (Cu)	mg/L	1	-	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05

Tabla 5.2.2.3.a
Análisis de calidad del agua en muestras del río Paraguay, en el AII

Parámetro	Unidad	Resolución SEAM N° 222/2002	EPA (1)	Puntos					
				Py 1 – Arriba Punto captación		Py 2 – Medio Punto aguas arriba del vertido de efluentes		Py 3 – Abajo Punto aguas abajo del vertido de efluentes	
				C1	C2	C1	C2	C1	C2
Estaño (Sn)	mg/L	2	-	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
Mercurio total (Hg)	mg/L	SR	0.0014 / 0.00077	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005
Níquel (Ni)	mg/L	0.025	0.47 / 0.052	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001
Zinc (Zn)	mg/L	3	0.12 / 0.12	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
Fósforo total (P)	mg/L	0.050	-	0.37	0.12	0.34	0.10	0.34	0.10

SR: sin referencia.
C1 – Primera campaña. C2 – Segunda campaña.
(1) Criterios recomendados de calidad del agua - Tabla de criterios para la vida acuática. Agua dulce – agudo / crónico. https://www.epa.gov/wqc/national-recommended-water-quality-criteria-aquatic-life-criteria-table#table

ATC

También relacionado a los parámetros orgánicos, se verifica que el nitrógeno total y fósforo total superaron los límites establecidos por la legislación para aguas Clase 2 en C1 y C2. La extrapolación fue por lo menos de 2 y 1.5 veces al límite de nitrógeno total y 6.8 y 2 veces superior al límite de fósforo total, respectivamente en C1 y C2 (**Tabla 5.2.2.3.a**). En cuanto al oxígeno disuelto (OD), los resultados no cumplieron el límite mínimo de 5 mg/L en C1 y las concentraciones fueron 3 veces o más bajas que ese valor. Estos resultados, asociados a la presencia de bancos de macrófitos y grandes cantidades de algas en el lugar de recogida, según las observaciones del equipo del laboratorio durante la campaña, son indicativos de la eutrofización del cuerpo de agua. El equipo también informó haber observado peces muertos en el lugar durante C1. A este respecto, se comenta que el Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES) recogió muestras de agua en el río Paraguay en marzo de 2023, durante el mismo período de C1, para investigar las causas de la mortandad de peces en la región, y los resultados de los análisis de OD también indicaron valores muy bajos. No es posible precisar las causas exactas de estos valores bajos, pero según los expertos del MADES, pueden ser el resultado de la crecida del río y del calor[1] propio de esa época del año, que aumentan la concentración de materia orgánica en el agua y la demanda de oxígeno. En C2, realizada en junio de 2023, los valores de OD fueron superiores a los de C1 y cumplieron el límite establecido en la legislación.

A pesar de las bajas concentraciones de OD en el agua registrados en C1, la DBO en el mismo período, en los tres puntos de muestreo, se mantuvo dentro del límite establecido en la legislación (≤ 5 mg/L), aunque en valores cercanos a este límite máximo, especialmente en el PY 1 (4.7 mg/L). La DBO es una medida de la demanda de oxígeno para la descomposición de la materia orgánica por parte de los microorganismos presentes en las muestras de agua y, por tanto, valores más altos son indicativos de una mayor carga orgánica en el agua. Sin embargo, es un indicador estimativo, obtenido a partir del análisis en laboratorio de muestras mantenidas a temperatura constante, y no considera condiciones como el calor y la turbulencia del agua (VALENTE *et al.*, 1997), a las que están sometidos los ambientes naturales. Así, es posible observar situaciones como la registrada en este estudio durante C1, donde los valores de DBO cumplen los límites máximos de la legislación, pero las concentraciones de OD evaluadas in situ están muy por debajo de lo permitido por esta legislación. Esto se debe a que el nivel de OD en el agua está influenciado por otros factores además de la descomposición de la materia orgánica, como las pérdidas a la atmósfera, la respiración de los organismos acuáticos y la oxidación de iones metálicos (ESTEVES, 1998). Sin embargo, ambos parámetros están relacionados entre sí y las oscilaciones en la tasa de OD dan lugar a oscilaciones en la concentración de DBO. Por lo tanto, el aumento de la concentración de OD durante C2 resultó en valores de DBO inferiores a los observados en C1.

En disconformidad con los padrones de calidad, la presencia de aceites y grasas también fue observada con concentración entre 7 y 9 mg/L en las muestras de los 3 puntos en ambas campañas. Tampoco se cumplieron los límites de color, aluminio y hierro soluble en ambas campañas, además de manganeso en C1. Para los demás parámetros se cumplieron los límites establecidos por la legislación para aguas Clase 2. Tomando en cuenta el cumplimento de la turbidez, se considera que la presencia de color refleja una mayor concentración de material disuelto que de material en suspensión en el agua. En general, el parámetro color indica la presencia de sustancias disueltas en el agua, como humus (materia orgánica procedente de la

[1] https://www.mades.gov.py/2023/03/12/muestras-de-agua-de-las-zonas-donde-se-denunciaron-mortandad-de-peces-seran-analizadas/

ATOME

degradación de materia vegetal), materia orgánica en estado coloidal procedente de aguas residuales domésticas y efluentes industriales, plancton, óxidos de hierro y manganeso (abundantes en diversos tipos de suelo) y algunos otros metales presentes en efluentes industriales (CETESB, 2018). Cabe destacar que el principal problema del color en el agua suele ser estético y no necesariamente está relacionado con problemas de contaminación (CETESB, 2018).

Para manganeso los valores no conformes observados en la primera campaña fueron 3 veces superiores al límite establecido por la Resolución y para el aluminio y el hierro soluble, los valores muestreados fueron al menos 6 y 3 veces superiores, respectivamente. Es posible que estas concentraciones más elevadas reflejen una característica del medio, ya que los muestreos realizados en la región en años anteriores para otro proyecto también indicaron valores superiores al límite para estos parámetros, como se comenta más adelante.

También existen datos de calidad de agua del río Paraguay referidos a otro proyecto ubicado en el AII de la Planta de ATOME, más específicamente la Planta de biodiesel de Omega Green. Estos datos provienen de la Evaluación de Impacto Ambiental realizada para este proyecto, y son de un muestreo realizado en diferentes fechas entre 2021 y 2022. Se realizaron diez muestreos en un mismo punto correspondiente al lugar elegido para la captación de agua del Proyecto de ATOME, es decir, el Py 1 que se muestra en la **Figura 5.2.2.3.a** anterior.

Los resultados de los análisis de Omega Green figuran en la siguiente **Tabla 5.2.2.3.b**, en la que también se incluyeron los estándares de calidad para aguas Clase 2 (Art. 3º) establecidos en la Resolución Nº 222/2002 para cada parámetro que esta resolución establece límites.

En la **Tabla 5.2.2.3.b** se marcaron en gris los resultados que superaron los límites de la Resolución Nº 222/2002. Como puede observarse, para el pH, zinc, cobre, sodio, sulfato, dureza cálcica, hierro disuelto y la serie de nitrógeno (Ntotal, nitrato y nitrito) se cumplieron los límites establecidos por la legislación para aguas Clase 2. También se cumplieron los límites de turbidez, sin embargo, para el color sólo dos muestras cumplieron el límite, con extrapolación de las otras ocho. Esto también demuestra que hay una mayor concentración de material disuelto que de material en suspensión en el agua.

En cuanto a la DBO_5, el 60% de los resultados cumplieron el límite, y las extrapolaciones de la mayoría de las demás muestras no fueron muy grandes.

Los valores de aluminio muestreados fueron de 1.5 a 6 veces superiores al límite establecido por la Resolución. En el caso del fósforo total, en el que todas las muestras superaban también el límite, la extrapolación fue de 2 a 3 veces superior al límite.

Las mayores extrapolaciones, sin embargo, fueron las de coliformes fecales. Aunque el límite es de hasta 1,000 coliformes/100 mL, algunas muestras dieron 11,000; 17,600; 26,000 e incluso 188,000 coliformes/100 mL. Los valores para *Scherichia coli* no están establecidos por la Resolución, pero se observa que los resultados son altos para las mismas muestras que resultaron en altos coliformes fecales.

Tabla 5.2.2.3.b
Análisis de calidad de agua en muestras del río Paraguay, en el AII – Proyecto Omega Green

Análisis de calidad de agua superficial Río Paraguay	MUESTRA		#01	#02	#03	#04	#05	#06	#07	#08	#09	#10
	FECHA DE COLECTA	Resolución SEAM Nº 222/2002	22/11/2021	29/11/2021	09/12/2021	15/12/2021	02/02/2022	16/02/2022	03/03/2022	18/03/2022	01/04/2022	18/04/2022
	FECHA DE RESULTADO		07/12/2021	14/12/2021	22/12/2021	30/12/2021	16/02/2022	03/03/2022	18/03/2022	02/04/2022	16/04/2022	03/05/2022
Parámetro	**Unidad**											
Grasas y Aceites	mg/L	Virtualmente ausentes	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Alcalinidad total y fenolftaleína	mg/L		26,50	28.0	28.50	28.50	30.50	25.00	31.50	30.00	30.00	30.00
Aluminio	mg/L	0.2	1.005	0.770	0.600	0.910	0.670	1.029	0.630	0.634	1.198	0.328
Nitrógeno amoniacal	mg/L		0.008	0.108	0.009	0.082	0.040	0.089	0.024	0.068	0.072	0.283
Bicarbonatos	mg/L		23.50	25.90	27.47	25.93	27.14	20.75	30.00	27.75	28.20	24.45
Calcio	mg/L		14.30	9.40	10.20	10.20	9.81	8.81	8.41	8.80	8.82	8.40
Carbonatos	mg/L		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Zinc	mg/L	3.0	0.011	0.009	0.039	0.037	0.025	0.006	0.013	0.020	0.250	0.029
Cobre	mg/L	1.0	<0.033	0.057	0.103	<0.033	<0.033	<0.033	<0.033	0.047	<0.033	<0.033
Dióxido de carbono CO2	mg/L		2.92	2.10	1.03	2.57	3.36	4.25	1.50	2.25	1.80	5.55
Cloruro	mg/L		17.8	60.52	44.38	36.72	18.17	16.73	15.93	18.78	17.97	9.10
Coliformes totales	UFC		16,000	800,000	17,600	66,000	4,800	77,000	80,000	32,800	20,000	52,000
Coliformes fecales	UFC	1,000	2,000	188,000	1,220	11,000	3,300	5,480	26,000	17,600	1,600	6,800
Escherichia coli	UFC		0	160,000	1,080	8,800	2,160	5,000	24,000	16,000	1,200	6,400
Color	Pt/Co	75	80	200	125	120	45	150	70	100	90	125
Conductividad eléctrica	uS/cm		181.6	289.0	301.0	206.0	119.3	123.7	130.9	129.7	128.8	100.5
Dureza total	mg/L		45.90	40.80	38.70	35.70	30.60	27.00	30.00	32.00	30.00	28.00
Dureza cálcica total	mg/L	300	22.40	23.40	25.50	25.50	24.40	22.00	21.00	22.00	22.00	21.00
Dureza magnésica total	mg/L		13.30	17.40	13.20	10.20	6.20	5.00	9.00	10.00	8.00	7.00
Ortofosfato	mg/L		0.094	0.077	0.097	0.081	0.092	0.121	0.089	0.081	0.083	0.085
Fosforo Total	mg/L	0.05	0.133	0.131	0.110	0.094	0.101	0.141	0.125	0.087	0.122	0.122
Hierro Disuelto (Fe+2)	mg/L	0.3	0.246	0.155	0.303	0.284	0.165	0.027	0.089	0.021	0.191	0.086
Hierro Total (Fe+3)	mg/L		2.28	2.12	0.754	1.00	2.24	2.88	1.64	1.69	2.70	1.96
Magnesio	mg/L		2.48	4.23	3.21	2.48	1.50	1.21	2.18	2.43	1.94	1.70
Potasio	mg/L		1.89	2.50	0.38	0.51	2.79	3.25	1.58	2.62	3.00	3.12
Nitrato (como N-NO3)	mg/L	10	0.752	0.720	0.593	0.576	0.352	0.456	0.404	0.359	0.310	0.181
Nitrito	mg/L	1.0	0.010	0.020	0.239	0.053	0.022	0.022	0.028	0.046	0.016	0.007
Nitrógeno Total Kjeldahl	mg/L	0.6	0.060	0.316	0.120	0.120	0.122	0.196	0.085	0.128	0.206	0.398
pH	UpH	6.0 – 9.0	7.20	7.53	7.39	7.42	7.507	7.13	7.72	7.47	7.63	7.06
Sílice Reactiva	mg/L		17.49	17.57	18.76	19.52	21.06	18.55	22.48	20.93	19.44	18.81
Sólidos totales	mg/L		168.0	255.9	165.0	145.3	92.2	112.4	76.0	104.0	118.2	90.0
Sólidos suspendidos totales	mg/L		46	82.5	26.9	21.1	17.2	26.4	18.6	12.0	26.2	20.0
Sodio	mg/L	200	8.64	43.01	34.28	26.46	11.87	13.94	13.65	11.96	11.65	8.48
Sulfato	mg/L	250	5.19	10.02	9.73	9.92	<0.30	6.00	5.21	3.64	4.46	4.98
Temperatura de agua	Grados C.		29	28.7	30	29.0	30	28.0	30.6	28.2	24.0	25.0
Turbidez	UTN	100	64.40	85.90	56.90	33.80	46.50	64.90	39.40	38.10	30.80	28.20
D.B.O.5	mgO2/L	5	9.4	5.8	5.5	3.2	0.9	0.6	2.0	5.1	4.3	2.4
D.Q.O.	mgO2/L		25.67	34.06	47.60	20.00	13.72	30.39	20.38	30.05	82.52	38.11

ATOME

Aunque no hay límites para coliformes totales en la Resolución, se ve que son extremadamente altos para casi todas las muestras, especialmente para la del 29/11/2021, cuando alcanzó 800,000 coliformes totales/100 mL.

5.2.2.4
Principales Características Hidráulicas e Hidrológicas en el ADA

En el ADA se llevaron a cabo estudios hidrológicos e hidráulicos para determinar los niveles de aguas máxima y el patrón de escurrimiento en el ADA. Los resultados completos se presentan en el informe del **Anexo 3**.

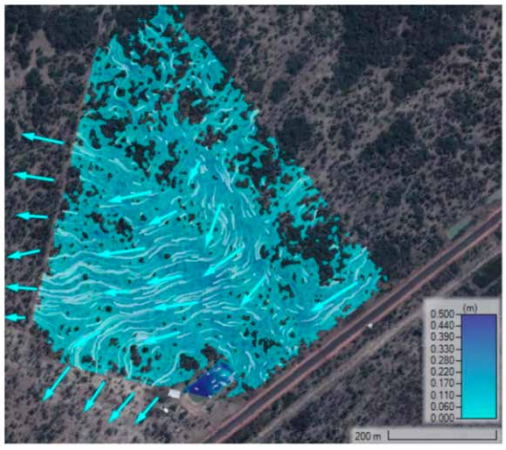
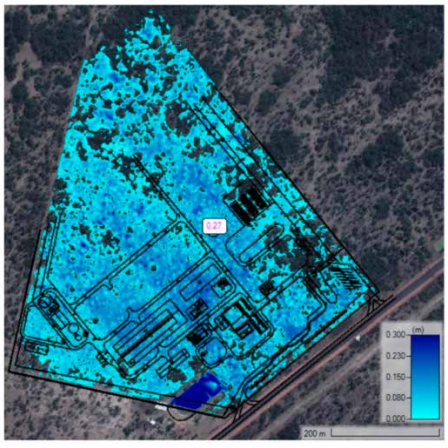
Conforme a los resultados, se verificó que el predio presenta un drenaje alterado motivado por la presencia de canalizaciones utilizadas para plantaciones de arroz y la presencia de obras de arte de la ruta Villeta-Alberdi, las cuales conducen el agua fuera del predio. Asimismo, se destaca el efecto dique de la ruta que actúa como una barrera ante el paso del agua hacia la propiedad de ATOME.

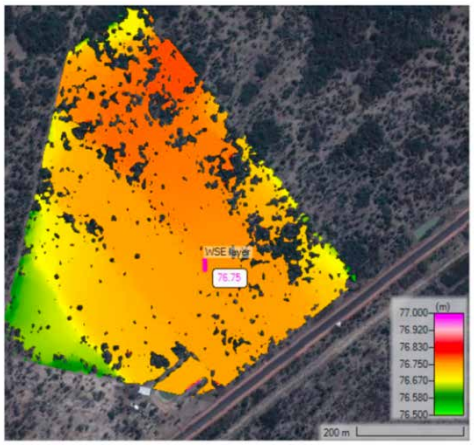
En ese sentido, las principales características encontradas se resumen a continuación:

- Las aguas pluviales son las principales fuentes de agua en el predio. Es decir, la lluvia que cae localmente en el terreno mismo, por lo cual, se deberán contar con canales perimetrales para el manejo de la escorrentía superficial siguiendo el patrón general de escurrimiento hacia el oeste (Ver **Figura 5.2.2.4 - A**).
- La profundidad máxima de agua se encuentra entre 25 y 30 cm para una recurrencia de 25 años (**Figura 5.2.2.4 - B**) y la cota de nivel de aguas máxima es de +76.80 (**Figura 5.2.2.4 - C**), por lo cual, se debe considerar una plataforma para la construcción de la industria de +77.80 e inclusive superior para generar una pendiente mínima de 0.5% al sistema de drenaje pluvial interno de la industria.
- El predio se encuentra a una cota media (+76.50) que podría recibir un impacto no significativo por inundación del Río Paraguay, dado que estos niveles se alcanzan en promedio cada 150 años (+77.26) (Motivo de la elevación del nivel del terreno mediante relleno).

ATOME PLC

Figura 5.2.2.4
Resultados de los estudios hidrológicos e hidráulicos

	
A - Patrón de escurrimiento en el ADA.	B - Profundidad de agua en el predio

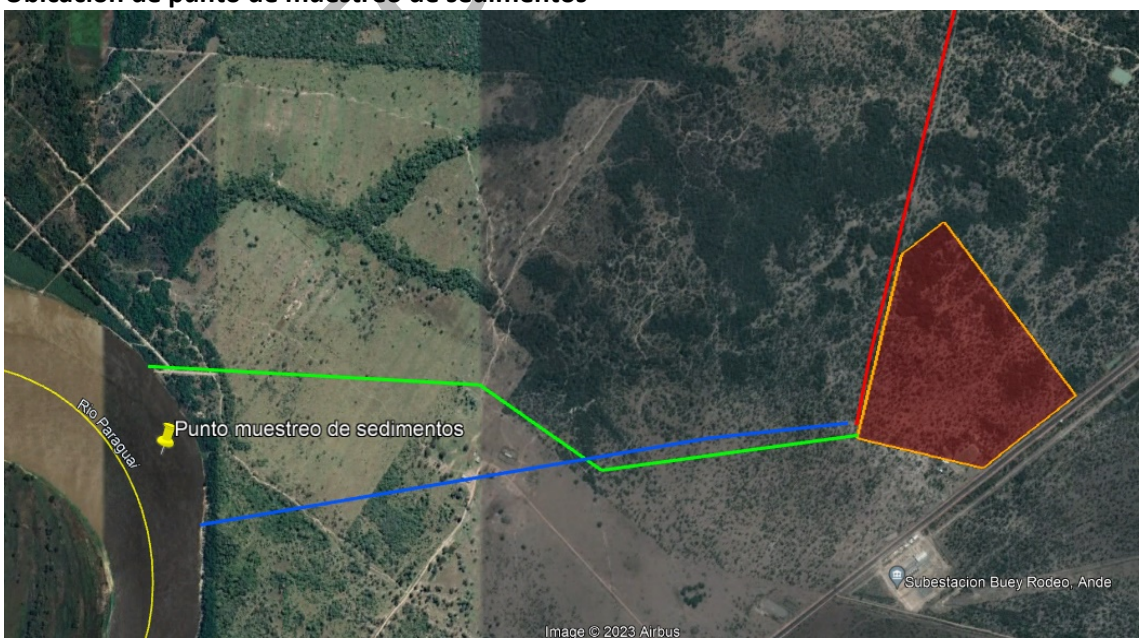
	
C - Cota del nivel de aguas máxima.	

Fuente: Informe en el **Anexo 3**.

5.2.2.5
Calidad de los Sedimentos

En el local donde el Proyecto prevé la captación de agua y el vertido de efluentes tratados, se recolectó una muestra de sedimentos de fondo del río Paraguay para análisis de la calidad existente de los mismos. La recogida se llevó a cabo en el punto medio entre los dos emplazamientos que tenían más probabilidades de ser elegidos para la captación de agua y el vertido de efluentes tratados del Proyecto, en las coordenadas 25.710233S, -57.726728W, conforme se muestra en la **Figura 5.2.2.5.a**.

Figura 5.2.2.5.a
Ubicación de punto de muestreo de sedimentos



La muestra fue tomada el 19 de septiembre de 2023 por un técnico del Laboratorio de Calidad de Agua de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - FACEN de la Universidad Nacional de Asunción. A continuación, se muestran algunas fotos tomadas durante la recogida.

ATOME PLC




Fotos 01 y 02: Muestreo de sedimentos de fondo en el río Paraguay.

La muestra de sedimento se recogió utilizando una draga manual tipo Van Veen de 5 litros de volumen, utilizada para recoger muestras en ambientes de fondo no consolidado. El sedimento recogido se introdujo en una bolsa de plástico hermética que fue debidamente identificada y enviada al laboratorio de la FACEN para análisis de una serie de parámetros físicos y químicos, incluidos los metales.

Dado que no existe legislación paraguaya relacionada con la calidad de los sedimentos, los resultados obtenidos se compararon con los límites establecidos por las Guías canadienses sobre la calidad de los sedimentos para la protección de la vida acuática (Tabla 1. Directrices provisionales sobre la calidad de los sedimentos de agua dulce), del Consejo de Ministros del Ambiente de Canadá (CCME) y también los límites del British Columbia Ministry of Environment (BC MOE Working Guidelines for Sediments).

Los resultados de estos análisis se presentan en **Tabla 5.2.2.5.a** y se discuten a continuación, considerando los límites de la Tabla 1 de las Guías canadienses mencionadas. El Protocolo Canadiense establece dos valores guía: el TEL (*Threshold Effect Level*) y el PEL (*Probable Effect Level*). Estos valores guía se basan en las concentraciones totales y en la probabilidad de ocurrencia de efectos perniciosos en la biota como resultado de su exposición a dichos niveles de concentración. El límite menor (TEL) representa la concentración por debajo de la cual se esperan raramente efectos adversos para los organismos acuáticos. El límite mayor (PEL), por otro lado, representa la concentración por encima de la cual se esperan frecuentemente efectos adversos para los organismos (VILLA, 2011). En la faja entre TEL y PEL se sitúan los valores donde ocasionalmente se espera la ocurrencia de tales efectos (SILVÉRIO, 2003). Las categorías de nivel de efecto del BC MOE son equivalentes a las del CCME.

El informe del laboratorio se presenta en el **Anexo 2**.

Los resultados de los análisis de sedimentos indicaron valores inferiores al PEL para todos los parámetros evaluados, que tienen valores de referencia establecidos por el CCME y/o por el BC MOE (**Tabla 5.2.2.5.a**). La mayoría de estos parámetros también mostraron concentraciones por debajo del TEL, el rango de efectos mínimos dentro del cual raramente se producen efectos adversos sobre la biota acuática. La excepción fue el parámetro níquel, para el que se registró un valor en el intervalo entre el TEL y el PEL del BC MOE, un intervalo en el que ocasionalmente pueden producirse efectos adversos en la biota acuática.

ATOME PLC

El níquel se encuentra de forma natural en el suelo, el agua, el aire y la biosfera en concentraciones muy bajas. Llega a la hidrosfera a través de la eliminación de la atmósfera (deposición seca y húmeda), la erosión del suelo y las rocas, los residuos urbanos y los efluentes industriales (CETESB, 2022). Este metal también se encuentra en los fertilizantes y enmiendas del suelo utilizados en las zonas agrícolas (FILIZOLA *et al*., 2002) y puede depositarse en los sedimentos por precipitación, complejación, adsorción en la arcilla y agregación con la biota acuática (CETESB op.cit.). La presencia de níquel en concentraciones superiores al nivel de efecto límite (TEL) en la zona de estudio puede ser el resultado de la deposición de material transportado desde las zonas cultivadas de la región y merece atención, ya que existe un potencial de contaminación de la columna de agua en caso de resuspensión de sedimentos, debido a causas naturales o antropogénicas, como el dragado de sedimentos.

ATOME PLC

Tabla 5.2.2.5.a
Resultados de los análisis de calidad de la muestra de sedimentos

				CCME		BC MOE	
Parámetro	**Método**	**Unidad**	**Resultado**	**TEL**	**PEL**	**TEL**	**PEL**
Temperatura	SM 2550 B	°C	25.0	-	-	-	-
Humedad	Gravimétrico - NN	% p/p	40.6	-	-	-	-
Fósforo total	SM 4550-P B, SM 4550-P E	mg/kg	103.0	-	-	-	-
Sólidos totales	SM 2540 B	mg/kg	351.85	-	-	-	-
NTK (como N)	SM 4550-N B	mg/kg	7.30	-	-	-	-
N-Organico Disuelto (como N)	SM 4550-N B	mg/kg	5.00	-	-	-	-
Aluminio (Al)	SM 3500-Al D	mg/kg	6.65	-	-	-	-
Boro (B)	SM 4500-B B	mg/kg	< 5.0	-	-	-	-
Hierro Total (Fe^{+3})	SM 3500-Fe D	mg/kg	2,597.50	-	-	21,200	43,766
Cadmio (Cd)	SM 3500-Cd B	mg/kg	0.30	0.6	3.5	-	-
Cromo (Cr) Total	SM 3500-Cr D	mg/kg	6.90	37.3	90	-	-
Cromo (+6) hexavalente	SM 3500-Cr D	mg/kg	1.33	-	-	-	-
Níquel (Ni)	SM 3030, SM 3500-Ni B	mg/kg	22.50	-	-	16	75
Plomo (Pb)	SM 3500-Pb B	mg/kg	< 0.1	35	91.3	-	-
Plata (Ag)	SM 303, SM 3500-Ag B	mg/kg	9.60	-	-	-	-
Mercurio (Hg) total	SM 3500-Hg B	mg/kg	< 0.1	0.17	0.486	-	-
Zinc (Zn)	SM 3030, SM 3500-Zn B	mg/kg	50.30	123	315	-	-

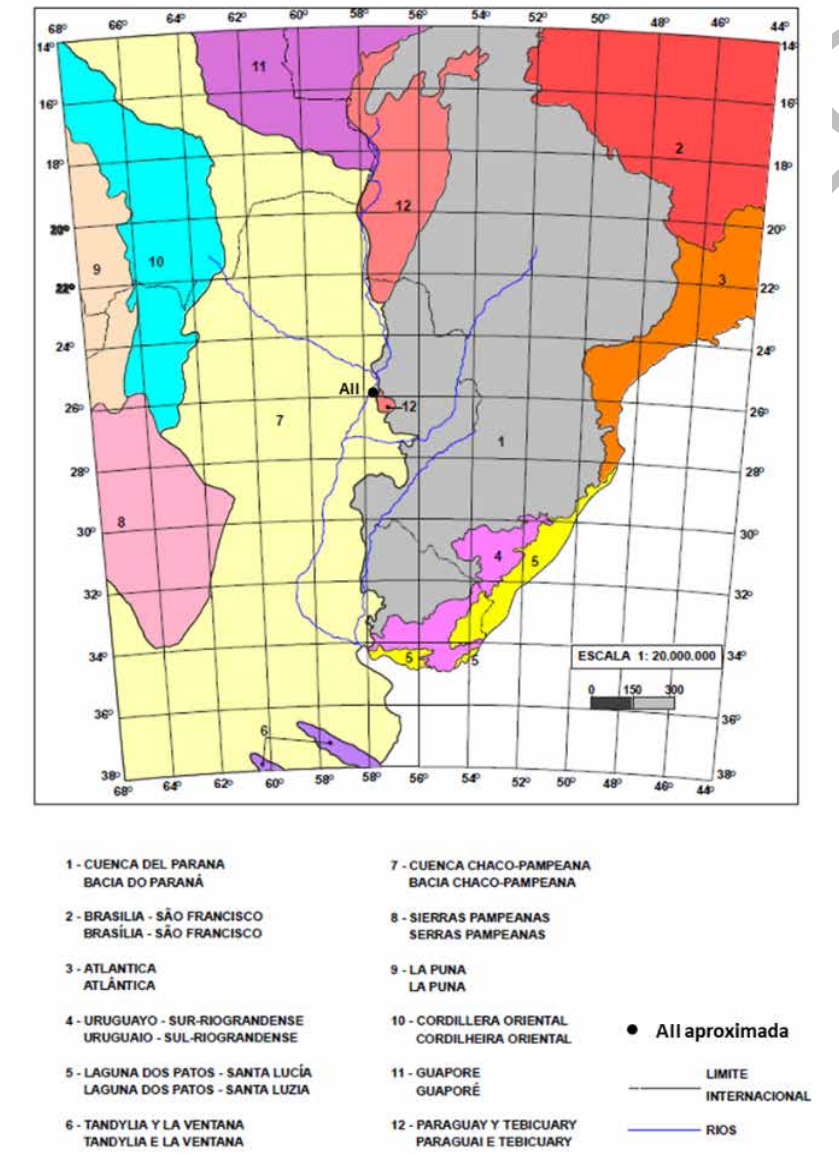
ATOME PLC

5.2.3
Geología y Geotecnia

5.2.3.1
Geología

El AII se ubica en el borde oriental de la Provincia Geológica Morfoestructural Cuenca Chaco-Pampeana (LOPES, 2001), cercana a la Provincia Cuenca del Paraná, como se muestra en la **Figura 5.2.3.1.a**.

Figura 5.2.3.1.a
Provincias Geológicas Morfoestructurales – Cuenca del Plata y Áreas Adyacentes



Fuente: Modificado de LOPES, 2001.

La Cuenca Chaco-Pampeana se caracteriza por ser una cuenca intraplaca, con origen en el Paleozoico, pero con secuencias sedimentarias que se extienden hasta el Cuaternario, dando a la misma un registro de unos 500 millones de años en sus estratos, aunque con algunos vacíos. El espesor medio de todos los sedimentos que componen la cuenca es de unos 4 km, alcanzando un espesor máximo de hasta 6 km (DRAGONE, 2013).

Su desarrollo se considera complejo y está marcado por varias fases de hundimiento y levantamiento, identificándose en la cuenca las siguientes secuencias deposicionales: Cambro-Ordovícico, Siluro-Devónico, Neopaleozoico, Mesozoico y Cenozoico.

La Cuenca del Paraná, también con origen en el Paleozoico, presenta varias secuencias sedimentarias y espesores de sedimentos que alcanzan cerca de 7 km. Según Milani *et al*. (1998) se reconocen seis supersecuencias que reflejan los ciclos de deposición y hundimiento, en particular: Supersecuencia Río Ivaí (Ordovícico-Silúrico), Supersecuencia Paraná (Devónico), Supersecuencia Gondwana I (Carbonífero-Eotriasico), Gondwana II (Meso-NeoTriásico), Gondwana III (Neo Jurásico-Eocretácico), Magmatismo de Serra Geral y Supersecuencia de Bauru (Cretácico Inferior), esta última asociada al final de sus ciclos de depósito.

Según el Mapa Geológico del Paraguay (SSME, 2014) y Mapa Geológico de la Hoja 5469 - Paraguarí (BARTEL *et al*., 1996), en el área de estudio se encuentran Sedimentos Cuaternarios (Qa), asociados a la Cuenca Chaco-Pampeana, además de ocurrencias de rocas del Grupo Caacupé (Sc2). Estas últimas se consideran pertenecientes a la Supersecuencia Río Ivaí da Cuenca del Paraná. Las unidades estratigráficas de las rocas encontradas en el AII se presentan en la **Tabla 5.2.3.1.a**.

Tabla 5.2.3.1.a
Unidades estratigráficas que ocurren en el AII

ERA	PERÍODO	UNIDAD TECTÓNICA	UNIDADES LITOSTRATIGRÁFICAS	
Cenozoico	Cuaternario	Cuenca Chaco-Pampeana	Qa-Sedimentos Cuaternarios	Arena, arcilla, limo y lentes de grava.
Paleozoico	Ordoviciano Siluriano	Cuenca del Paraná	Sc2- Grupo Caacupé	Conglomerados intercalados con areniscas arcoseanas y gruesas.

Fuente: SSME, 2014.

Las unidades identificadas se describen a continuación. En el **Mapa 5.2.3.1.a – Mapa de Geología** se presenta la respectiva distribución espacial.

Grupo Caacupé

El Grupo Caacupé se describe como compuesto por la Formación Paraguarí y las formaciones indiferenciadas Cerro Jhu y Tobatí (PROYECTO PAR 86; BARTEL *et al*., 1996). La Formación Paraguarí constituye la base del Grupo Caacupé, formado por un paquete de conglomerados clásticos. Los conglomerados están intercalados con areniscas arcosianas gruesas, especialmente en la parte superior del paquete.

La descripción típica incluye conglomerados polimícticos con clastos redondeados y subredondeados, con tamaños que van desde unos pocos centímetros hasta casi 30

ATOME PLC

centímetros. Los conglomerados consisten en cuarzo y, en menor medida, en clastos de riolita, gneis y cuarcita. La génesis de esta formación está relacionada con el entorno de los abanicos fluviales y los canales entrelazados.

La Formación Cerro Jhú y Tobatí Indiferenciadas consiste básicamente de areniscas arcósicas y areniscas sacaroidales. Desde la base se observa la presencia de areniscas gruesas con intercalación de conglomerados, que transgreden las areniscas más delgadas y mejor seleccionadas en las partes superiores de la formación. También incluyen areniscas arcoseanas, gruesas a promedias y bien estratificadas. La génesis se asocia a la sedimentación con facies continentales en la base, deltaica y marinas y zona expuesta a la transgresión.

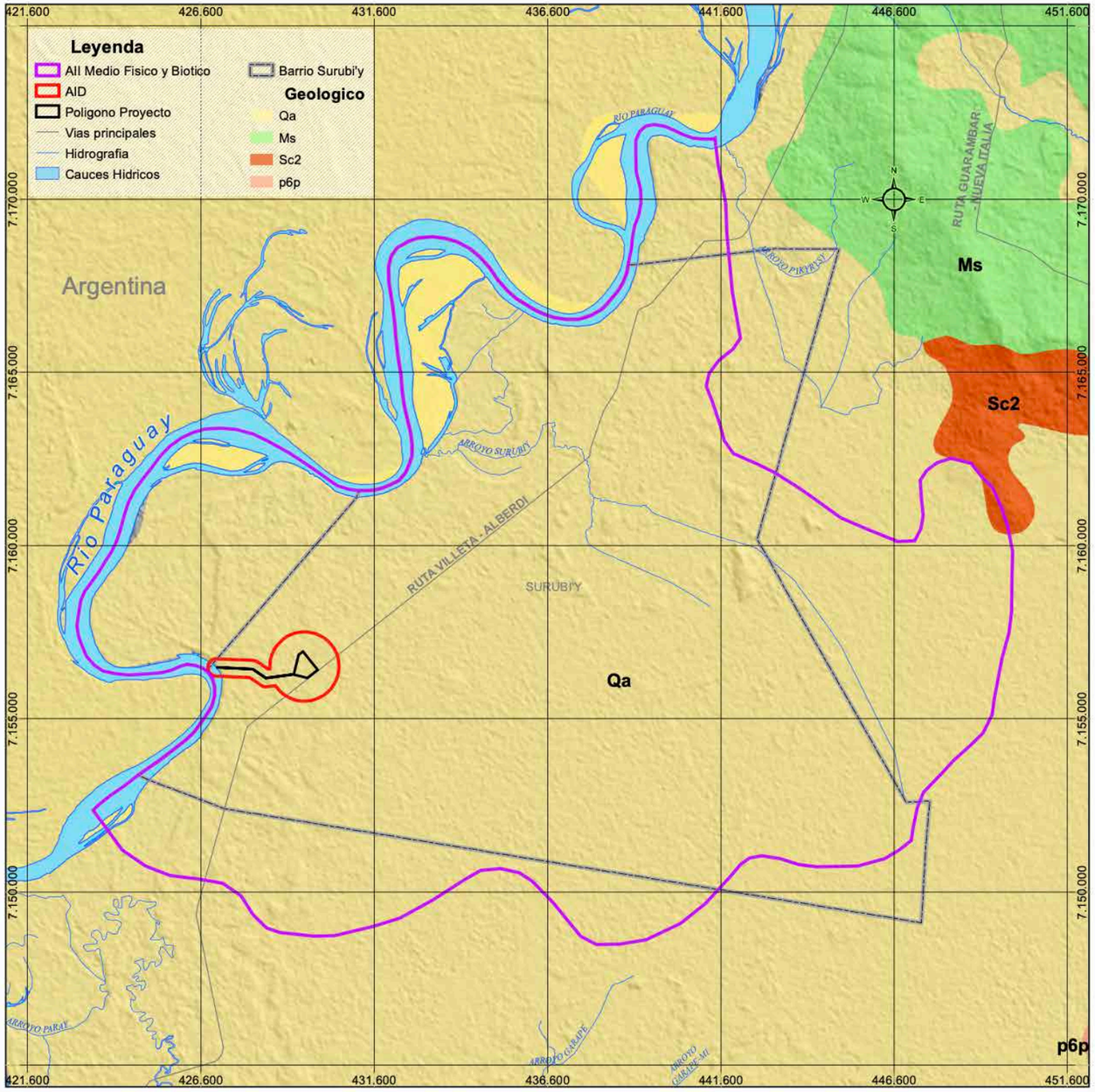
ATOME PLC

Mapa 5.2.3.1.a – Mapa de Geología

ATOME

Zona Franca y Planta de Producción de Hidrógeno, Amoniaco y Fertilizante Verdes de ATOME Paraguay S.A.
Estudio de Impacto Ambiental y Social (EIAS)

5.2.3.a - MAPA GEOLOGICO





Carátula Juridica Legal

Proponiente:	ATOME PARAGUAY S.A.
Lugar:	Puerto Sara
Localidad:	Central - Villeta
Distrito:	Villeta
Padrón:	16490
Superficie Total:	30 ha
Superficie a construir:	20 ha
Elaboración:	ATOME PARAGUAY S.A.
Fecha de Impresión:	25/10/2023

Fuente Cartográfica

Proponiente, DGEEC 2012
https://www.ssme.gov.py/vmme/images/mapa%20geologico/mapa%20geologico.rar
2023

Parámetros Cartográficos

Proyección UTM
Elipsoide WGS 84
Zona 21 J
Escala 1:125.000

Las rocas del Grupo Caacupé están indicadas en el **Mapa 5.2.3.1.a** en una porción restringida del AII del Proyecto, al noreste (**Foto 01**). Esta región incluye pequeños cerros de altitudes máximas de 20 m. De todo modo, detecciones de áreas de extracción de conglomerado, también llamado de ripio, al este de la Ruta Villeta-Alberdi y al norte del Arroyo Surubi'y, entre este y el Arroyo Pikysyry, también indican existencia de rochas del Grupo Caacupé en otras zonas del AII, aunque en extensiones limitadas.



Foto 01: Bloques de areniscas gruesas a medias y bien estratificadas, relacionadas con el Grupo Caacupé, observadas al norte del AII.

ATOME PLC

Sedimentos Cuaternarios

En el AII, los sedimentos cuaternarios están asociados a depósitos sedimentarios, depositados en una amplia faja a lo largo del río Paraguay y que marcan la planicie fluvial. Son consolidados a no consolidados y de texturas variables, compuestos por arenas arcillosas finas, arcillas orgánicas, arcillas limosas y, por veces, gravas.

Orué (1996) considera una amplia distribución de esta cobertura sedimentaria cuaternaria, en particular a lo largo de las llanuras del río Paraguay por lo que consideró una amplia franja de 900 km de longitud y una anchura media de 80 km.

En cuanto a los aspectos ambientales de la formación de sedimentos cuaternarios, este autor señala tres categorías o ambientes de formación, relacionados con la dinámica evolutiva del río: i) Terrazas Antiguas, ii) Llanuras de Inundación Subrecientes y iii) Llanuras de Inundación Actuales.

Los depósitos relacionados con las Terrazas Antiguas se depositan principalmente sobre depósitos del Ordovícico-Silúrico. Consisten en lateritas aluviales-coluviales, aluviales precorrientes y ferruginosas, además de detritos clásticos consolidados a no consolidados de grano fino a medio. Están ubicados en una franja discontinua a lo largo de las zonas topográficamente más altas y no inundables. En el AII se distribuyen por encima de los 60 m sobre el nivel del mar, principalmente entre los 60 y 70 m, cubriendo casi la totalidad del AII, excepto las zonas bajas ubicadas cerca del río Paraguay (**Foto 02**).

Los depósitos de las Llanuras Aluviales Subrecientes corresponden a áreas interfluviales periódicamente inundadas. Presentan una naturaleza arenosa, limo-arcillosa o conglomerada, constituyendo depósitos lateralmente discontinuos, ya que resultan del relleno de cauces por acreción vertical, por abandono de meandros o formación de diques marginales. Sus longitudes van desde cientos a miles de metros con espesores de hasta 20 m. En el AII se distribuyen en cotas inferiores a los 60 m sobre el nivel del mar, principalmente en las zonas bajas y ubicadas cerca del río Paraguay (**Foto 03**).

Por su parte, las Llanuras Actuales, formadas a partir de aluviones recientes, son de poco espesor con alrededor de 0.5 a 1 m y reflejan una sucesión de estratos que incluyen sedimentos acumulados por la dinámica actual del río, suelos desarrollados en llanuras fluviales, así como depósitos arenosos y conglomeráticos de acreción lateral. Constituyen las áreas a lo largo del río Paraguay sujetas a frecuentes inundaciones donde prevalecen las condiciones de deposición en un ambiente fluvial-lacustre y depósitos de bancos y de cauces (**Fotos 04 y 05**), incluso en sus afluentes, formando diques, barras de arenas, islas aluviales y depósitos de relleno de meandros abandonados.



Foto 02: Áreas de Depósitos de Terrazas Antiguas con suelos más evolucionados del tipo Aquic Paleudalf, en la zona de la Estancia Santa Lola, entre la Ruta Villeta-Alberdi y el Río Paraguay.



Foto 03: Depósitos aluviales subrecientes ubicados entre la desembocadura del Arroyo Zanja Mercedes y Amarradero Cargil Ypeka'e, con estratos muy arcillosos y suelos de alteración superficial del tipo Typic Udifluvent.



Foto 04: Planicie Aluvial Actual del Río Paraguay, localizada al oeste del Proyecto. En este punto extensos bancos de arena se encuentran sumergidos debido a la crecida del río.



Foto 05: Llanura aluvial actual del río Paraguay, ubicada cerca de Terport Villeta, donde los bancos de arena y los diques marginales son inundados por la crecida del río.

5.2.3.2
Geotecnia

Para la caracterización geotécnica del AID y ADA se consultó el informe geotécnico preliminar realizado para la Planta ATOME (TAF, 2023), además de estudios realizados para el proyecto de construcción de la Subestación Buey Rodeo (CÁCERES BÁEZ, 2019) y para el Proyecto Planta Industrial Omega Green (TAF, 2022), ambos ubicados cerca de la Planta de ATOME. Además, también se analizó la información del informe técnico sobre la perforación de pozos en el área del Proyecto ATOME (HIDROSERVIC, 2023). A continuación, se presenta información geotécnica de interés para el presente estudio.

Como resultados del informe de perforación de pozo en terreno de la Planta, hasta la profundidad de 96 m, fue posible verificar que toda la secuencia sedimentaria perforada corresponde a sedimentos que van de grano medio a arcillosos. Aportes de agua fueron identificados en dos profundidades: entre 30-42 m y entre 48-50 m, en estratos de areniscas intercaladas a capas más arcillosas.

Con relación a los estudios geotécnicos de la ADA de la Planta ATOME, fueron ejecutados nueve sondeos en suelos, con extracción de muestras y ensayos de SPT (*Standard Penetration Test*) a cada metro de perforación hasta la profundidad de 30.45 m.

El nivel freático fue encontrado entre 8.0 m y 8.7 m de profundidad, siendo señalado que esa posición es dependiente del régimen de precipitaciones y del nivel del río Paraguay. Los resultados de los ensayos SPT indicaron la presencia, hasta profundidades entre 5.00 m y 9.00 m, de arcillas limosas de color grisáceo amarillento, de compacidad media a baja, con valores de penetración NSPT en el orden entre 5 y 20.

Subyacente, y hasta profundidades entre 13 y 19 m, se encontró un estrato de predominancia de arcillas limosas o limos arcillosos, con intercalaciones arenosas, presentando resistencia variable, en algunos casos con picos a partir de los 12.00 m. En algunos sondeos con valores de penetración elevados (entre 20 y 40) y en otros se encontraron descensos importantes en los valores de penetración. El estrato inferior detectado fue considerado como constituido por material tipo arenas limosas o limos arenosos, densas a muy densas, con valores NSPT superiores o próximos a 50.

Esos datos en conjunto con otros ensayos realizados (CPTu y DPSH) y muestreos en calicatas permitieron caracterizar la presencia de un estrato superior de suelos finos, caracterizados principalmente como arcillas limosas, hasta profundidades que van hasta los 10.00 m a 15.00 m aproximadamente. Estos suelos presentan resistencia baja en los primeros 10.00 m a 12.00 m, luego con picos en profundidad. A partir de los 20.0 m aproximadamente, en todos los casos, se encuentran arenas limosas muy densas y sin presencia de rocas hasta los 40.0 m de profundidad.

El estudio geotécnico señaló que el estrato superior, de gran espesor, principalmente debido a una probable presencia elevada de sales, características dispersivas y elevados índices de expansión, no tiene buenas características para la reutilización de materiales de excavación para uso como rellenos. Luego, se debe tener cuidado para su uso como relleno, utilizándolos solamente previa estabilización. Alternativamente, se indicó el uso de préstamo seleccionado,

ATOME PLC

siendo opción por la disponibilidad más cercana los ripios explotados a noroeste del AII, al norte del Arroyo Surubi'y, entre ese y el Arroyo Pikysiry.

En el área de la Subestación Buey Rodeo se realizaron siete sondeos con profundidades de 8.45 m y se realizaron pruebas de penetración estándar (SPT), entre otros análisis. Durante los sondeos, realizados en agosto de 2019, no se detectó la presencia de napa de agua subterránea.

Del análisis de los perfiles de los sondeos en esta zona, se verificó desde la superficie y hasta la profundidad final de los sondeos un predominio de arcilla limosa, color gris con manchas pardas, amarillentas y marrones. Además, se observó la presencia de limo arcilloso entre profundidades de aproximadamente 4.50 m a 6.50 m.

En cuanto a la consistencia, los estratos presentan una consistencia variada, firme y muy firme en sectores, hasta el final de los sondeos. El número de golpes en la prueba SPT varió entre un mínimo de 7 y un máximo de 30, pero con predominio entre 10 y 20, indicando un predominio de suelos de consistencia dura.

En el área de Omega Green se realizaron 28 sondeos en suelos, con extracción de muestras y ensayos SPT. Las profundidades finales de los sondeos variaron de 25.10 m a 40.45 m. La capa freática fue encontrada entre 6,3 m y 7,8 m de profundidad. A título informativo, se señaló que durante el período en que se realizó el trabajo de campo, el nivel del río Paraguay se encontraba entre +1.50 y +2.09 en la regla hidrométrica de Villeta (julio de 2022).

Los resultados de los ensayos SPT indicaron la presencia, hasta profundidades entre 2.00 m y 6.00 m de arcillas limosas de color grisáceo amarillento, de compacidad media a baja, con valores de penetración NSPT en el orden entre 5 y 20. Subyacente, se encontró un estrato de predominancia de arenas limosas, con intercalaciones de arcillas limosas o arenas arcillosas, presentando resistencia variable, extendiéndose hasta más 30,00 m de profundidad.

Los NSPT variaron entre 20 y 40 en algunos sondeos y en otros se encontraron descensos importantes en los valores de penetración. De todas formas, en la mayoría de los casos hubo una disminución de resistencia en el rango de influencia de variación del freático. Aproximadamente a 30 m de profundidad, se detectó un estrato compuesto por arcillas limosas de color grisáceo con consistencias medias a duras (NSPT representativo entre 20 y 40).

Con base en los ensayos CPTU, con el fin de obtener parámetros de permeabilidad y coeficientes de consolidación, se observó en todos los casos un estrato superior, de espesor variable entre 3.00 m y 6.00 m de material de grano fino, clasificado principalmente según el ensayo como arcillas limosas. Seguidamente, y hasta el final de los sondeos realizados (hasta 25m de profundidad), se encontró un estrato predominante de arenas limosas, con intercalaciones arcillosas. En todos los casos, también se reportó la ocurrencia de material muy denso, altamente sobre consolidado (OCR elevados) en los primeros 2.00 m a 3.00 m. Estos altos valores de OCR se traducen en valores de resistencia al corte no drenado también elevados en los primeros metros.

ATOME PLC

Las calicatas confirmaron la ocurrencia de suelos estables a excavaciones de hasta aproximadamente 3 m, debido principalmente a la presencia de estrato de arcillas limosas. A su vez, los ensayos de permeabilidad en campo también mostraron la impermeabilidad de la capa inicial, especialmente en los casos en que es muy dura, en los primeros 2.00 m a 3.00 m.

Así, se confirmó que las acumulaciones de agua en la superficie ocurren fácilmente después de la precipitación, no solo por la topografía plana, sino también por la formación de un nivel de agua en suspensión, formado encima del extracto arcilloso e impermeable.

Los ensayos químicos realizados a muestras del estrato superior, obtenidas de calicatas y sondeos, identificaron la presencia de sulfatos de alta solubilidad en algunos casos, lo que implica que estos pueden presentar una agresividad química débil al concreto.

Con respecto a los ensayos de dispersión tipo Crumb, realizados en 7 muestras, recolectadas a profundidades entre 1.5 y 2 m, se encontró que 2 fueron clasificadas como no dispersivas, 1 ligeramente dispersiva, 2 dispersivas y 2 altamente dispersivas. Sin embargo, con la prueba Pinhole, realizada en 5 muestras (obtenidas a profundidades superiores a 2 m), 3 se consideraron no dispersivas y 2 ligeramente dispersivas.

En todo caso, las inspecciones de campo realizadas por el equipo TAF (2022), también mostraron indicios de presencia de suelos dispersivos y con formación de tubificaciones y deterioro de taludes y suelo en superficie.

Lo mismo también se observó durante las visitas de campo del presente estudio, especialmente a lo largo del borde del Arroyo Zanja Mercedes y en sus inmediaciones, donde se observaron tuberías paralelas a la Ruta Villeta-Alberdi (**Foto 06**). Además, también se notaron procesos erosivos en el borde del Arroyo Surubi'y, así como en el borde del río Paraguay, algunos resultando en puntos de sedimentación relacionados con estos drenajes. En puntos de este último también se observaron intensos procesos erosivos con turbificación, principalmente en lugares con implantación de movimientos de tierra (cortes y terraplenes) (**Foto 07**).

ATOME PLC



Foto 06: Procesos erosivos cerca del borde del Arroyo Zanja Mercedes.



Foto 07: Tubificaciones y otros procesos erosivos en el margen del río Paraguay en un tramo con implantación de movimiento de tierras.

A partir de los datos secundarios recopilados, atributos obtenidos en los estudios geotécnicos realizados en el ADA y alrededores del Proyecto, además de las observaciones de campo, fue posible identificar las características principales de los materiales geológicos presentes y respectivas condiciones geotécnicas potenciales que requerirán buenas prácticas de gestión durante la construcción, las cuales se muestran en la **Tabla 5.2.3.2.a**.

Tabla 5.2.3.2.a
Características principales/Condiciones geotécnicas de los sedimentos cuaternarios que ocurren en el área de la Planta de ATOME y entorno

TIPOS DE MATERIALES	CONDICIONES GEOTÉCNICAS POTENCIALES
Sedimentos Cuaternarios Arena, arcilla, limo y lentes de grava.	• Inundaciones estacionales en las Llanuras de Inundación Actuales y ocasionales en las Llanuras Subrecientes; • Inundaciones en áreas de relieve plano y con capa freática suspendida sobre estratos arcillosos; • Erosión lateral y vertical del cauce y bordes durante la época de lluvias y/o en el caso de terraplenes, incluyendo deslizamientos y caída de bloques de suelos; • Posibilidad de estabilidad precaria de los muros de excavación, principalmente a profundidades mayores que 3 m; • Baja capacidad de apoyo en puntos donde ocurren estratos inconsistentes; • Formación de tubificaciones en suelos dispersivos; • Represión de fundaciones y de las redes subterráneas en caso de suelos dispersivos superficiales; • Sedimentación intensa de canales de drenaje; • Necesidad de utilizar material de préstamo en áreas con suelos dispersivos, con presencia de sales e índices de expansión elevados.

ATOME PLC

5.2.4
Hidrogeología

Para los levantamientos sobre la hidrogeología de las áreas de estudio del Proyecto se consultó el Mapa Hidrogeológico de la Cuenca del Plata (CIC; CPRM, 2015) y su nota explicativa (DINIZ *et a*l., 2015). Así, se analizaron las distribuciones de unidades hidrogeológicas en el AII y AID, tipos de acuíferos, litologías componentes y estimaciones de productividad. Esta información se complementó con los datos presentados en el Estudio Hidrogeológico realizado para el Proyecto ATOME (VICTOR GONZÁLEZ ASOCIADOS, 2022) y el informe de análisis químico del agua del pozo ubicado en el sitio, realizado por el Laboratorio de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Asunción.

Considerando la geología del AII y AID, constituida predominantemente por Sedimentos Cuaternarios, se distingue en el área de estudio del Proyecto la ocurrencia de unidades hidroestratigráficas granulares, donde el agua se encuentra en los poros de los depósitos sedimentarios, es decir, en los espacios (primarios y/o secundarios) entre los granos.

Según el Mapa Hidrogeológico de la Cuenca del Plata (CIC; CPRM, 2015), todo el AII y AID se ubican en la unidad hidroestratigráfica denominada Qa – Sedimento Cuaternario, como se observa en el **Mapa 5.2.4.a – Mapa Hidrogeológico**, constituida por depósitos de arenas,

limos, arcillas, gravas y conglomerados. La caracterización hidráulica regional de esta unidad la clasifica en clase Gr(4), es decir, de unidad hidroestratigráfica granular de productividad normalmente baja pero localmente moderada, lo que significa que el suministro de agua es suficiente para satisfacer el abastecimiento local o el consumo privado.

En cuanto a la salinidad del agua subterránea en la región, considerando los valores de la conductividad eléctrica de las muestras analizadas, que representan una aproximación del contenido total de sales disueltas, el AII se ubica en el rango de 500 – 1000 µS/ cm (DINIZ *et al*., 2015). Aún de acuerdo con estudios regionales en la Cuenca del Plata, el acuífero del AII se encuentra en un área clasificada como de medio a alto grado de susceptibilidad natural a ser afectado por una carga contaminante.

Sobre la contaminación y salinización de los acuíferos regionales, estudios realizados en Gran Asunción indican que la vulnerabilidad del Acuífero Patiño a la contaminación aumenta donde el nivel freático es bajo y donde hay perforaciones muy profundas, con bombeo excesivo, que favorecen la salinización de las aguas. En una faja de 2 a 8 km de ancho frente al río Paraguay se verificó la presencia de agua salada desde de una profundidad ligeramente variable. Para la intrusión de agua salada, aunque esta requiere condiciones geohidráulicas que la favorezcan, se consideró el origen del Chaco a su paso por el río Paraguay (SEAM; BID, 2017).

El estudio hidrogeológico realizado para el Proyecto de la Planta de ATOME (VICTOR GONZÁLEZ ASOCIADOS, 2022), también considera la posibilidad de salinización de las aguas subterráneas locales, con bombeo continuo, debido a posibles incrementos de mineralización por sales naturales, por influencias de sedimentos chaqueños húmedos.

En cuanto a la productividad del pozo perforado en el área del Proyecto, se determinó un caudal máximo de exploración de 50,000 litros por hora, con un nivel dinámico ubicado a una profundidad de 22 m y con una profundidad máxima de 96 m (HIDROSERVIC, 2023). Por lo que, en vista de lo anterior, el informe técnico sobre la perforación del pozo recomienda no superar este caudal máximo y realizar un control periódico de la salinidad del agua en relación con el caudal bombeado. Además, el estudio también confirmó que litológicamente el acuífero local corresponde a formaciones geológicas del Cuaternario, con posibilidades hidrogeológicas bajas a regulares en el área de interés.

Con el fin de caracterizar la calidad del agua del pozo tubular profundo ubicado en el área del Proyecto, se tomaron muestras el 30/01/2023 y se realizaron ensayos químicos. Los resultados de los análisis químicos fueron comparados con la Referencia Paraguaya NP 2400180/11 – Sexta edición. Agua Potable – Requisitos generales. Como incumplimiento de estos requisitos se mencionan los de la **Tabla 5.2.4.a** a continuación.

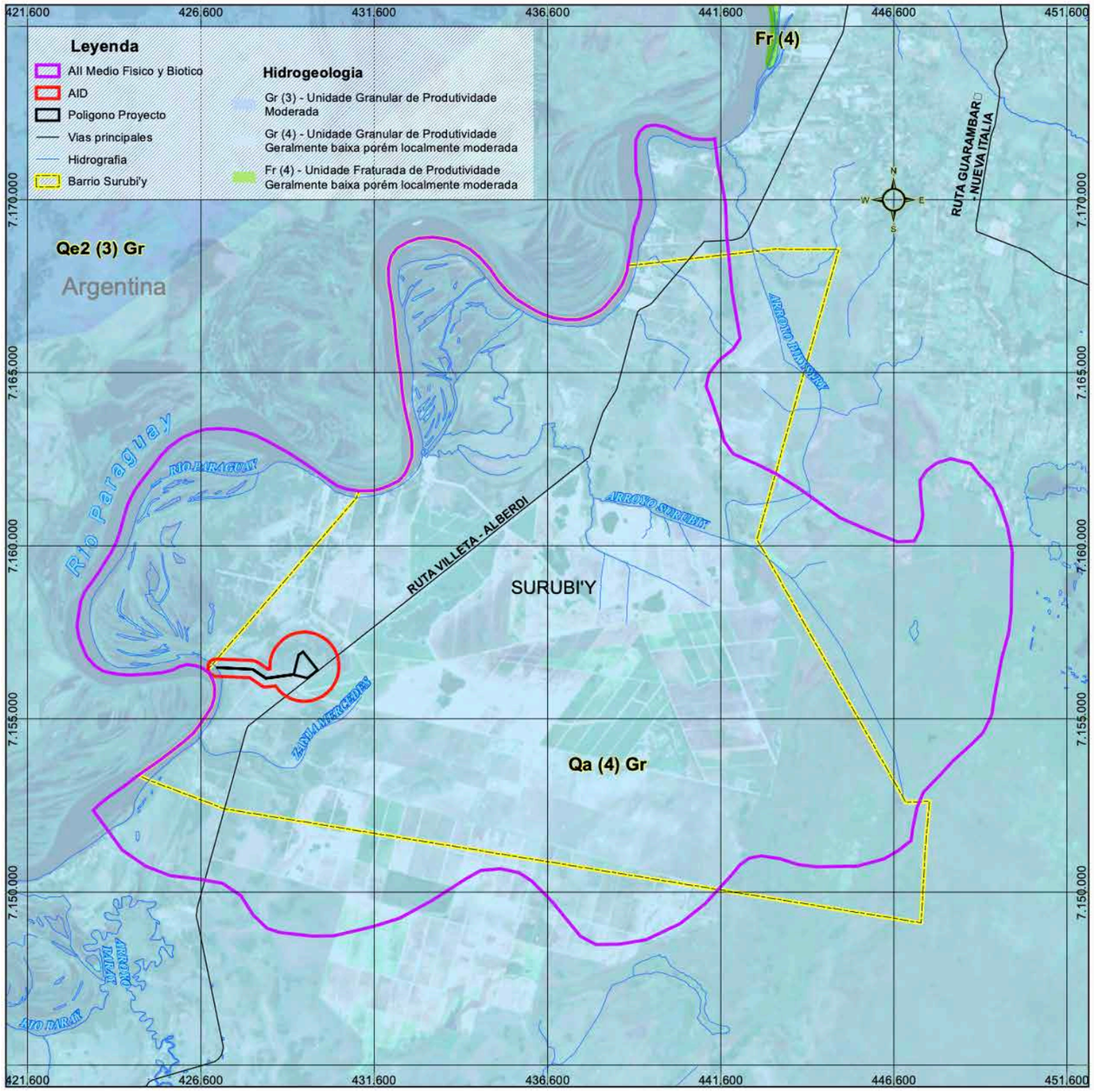
ATOME PLC

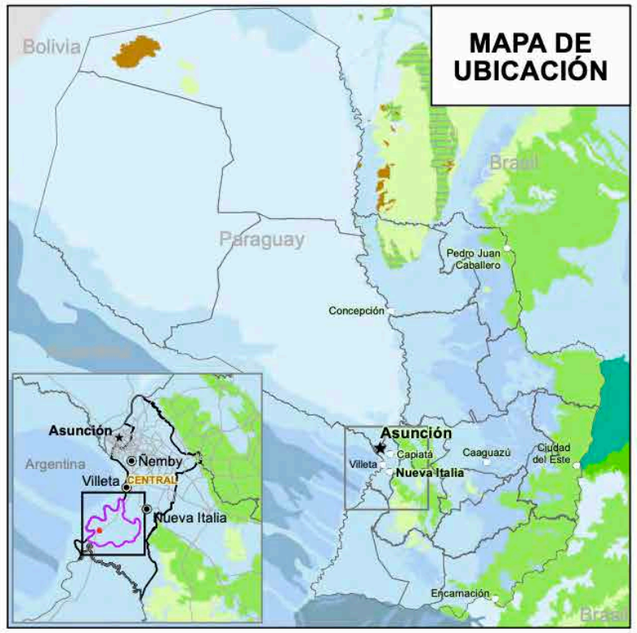
Mapa 5.2.4.a – Mapa Hidrogeológico

ATOME

Zona Franca y Planta de Producción de Hidrógeno, Amoniaco y Fertilizante Verdes de ATOME Paraguay S.A.
Estudio de Impacto Ambiental y Social (EIAS)

5.2.4.a - MAPA HIDROGEOLÓGICO





Carátula Juridica Legal

Proponente:	ATOME PARAGUAY S.A.
Lugar:	Puerto Sara
Localidad:	Central - Villeta
Distrito:	Villeta
Padrón:	16490
Superficie Total:	30 ha
Superficie a construir:	20 ha
Elaboración:	ATOME PARAGUAY S.A.
Fecha de Impresión:	25/10/2023

Fuente Cartográfica

Proponente, DGEEC 2012
mapa_hidrogeologico_de_la_cuenca_del_plata.pdf
https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/17606
2023

Parámetros Cartográficos

Proyección UTM
Elipsoide WGS 84
Zona 21 J
Escala 1:125.000

Tabla 5.2.4.a
Parámetros con incumplimiento de la norma NP 2400180/11 – Sexta edición. Agua Potable – Requisitos generales

Parámetro	Referencia	Resultado
Conductividad (µS/cm)	1,250	7850
Turbidez (NTU)	5	8.21
Materia Orgánica (mg/L)	3	11.88
Sólidos totales destilados (mg/L)	600	4,710
Sólidos totales (mg/L)	1,000	4,715
N-Amoniacal (mg/L)	0.05	1.58
Cloruro (mg/L)	250	3,448
Sulfato (mg/L)	250	542.43
Álcali total (mg/L)	250	358.92
Dureza total (mg/L)	400	1,070
Calcio (mg/L)	200	340
Magnesio (mg/L)	50	53.5
Sodio (mg/L)	200	1,852.01
Hierro Total (mg/L)	0.3	0.6
Coliformes Totales (UFC)	0	18
Coliformes Fecales (UFC)	0	2

De lo anterior se desprende que el agua del pozo ya está mineralizada y contiene contaminación orgánica, pudiendo ser considerada no potable, por lo tanto, no apta para el consumo humano sin tratamiento.

Según la entrevista realizada con el vecino de la Planta ATOME (**Sección 5.4.2.2**), la propiedad tiene un pozo de 20.0 m de profundidad del que extrae agua para beber. A su vez, las aguas residuales van destinadas a un pozo ciego y también utilizan agua del área para cría animal. Así, dependiendo del flujo del agua subterránea y de otros usos del entorno, la contaminación orgánica se puede transmitir de un punto al otro del acuífero.

En la zona el acuífero es de tipo no confinado. Se trata de un acuífero constituido por depósitos de arenas, limos, arcillas, gravas y conglomerados. A veces pueden ocurrir capas confinantes de arcilla o rocas que crean acuíferos confinados en profundidad.

Posteriormente se realizó un segundo análisis de la calidad de las aguas subterráneas, esta vez tomando una muestra de uno de los tres piezómetros de 3 metros de profundidad instalados en el terreno de la Planta, específicamente el situado en las coordenadas 429,620.00 m E; 7,156,365.00 m S. La ubicación del piezómetro en el terreno de la Planta y una foto de su entrada se muestra en la **Figura 5.2.4.a** a continuación.

ATOME PLC

Figura 5.2.4.a
Ubicación del piezómetro para muestreo de calidad del agua subterránea



La muestra recolectada fue enviada para análisis de parámetros fisicoquímicos en el laboratorio EcoNatura del Grupo Multilab, situado en Asunción. Los resultados del análisis se muestran en la **Tabla 5.2.4.a**. Los parámetros cuyos valores no cumplen con los límites de referencia de la Resolución SEAM Nº 222/2002 aparecen resaltados en rojo.

Tabla 5.2.4.a
Análisis de calidad del agua subterránea

Parámetro	Valor de referencia (1)	Resultado
pH	6.00 a 9.00	7.17
Turbidez	100 NTU	14 NTU
Cloruro	SR (2)	20 mg/L Cl^{-}
Sulfatos	250 mg/L $SO4^{-2}$	3 mg/L $SO4^{-2}$
Amonio no ionizable	0.02 mg/L NH_3	0.02 mg/L NH_3
Nitrato	10 mg/L N	1 mg/L N
Nitrito	1 mg/L N	< 0.002 mg/L N
Color	75 mg/L Pt-Co	46 mg/L Pt-Co
DBO (5 días, 20°C)	5 mg/L	202 mg/L O_2
Oxígeno disuelto (OD)	No inferior a 5 mg/L O_2	0.22 mg/L O_2
Nitrógeno Total	0.6 mg/L	2.9 mg/L
Sólidos totales disueltos	500 mg/L	597 mg/L
Cianatos	0.2 mg/L	< 0.2 mg/L
Cromo hexavalente	0.5 mg/L	0.27 mg/L
Cromo trivalente	2 mg/L	< 0.03 mg/L
Bifenilos policlorados (PCB) (3)	SR	< 0.0002 mg/L
Dureza cálcica	300 mg/L $CaCO_3$	102 mg/L $CaCO_3$

ATOME

Tabla 5.2.4.a
Análisis de calidad del agua subterránea

Parámetro	Valor de referencia (1)	Resultado
Materia flotante	Ausencia	Ausencia
Aceites y grasas	Ausencia	4 mg/L
Pesticidas		
Endosulfan I y II	0.056 mg/L	< 0.010 mg/L
Diazinon	0.005 mg/L	< 0.001 mg/L
4,4 DDT	0.002 mg/L	< 0.0005 mg/L
Endrin	0.002 mg/L	< 0.001 mg/L
Elementos químicos		
Aluminio (Al)	0.2 mg/L	0.2 mg/L
Hierro soluble (Fe)	0.3 mg/L	0.7 mg/L
Sodio (Na)	200 mg/L	94 mg/L
Selenio (Se)	0.01 mg/L	< 0.001 mg/L
Manganeso (Mn)	0.1 mg/L	1.16 mg/L
Bario (Ba)	2 mg/L	0.8 mg/L
Arsénico (As)	0.01 mg/L	0.058 mg/L
Plomo (Pb)	0.01 mg/L	0.002 mg/L
Cadmio (Cd)	0.001 mg/L	< 0.0005 mg/L
Cobre (Cu)	1 mg/L	< 0.05 mg/L
Estaño (Sn)	2 mg/L	< 0.05 mg/L
Mercurio total (Hg)	SR	< 0.0005 mg/L
Níquel (Ni)	0.025 mg/L	0.001 mg/L
Zinc (Zn)	3 mg/L	< 0.05 mg/L
Fósforo total (P)	0.05 mg/L	0.24 mg/L

(1) Valores de Referencia: Resolución SEAM No 222/2002, Art. 3º (aguas Clase 2).
(2) SR: sin referencia.
(3) Bifenilos Policlorados analizados: PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 118, PCB 138, PCB 153 y PCB 180.

El informe de resultados se puede consultar en el **Anexo 2**, donde se puede verificar los métodos de análisis de laboratorio seguidos.

En total, se constató el incumplimiento de la Resolución Nº 222/2002 de la SEAM en nueve parámetros: DBO, Oxígeno Disuelto (OD), Nitrógeno Total, Sólidos Totales Disueltos, Aceites y grasas, Hierro Soluble, Manganeso, Arsénico y Fósforo Total.

Los niveles elevados de DBO, así como el incumplimiento en relación con el fósforo y el nitrógeno, son indicativos de la presencia de materia orgánica en el agua. El fósforo está fuertemente asociado a suelos y sedimentos a través de una serie de reacciones químicas y, por esta razón, el movimiento de este compuesto a través de la lixiviación no es común (LOGAN, 1995). Así, aunque es un componente importante de la litosfera, la presencia de fósforo en las aguas subterráneas se debe principalmente a actividades antrópicas (FOPPA *et al*., 2004), como la instalación de fosas sépticas y la aplicación excesiva de residuos orgánicos, especialmente en suelos arenosos o rocas fracturadas (LOGAN, 1995). Se sabe que la materia orgánica fecal y los detergentes utilizados en las actividades domésticas son la principal fuente de fósforo de las aguas naturales (CETESB, 2018). También son fuentes importantes de enriquecimiento en fósforo las aguas drenadas de zonas agrícolas y urbanas, así como los efluentes industriales de algunas industrias (por ejemplo: industrias de fertilizantes, pesticidas,

ATOME PLC

químicas en general, enlatado de alimentos, mataderos, frigoríficos y lecherías) (CETESB, 2018).
En cuanto al nitrógeno, la presencia de compuestos nitrogenados en el agua es indicativa de contaminación de los acuíferos (ALABURDA & NISHIHARA, 1998). En términos de calidad del agua para consumo humano, el nitrato y el nitrito son las formas nitrogenadas de interés para la salud humana y el amonio es de interés porque confiere olor al agua (FINEZA, 2008). En esta evaluación, el nitrógeno total ha extrapolado el límite establecido en la Resolución Nº 222/2002, pero el nitrato, el nitrito y el amonio presentaron concentraciones muy inferiores a los valores máximos permitidos por la legislación.

Las disconformidades relacionadas con Aceites y Grasas y Arsénico también son indicativas de contaminación del agua, que puede deberse a la infiltración de residuos procedentes de actividades domésticas, así como de actividades agrícolas, habituales en la región del Proyecto. También debe considerarse la posibilidad de contaminación del acuífero debido a la infiltración de compuestos procedentes de actividades industriales en la región de Villeta.

La presencia de hierro y manganeso en concentraciones más elevadas puede ser una condición natural, influida por la geología local. Los análisis de las aguas superficiales en la zona del Proyecto también indicaron valores elevados de estos parámetros, como se presenta en la **Sección 5.2.2.3**.

Los resultados obtenidos muestran que el agua en el punto evaluado no cumple algunos de los valores de referencia para las aguas de la Clase 2 y, por lo tanto, no puede utilizarse para los fines previstos para esta clase sin un tratamiento adecuado.

5.2.5
Geomorfología

El estudio de representación de macro formas o morfo estructuras del relieve de América del Sur (ROSS *et al*., 2019), inserta a Paraguay en áreas de: i) Cinturones Orogenéticos Precámbricos; ii) Cuencas Sedimentarias Paleo-Mesozoicas; y iii) Cuencas Sedimentarias Cenozoicas.

En la **Figura 5.2.5.a** se presenta la distribución espacial de las morfo estructuras mencionadas, subdivididas en morfo esculturas. Mientras que las macro formas o morfo estructuras están asociadas a las mega estructuras geológicas de Cratones, Cinturones Orogenéticos y Cuencas Sedimentarias heredadas de Gondwana, producidas por las fases erosivas pre- y post-Cretácico, las morfo esculturas resultan del desgaste erosivo de la diversidad climática que actuó y aún actúa en el tiempo.

Se observa en la **Figura 5.2.5.a** que, en la porción oriental de Paraguay, las áreas relacionadas con la morfo estructura de los Cinturones Fajas Orogenéticos Precámbricos (2) se distribuyen principalmente hacia el norte. Estas áreas mantienen continuidad en tierras brasileñas y se denominan Planaltos y Sierras del Alto Paraguay/Bodoquena (2.5) y Depresiones de Miranda-Bodoquena (2.8).

ATOME PLC

Figura 5.2.5.a
Mapa de Macro formas de Relieve y el AII de la Planta de ATOME



Fuente: Modificado de ROSS *et al*., 2019.

Relacionadas con la morfo estructura de las Cuencas Sedimentarias Paleo-Mesozoicas, se distinguen, en la parte oriental del país, las Mesetas y Chapadas de la Cuenca del Paraná (4.1). Las áreas de morfo estructura de las Cuencas Sedimentarias Cenozoicas se dan a lo largo de la porción occidental del Paraguay, representadas por la unidad Llanos y Humedales de las cuencas Beni-Mamoré del denominado Chaco (6.1.5); y, en el sur y suroeste de la porción oriental, conocida como la unidad de Llanos y Colinas de las Cuencas Paraguay-Paraná-Prata (6.1.6).

El AII cubre principalmente el área perteneciente a esta última unidad, además de porciones restringidas de la unidad Planaltos y Chapadas de la Cuenca del Paraná.

Para ubicar mejor la representatividad de estas unidades geomorfológicas en el AII del Proyecto y realizar una descripción y análisis del relieve, se presentan los siguientes mapas: **Mapa 5.2.5.a – Mapa Hipsométrico** y **Mapa 5.2.5.b - Mapa de Pendientes**. Estos fueron elaborados digitalmente con Sistema de Información Geográfica (SIG) utilizando datos SRTM (*Shuttle Radar Topographic Mission*/NASA) y generación de curvas de nivel cada 5 m. Además, se consideraron las unidades fisiográficas del Paraguay, según el trabajo de López-Gorostiaga *et al.* (1995).

Según este último, las unidades fisiográfico-geomorfológicas están relacionadas con el material litológico predominante en cada unidad, donde se destacan cerros, sierras, lomas (altas, medias y bajas), planicies aluviales (altas, medias y bajas o inundables) y valles aluviales. La **Tabla 5.2.5.a** resume las características de las unidades fisiográficas o de relieve distribuidas en el AII.

Tabla 5.2.5.a
Características generales de las unidades de relieve de Paraguay

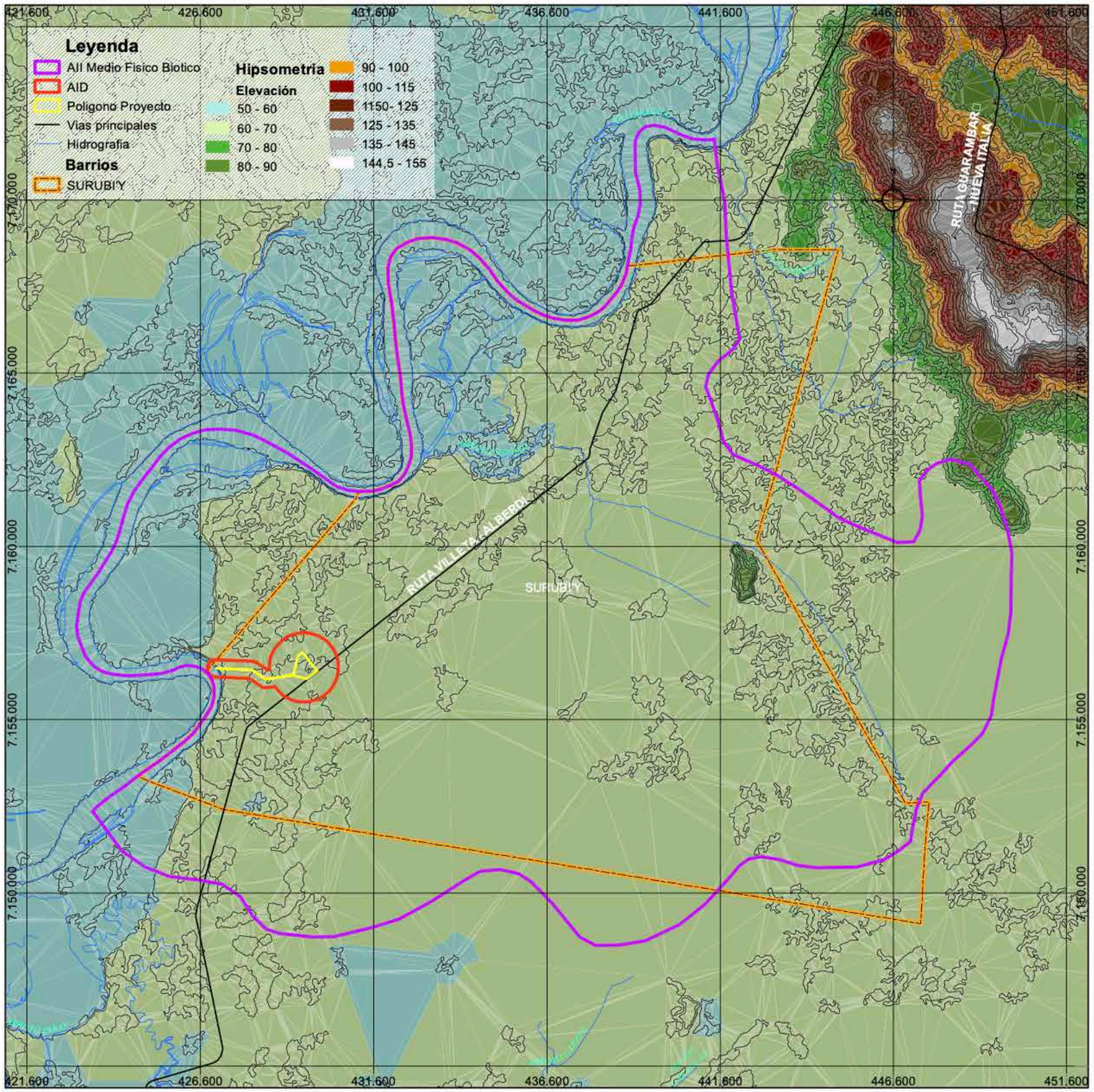
Unidades Fisiográficas	Características Generales
Cerros	Cuerpos aislados tipo Inselberg, que sobresalen sobre superficies aplanadas; son de forma cónica o truncada. Los tipos de litologías predominantes son: alcalinas, areniscas, granitos y basaltos. Normalmente están cubiertos de vegetación arbórea, arbustiva y pastizales.
Lomadas	Son de relieve ondulado y de formas variadas, según la red de drenaje y litologías, con superficies aplanadas y convexas disecadas por valles en forma de "u" y "v". Tienen cotas variables de 150-450 m.s.n.m., pendientes suaves a pronunciadas (4-15 %), generalmente cubiertas de vegetación natural o de cultivos.
Llanuras	Llanuras Altas: Son de relieve plano a semiplano, con pendientes suaves (1-3%) y tienen drenaje pobre a moderado, alcanzando cotas de 80-200 m.s.n.m. En correspondencia a ellas, se diferencian en llanuras interiores y valles recientes, constituidos por sedimentos aluviales y fluviales de arenas, limos y arcillas del Cuaternario. La cobertura vegetal está representada por pajonales, pastizales y escasos montes en galería.
	Llanuras Bajas: Son de relieve semiplano a plano, con pendientes suaves (1-3%) y tienen drenaje moderado a pobre, alcanzando cotas entre 70-150 m.s.n.m. La vegetación está representada por pastizales que cubren generalmente toda el área, por lo que son utilizadas con fines pecuarios.
	Llanuras de Inundación: Son de relieve plano, con pendientes menores al 1%, de drenaje muy pobre, con zonas inundadas e inundables, y tienen cotas que oscilan entre 55-80 m.s.n.m. Se trata de la zona deprimida constituida por la confluencia de los ríos Paraná y Paraguay y partes de la Planicie de Inundación del Río Paraguay al norte, conformadas por sedimentos recientes aluviales y fluviales, constituidos por arenas, limos y arcillas, con participación de materia orgánica (turba). Son los denominados esteros y pantanos, con presencia de abundantes lagunas y paleocauces de antiguos meandros próximos a los cauces de dichos ríos. La cobertura vegetal está representada por pastizales y pajonales, con aisladas islas de monte bajo.

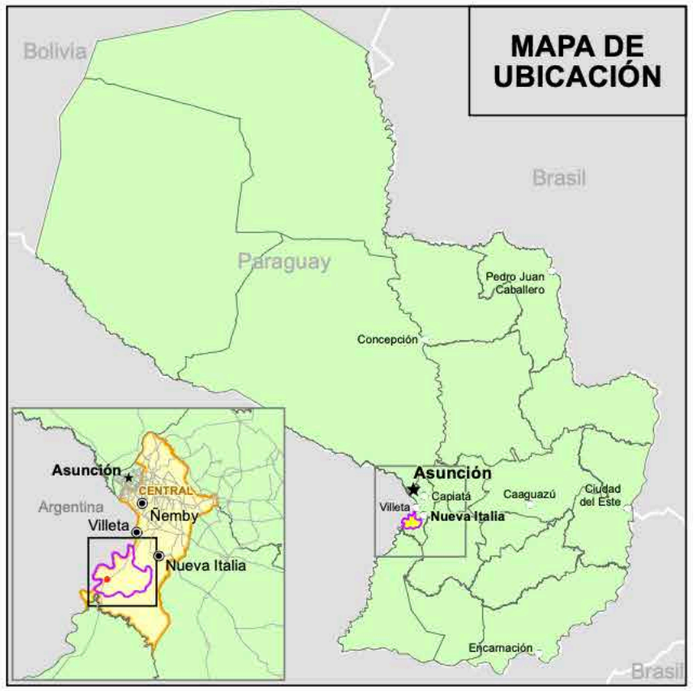
Fuente: adaptado de LÓPEZ-GOROSTIAGA *et al.* (1995).

ATOME PLC

Mapa 5.2.5.a – Mapa Hipsométrico

ATOME	Zona Franca y Planta de Producción de Hidrógeno, Amoniaco y Fertilizante Verdes de ATOME Paraguay S.A. Estudio de Impacto Ambiental y Social (EIAS)	5.2.5.a - MAPA HIPSOMETRICO





Carátula Juridica Legal

Proponente:	ATOME PARAGUAY S.A.
Lugar:	Puerto Sara
Localidad:	Central - Villeta
Distrito:	Villeta
Padrón:	16490
Superficie Total:	30 ha
Superficie a construir:	20 ha
Elaboración:	ATOME PARAGUAY S.A.
Fecha de Impresión:	25/10/2023

Fuente Cartográfica

Proponente, DGEEC 2012
2023

Parámetros Cartográficos

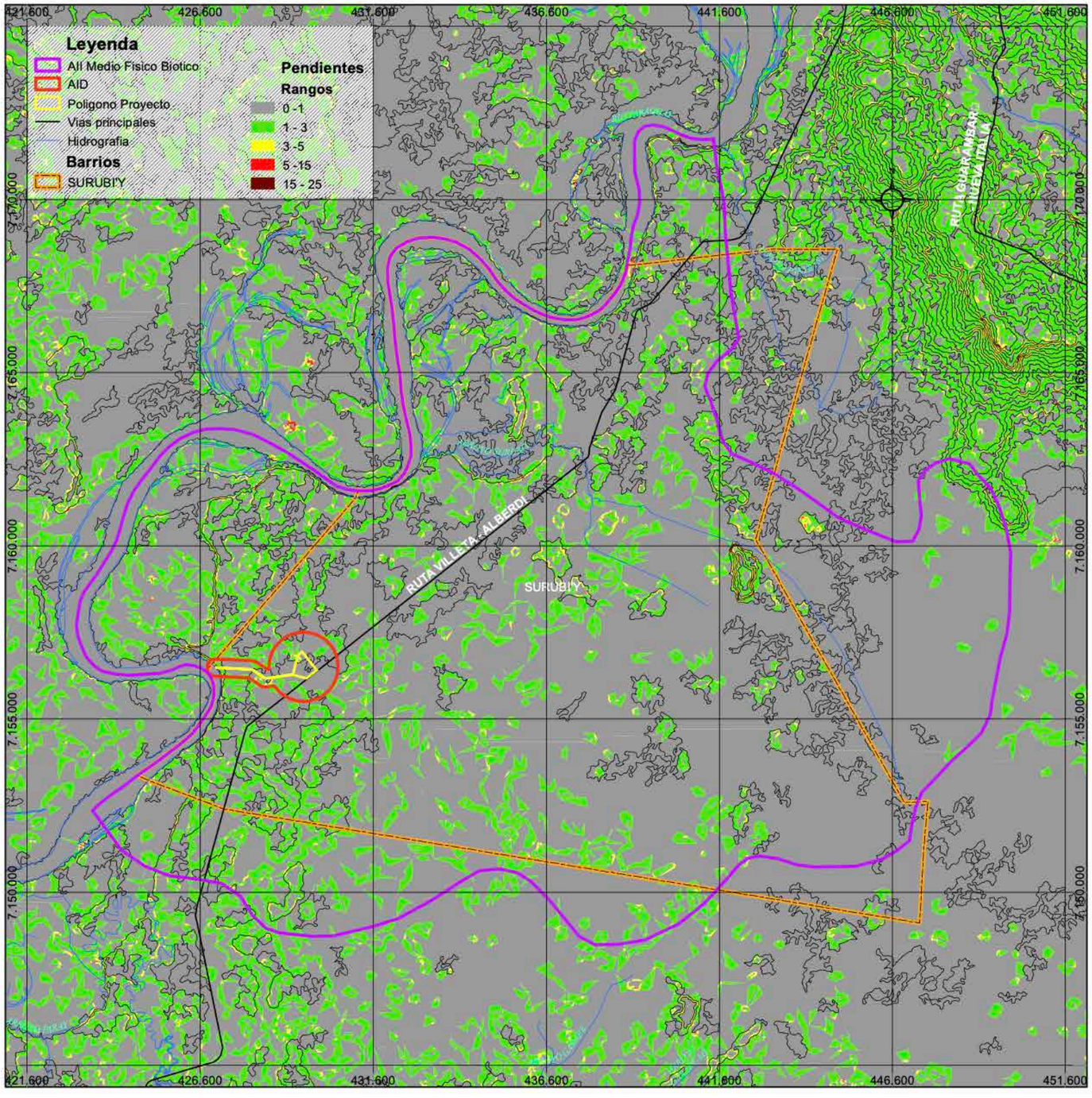
Proyección UTM
Elipsoide WGS 84
Zona 21 J
Escala 1:125.000

Mapa 5.2.5.b – Mapa de Pendientes

ATOME

Zona Franca y Planta de Producción de Hidrógeno, Amoniaco y Fertilizante Verdes de ATOME Paraguay S.A.
Estudio de Impacto Ambiental y Social (EIAS)

5.2.5.b - MAPA DE PENDIENTES





Carátula Juridica Legal

Proponente:	ATOME PARAGUAY S.A.
Lugar:	Puerto Sara
Localidad:	Central - Villeta
Distrito:	Villeta
Padrón:	16490
Superficie Total:	30 ha
Superficie a construir:	20 ha
Elaboración:	ATOME PARAGUAY S.A.
Fecha de Impresión:	25/10/2023

Fuente Cartográfica

Proponente, DGEEC 2012
2023

Parámetros Cartográficos

Proyección UTM
Elipsoide WGS 84
Zona 21 J
Escala 1:125.000

5.2.5.1
Tipos de Relieve

Con base en las unidades fisiográfico-geomorfológicas identificadas en Paraguay (**Tabla 5.2.5.a**) y en los mapas de hipsometría (**Mapa 5.2.5.a**) y pendiente (**Mapa 5.2.5.b**) elaborados, además de los levantamientos en campo, fue posible identificar tres tipos de unidades de relieve a lo largo de la AII del Proyecto, en particular, cerros, llanuras bajas y llanuras de inundación, que se describen a continuación.

Llanuras Bajas

En el Mapa de Hipsometría (**Mapa 5.2.5.a**) se puede observar que casi la totalidad del AII se encuentra entre las cotas de 60 y 70 m sobre el nivel del mar (m.s.n.m.), excepto en las zonas cercanas al río Paraguay, donde se distribuyen áreas con cotas inferiores a 60 m, identificadas como "llanuras de inundación" y en áreas restringidas al noreste del AII, donde se presentan porciones con elevaciones entre 70 y 90, consideradas como "cerros".

Por lo tanto, casi toda la extensión del AII, incluyendo AID/ADA, se encuentra en relieve de "llanuras bajas" (**Foto 01**), que forma parte de la unidad geomorfológica de "planicies" y "colinas" de las Cuencas Paraguay-Paraná-Prata, relacionada con la sedimentación Cenozoica. En estos terrenos predominan las pendientes menores al 1%, con ondulaciones principalmente de hasta el 3% y eventualmente del 5% (**Mapa 5.2.5.b**).

Corresponden a un relieve semiplano a plano y tienen drenaje moderado a pobre. Más al este y sureste del AII, además del tramo aproximadamente entre el AID y Arroyo Surubi'y, existe un mayor predominio de pendientes por debajo del 1%, marcando una planicie con drenaje muy pobre a inundado y muy utilizada para el cultivo de arroz. En estas áreas predomina la unidad de suelo Typic Albaqualf.

A lo largo del Arroyo Surubi'y, más cerca de la Ruta Villeta-Alberdi, y hasta el norte de la AII, además de los suelos Typic Albaqualf, predominan suelos del tipo Typic Natrudalf, ambos con mal drenaje. Este último tipo es más susceptible a los procesos de erosión, especialmente en los casos de movimiento de tierras y exposición del suelo, debido a la marcada diferencia textural de sus horizontes. En el resto de la zona de "Llanuras bajas" lo que se observa es el predominio de suelos del tipo Aquic Paleudalf con muy mal drenaje.

En la ribera del río Paraguay, estos terrenos de "llanuras bajas" son interceptados por el proceso de erosión lateral y marginal del río, presentando deslizamientos naturales hacia el río (**Foto 02**). Sin embargo, a veces, estos procesos también tienen como factores coadyuvantes el uso antrópico de estas áreas de borde, ya sea por deforestación y exposición de sus suelos, ya sea por movimientos de tierra, impermeabilizaciones, movimientos de embarcaciones, etc.

ATOME PLC

	
Foto 01: Relieve plano a semiplano de la unidad de "llanuras bajas" en el AID A la derecha de la foto, se puede ver el cultivo de arroz.	**Foto 02:** Vista desde el relieve de "llanuras bajas", cercano a Proyecto Omega, desde el río Paraguay, donde se observan procesos de erosión con deslizamientos en sus riberas.

ME PLC

Llanuras de Inundación

Como ya se destacó, las áreas de relieve de las "llanuras de inundación" se ubican principalmente en cotas inferiores a los 60 m, correspondientes a las actuales y sub-recientes llanuras de inundación del río Paraguay, parcialmente inundadas durante los períodos de crecida del río (**Fotos 03 y 04**).

	
Foto 03: Relieve de llanuras de inundación, visto desde la vía de acceso al Club de Pesca Guyrati/Ypeka'e, al suroeste de AII.	**Foto 04:** Relieve de llanuras de inundación, visto a partir del río Paraguay, aguas abajo del Puerto Londrina.

Corresponde a relieve plano, con pendientes mayoritariamente menores al 1%, llegando al 3%, con muy mal drenaje, con zonas anegadas e inundadas. Esta es la zona deprimida formada por sedimentos aluviales y fluviales recientes. Están constituidos por sedimentos cuaternarios de arenas, limos y arcillas, con participación de materia orgánica (turba).

En parte y a lo largo del río Paraguay se presentan algunas lagunas y paleocauces de antiguos meandros cerca de los cauces actuales y con algunas islas. Los suelos de cobertura tienen drenaje muy pobre y corresponden a Typic Udifluvent y Aquic Udifluvent, característicos de formación sobre sedimentos fluviales recientes. Al igual que las áreas de llanuras bajas, estas

tierras también sufren la erosión fluvial lateral del río Paraguay en tramos de cauce cóncavo, dando como resultado movimientos de masas de suelo.

Cerros

En el **Mapa 5.2.5.a – Hipsometría**, se aprecian elevaciones entre 70 y 90 m que se presentan como pequeños cerros, uno ubicado como cuerpo aislado cerca del cauce del Arroyo Surubi'y y otro cerro al noreste del AII y que tiene continuidad más allá los límites de la AII, ya en la zona del Distrito de Nueva Italia (**Foto 05**). En estos terrenos, los rangos de pendiente varían principalmente entre 1 y 3%, llegando a tramos de pendiente con 3 a 5% y hasta 15% (**Mapa 5.2.5.b**).

Estas elevaciones por encima de los 70 m sobre el nivel del mar corresponden a algunos núcleos de roca del Grupo Caacupé, depositados en el período Silúrico y pertenecientes a la Cuenca Sedimentaria del Paraná. Así, son representativos de la unidad geomorfológica de Planaltos y Chapadas de la Cuenca del Paraná. Los suelos de alteración de estas rocas corresponden a Rhodic Paleudult, de textura arenosa fina y buen drenaje.



Foto 05: Cerros ubicados al norte del AII en el Distrito de Nueva Italia, conformados por areniscas del Grupo Caacupé, cubiertos por Ultisolos.

ATOME PLC

5.2.6
Suelos

La identificación de las clases de suelo que se producen a lo largo de las áreas de influencia del Proyecto se realizó a partir del "Estudio de Reconocimiento de Suelos, Capacidad de Uso de la Tierra y Propuesta de Ordenamiento Territorial Preliminar de la Región Oriental del Paraguay" (LOPEZ-GOROSTIAGA *et al*., 1995). La superposición del área de estudio con el Mapa de Suelos de la Región Oriental resultó en la identificación de tres órdenes de suelo, según la clasificación *Soil Taxonomy* del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, 1992), a saber: Alfisol, Entisol y Ultisol.

Las unidades de suelos cartografiadas en el área de estudio se presentan en la **Tabla 5.2.6.a** y su espacialización en el **Mapa 5.2.6.a – Mapa de Suelos**. Cuando se trata de consorciaciones, se usa un símbolo único por unidad, pero si se trata de asociaciones, se utilizan dos o más símbolos por cada unidad de suelos.

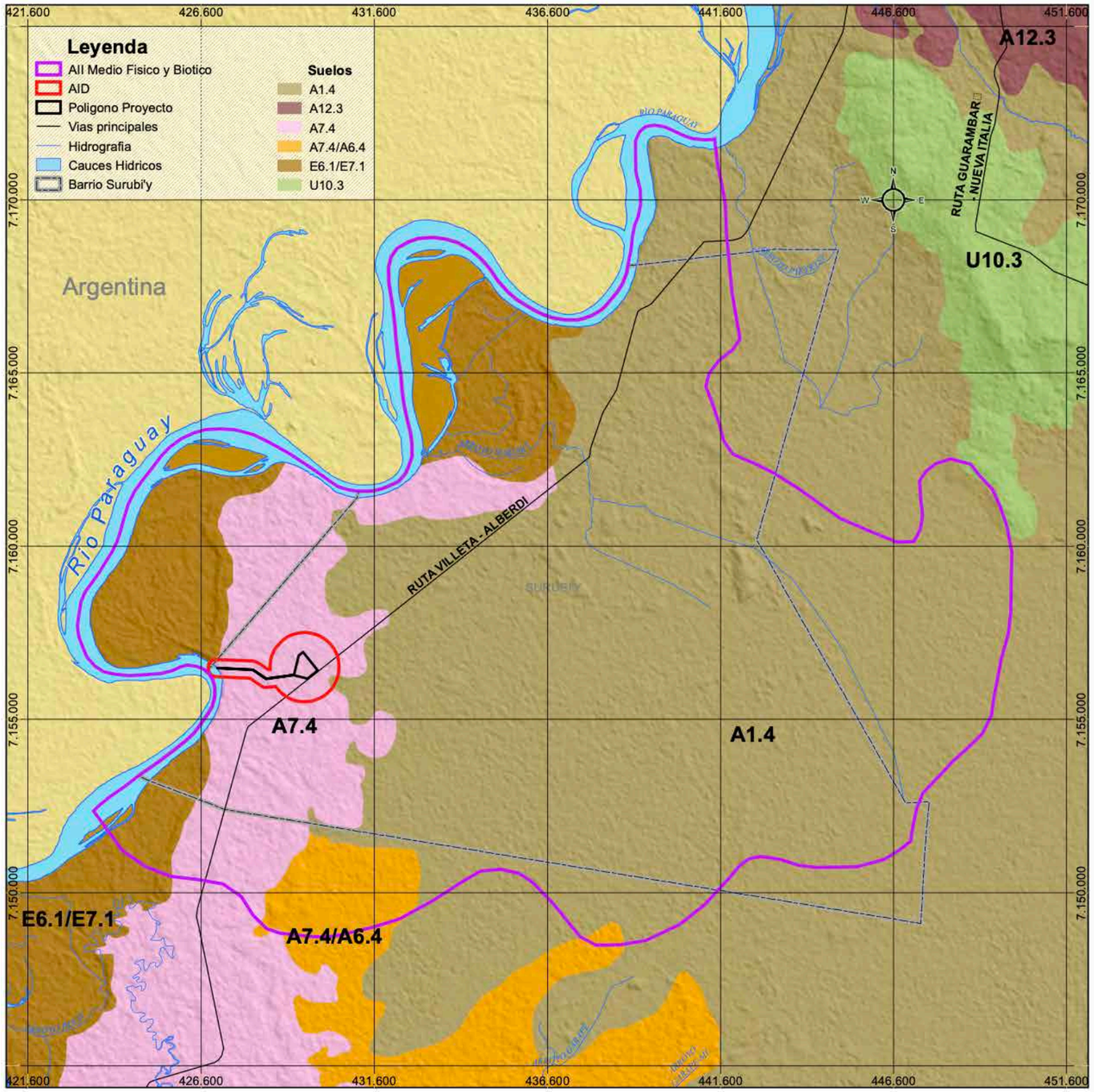
Las consorciaciones son áreas de suelos que están dominadas por un solo taxón y suelos similares, en donde al menos la mitad corresponde a la misma unidad taxonómica, siendo los restantes tan similares que no afectan el nivel categórico del taxón; se admiten hasta un 15% de inclusiones limitativas o un 25% de no limitativas. A su vez, las asociaciones contienen dos o más tasas disímiles que se presentan en un patrón conocido o regular, en donde ninguna de estas tasas cubre más de un 50% del área, pero que pueden ser separadas en escalas más detalladas, también se admiten hasta un 15% de inclusiones limitativas o un 25% de no limitativas.

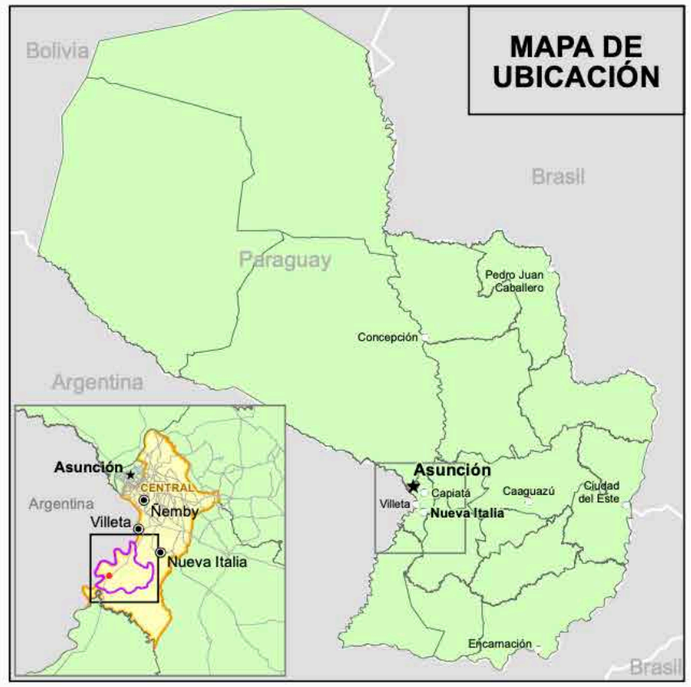
En el AII se mapearon 3 consorciaciones y 3 asociaciones de suelos. A continuación, se muestra la descripción correspondiente a los principales tipos de suelos del AII, basada en el citado estudio (LOPEZ-GOROSTIAGA *et al*., 1995).

ATOME PLC

Mapa 5.2.6.a – Mapa de Suelos

ATOME	Zona Franca y Planta de Producción de Hidrógeno, Amoniaco y Fertilizante Verdes de ATOME Paraguay S.A. Estudio de Impacto Ambiental y Social (EIAS)	5.2.6.a - MAPA DE SUELOS





Carátula Juridica Legal

Proponente:	ATOME PARAGUAY S.A.
Lugar:	Puerto Sara
Localidad:	Central - Villeta
Distrito:	Villeta
Padrón:	16490
Superficie Total:	30 ha
Superficie a construir:	20 ha
Elaboración:	ATOME PARAGUAY S.A.
Fecha de Impresión:	25/10/2023

Fuente Cartográfica

Proponiente, DGEEC 2012
Fonte: https://esdac.jrc.ec.europa.eu/images/Eudasm/latinamerica/images/maps/download/py13000_2so1.jpg 2023

Parámetros Cartográficos

Proyección UTM
Elipsoide WGS 84
Zona 21 J
Escala 1:125.000

Tabla 5.2.6.a
Unidades de suelos que ocurren en el AII y categorías de los elementos de la simbología

Unidades	Símbolos	Orden	Gran Grupo	Sub Grupo	Subdivisión Textural	Paisaje	Origen	Relieve (%)	Drenaje	Pedreg. y/o rocosidad
Consorciación	A1.4 Lls/A6n	Alfisol	Albaqualf	Typic	Arcillosa fina	Llanura	Sed. Aluv.	0-3	Inundado	Nula
Consorciación	A7.4 Lls/A5n	Alfisol	Paleudalf	Aquic	Arcillosa fina	Llanura	Sed. Aluv.	0-3	Muy pobre	Nula
Asociación	A7.4 Lls/A5n	Alfisol	Paleudalf	Aquic	Arcillosa fina	Llanura	Sed. Aluv.	0-3	Muy pobre	Nula
	A6.4 Lls/A5n	Alfisol	Paleudalf	Albaquic	Arcillosa fina	Llanura	Sed. Aluv.	0-3	Muy pobre	Nula
Asociación	A3.4 Lls/A4n	Alfisol	Natrudalf	Typic	Arcillosa fina	Llanura	Sed. Aluv.	0-3	Pobre	Nula
	A1.4 Lls/A4n	Alfisol	Albaqualf	Typic	Arcillosa fina	Llanura	Sed. Aluv.	0-3	Pobre	nula
Asociación	E6.1 Lls/A5n	Entisol	Udifluvent	Aquic	Arenosa	Llanura	Sed. Aluv.	0-3	Muy pobre	nula
	E7.1 Lls/A5n	Entisol	Udifluvent	Typic	Arenosa	Llanura	Sed. Aluv.	0-3	Muy pobre	Nula
Consorciación	U10.3 La/B2n	Ultisols	Paleudult	Rhodic	Francosa fina	Lomada	Aren.	3-8	Bueno	Nula

Fuente: LOPEZ-GOROSTIAGA *et al*., 1995.

ATOME PLC

Alfisol

Los Alfisol no tienen superficialmente un horizonte de acumulación expresiva de materia orgánica, no presentan grietas anchas y profundas, no tienen un epipedón mólico y no son arcillosos en la superficie. Son suelos minerales que tampoco presentan un horizonte subsuperficial óxico.

En este Orden se incorporan todos los suelos que tienen un horizonte nátrico o que tienen un horizonte argílico o kándico con una saturación de bases de 50% o más, calculado por la suma de cationes y determinado con acetato de amonio neutro. También pertenecen a este Orden los suelos que tienen un fragipan con revestimiento de láminas de arcilla de 1 mm o más de espesor en alguna parte.

Las unidades mapeadas incluyen las Suborden Aqualf y Udult. Los Aqualf corresponden a Alfisoles que tienen un régimen de humedad ácuico, marcados por la saturación de agua en algún período del año, o si fueron sometidos a prácticas de drenaje artificial, mantienen las características asociadas al encharcamiento estacional. En general, se encuentran en lomadas, pero principalmente en amplias llanuras aluviales y en depresiones de lento drenaje superficial.

Tienen una permeabilidad restringida, porque se han desarrollado y permanecen bajo la influencia estacional de una capa freática alta; por contener una capa arcillosa por debajo de la superficie del suelo, tienen una muy baja conductividad hidráulica, que restringe el movimiento gravitacional del agua y consecuentemente prolonga el período de saturación. Por su vez, los Udult son suelos del orden Alfisol de regiones húmedas o subhúmedas que tienen un régimen údico de húmedas.

En el área de estudio se identificaron los siguientes subgrupos de Alfisol:

Typic Albaqualf

Los suelos tienen un horizonte ócrico, de 20 cm de espesor, de color pardo a pardo oscuro cuando húmedo y gris parduzco claro cuando seco. Este epipedón es de textura franco arenosa, con 13 % de arcilla; estructura en bloques subangulares, muy pequeños y de débil desarrollo; ligeramente plástico y también pegajoso. El horizonte argílico, que aparece inmediatamente abajo tiene un contenido de arcilla de 58%, siendo por tanto de textura arcillosa, de color gris rojizo oscuro en la parte superior y pardo oscuro o pardo grisáceo oscuro en las capas inferiores. La estructura del argílico está fuertemente desarrollada, en pequeños bloques subangulares en la parte superior y en bloques angulares, también pequeños desde los 30 cm hasta los 150 cm de profundidad. Presenta una consistencia muy dura cuando seco y muy plástico y muy pegajoso cuando mojado.

El horizonte argílico tiene una saturación de bases superior al 50% en toda su profundidad, la capacidad de intercambio catiónico del suelo es de 20 cmol/Kg y la de la arcilla supera los l6cmol/Kg. Los cationes dominantes de las bases de cambio son el calcio, el magnesio y el sodio, aunque en las camadas más profundas el contenido de sodio supera al de magnesio.

ATOME PLC

Como unidad de asociación, se localiza en amplias áreas de planicies aluviales inundables, desde el este de la región de los Esteros del Ypoá hasta los alrededores del río Paraguay (A1.4), incluso en AII a lo largo de la Ruta Villeta-Alberdi, desde donde parte se direcciona para el cultivo de arroz (**Foto 01**). En unidad de asociación con Typic Natrudalf (A3.4), se desarrolla desde el Arroyo Surubi'y hasta el norte del AII, llegando hasta Villeta, en zonas de llanura con mal drenaje.

Typic Natrudalf

Los Natrudalf son los suelos Alfisoles que tienen el régimen údico de humedad y que presentan un horizonte nátrico, con presencia de sodio (Na), correspondiendo a un horizonte argílico con propiedades especiales tales como la estructura columnar y menos comúnmente la prismática y en bloques.

El horizonte ócrico tiene un color pardo a pardo oscuro, si húmedo, y pardo amarillento cuando seco. La textura es franco arenosa hasta los 27 cm y la estructura es en bloques subangulares, muy pequeños y de moderado desarrollo. El contenido de materia orgánica es menor a 1.5%, pH ácido, aunque la saturación en bases es mayor que 50%. El horizonte argílico comienza en la profundidad de 27 cm, con una transición abrupta con el ócrico. La clase textural es arcillosa y la estructuración es fuerte, en bloques angulares en el horizonte nátrico, que se extiende desde los 57 cm de profundidad (**Foto 02**). Como ya se destacó en el AII está asociado con el Typic Albaqualf (A3.4/A1.4).

ME PLC



Foto 01: Typic Albaqualf en llanuras inundables, cerca del taller de la arrocera Eladia S.A.



Foto 02: Exposición adyacente al Arroyo Surubi'y de Typic Natrudalf con cambio brusco de textura y horizonte gris arcilloso con estructura columnar.

Aquic y Albaquic Paleudalf

Los Paleudalf son suelos profundos que no tienen un contacto lítico o paralítico dentro de los 150 cm de la superficie mineral del suelo, y que, dentro de esta distancia vertical, el porcentaje de arcilla no decrece en 20% (relativo) o más de aquella capa que tiene el máximo contenido. El régimen de humedad es údico y la temperatura corresponde a hipertérmico. No presentan horizonte nátrico ni fragipan y la capacidad de intercambio catiónico de la arcilla es mayor que 16 mE/100 g en la mayor parte del horizonte argílico.

Los Aquic Paleudalf no presentan el cambio textural entre el ócrico y el argílico de una diferencia de 15% de arcilla o más en una distancia vertical de 2.5 cm, pero tienen presencia de moteado baja intensidad de color, dentro de los 75 cm superficiales del suelo. También muestra condiciones ácuicas en algún subhorizonte dentro de los 75 cm del límite superior del suelo. En el AII se distribuyen cerca del río Paraguay, entre los Udifluvents y los Albaqualf, incluso en el AID y alrededor del Arroyo Zanja Mercedes y tienen una textura arcillosa fina (A7.4) y drenaje muy pobre (**Fotos 03 a 06**).

Los Aquic Paleudalf (A7.4) en asociación con el Albaquic Paleudalf (A6.4) ocurren en un área restringida al sur del AII, extendiéndose hasta el Arroyo Paray. Los suelos en este Subgrupo (A6.4) tienen las características definidas para los Paleudal, pero se distinguen porque, en uno o más horizontes dentro de los 75 cm de la superficie mineral del suelo, tienen motas con intensidad de color de 2 o menos y están saturados de agua en algún tiempo (condiciones ácuicas), presentan también un incremento de 15% o más de arcilla (absoluto) dentro de una distancia vertical de 2.5 cm en el límite superior del argílico.



Foto 03: Aquic Paleudalf a orillas del río Paraguay, cerca de Puerto Londrina.



Foto 04: Aquic Paleudalf en el borde del río Paraguay en área de Estancia Lola.



Foto 05: Aquic Paleudalf en el borde del Arroyo Zanja Mercedes con erosiones lineales paralelas a la Ruta Villeta-Alberdi, como resultado del mal drenaje de la carretera.



Foto 06: Aquic Paleudalf en el ADA, donde se puede ver en la superficie una textura arcillosa fina y señales de drenaje muy pobre.

Entisol

Comprende suelos poco evolucionados, constituidos por material mineral o material orgánico inferior a 20 cm de espesor, sin presentar ningún tipo de horizonte B diagnóstico. En este Orden se incorporan los suelos considerados "recientes", porque el tiempo en que los factores formadores han actuado ha sido corto y los suelos no poseen horizontes genéticos naturales o sólo presentan un comienzo de horizontes, de débil expresión. Los Entisoles pueden consistir en sedimentos aluviales muy recientes o tener roca firme a escasa profundidad; pueden tener diversos colores, como los grises, amarillos pardos y rojos. Algunos Entisoles son profundos, arenosos y arenosos francos, que presentan solamente un horizonte ócrico y pueden tener un horizonte álbico, de lavado, inmediatamente debajo.

Los Subgrupos Typic Udifluvent (E7.1) y Aquic Udifluvent (E6.1) están reconocidos en el AII. Los primeros tienen un régimen de humedad údico y se los encuentra en las llanuras y valles de los ríos; pero no ya en los ambientes fisiográficos de lomadas o en lugares de mayor altitud. Los segundos son los suelos Udifluvent con el carácter distinguible de condiciones ácuicas, que se traduce en la presencia de moteados dentro de los 50 cm superficiales y que tienen un color con intensidad (croma) de 2 o menos, y también tiene una o más capas que están saturadas de agua en algún período del año.

Como unidad de asociación, ambos (E6.1 y E7.1) ocurren juntos en paisaje de llanuras aluviales y de topografía plana. El drenaje es muy lento y muchas áreas están sujetas a períodos prolongados de inundación o anegamiento. Generalmente, se observa una formación de bosques de galería cuando el drenaje es más libre y la permeabilidad de los suelos es mayor, o cuando la capa freática se localiza a mayor profundidad; pero cuando el drenaje es pobre y se tiene una capa freática alta, las condiciones de una más prolongada saturación con agua hace que la vegetación predominante sea la de pastos, lo que hace suponer una mayor participación del Aquic Udifluvent en esta asociación. En el AII, se destacan particularmente a lo largo del río Paraguay (**Foto 05** en la **Sección 5.2.3.1** y **Foto 07** a continuación).



Foto 07: Aquic Udifluvent a orilla del río Paraguay, cerca de la localidad de Puerto Alegre, sobre Depósitos Aluviales Sub-recientes.

ATOME PLC

Ultisoles

Comprenden suelos que consisten en material mineral, que tienen como características diferenciales arcilla de baja o alta actividad, conjugada con saturación por bases bajas y alta concentración de aluminio. El horizonte textural B (Bt) se encuentra inmediatamente debajo de cualquier tipo de horizonte superficial, excepto el hístico.

La mayoría de los suelos de esta clase muestran un evidente incremento en el contenido de arcilla del horizonte superficial hasta el horizonte B, con o sin disminución en los horizontes subyacentes. La transición entre los horizontes A y Bt suele ser clara, abrupta o gradual.

Estos son suelos de profundidad variable, desde fuertes a imperfectamente drenados, de color rojizo o amarillento, y más raramente grisáceos claros. La textura varía de arenosa a arcillosa en el horizonte A, y de promedia a muy arcillosa en el horizonte Bt, siempre con un aumento de la arcilla de aquel para este. Son fuertes a moderadamente ácidos, con una saturación de bases alta o baja, predominantemente caolinítica y con una relación molecular Ki que generalmente varía de 1.0 a 3.3.

La unidad mapeada corresponde a Suborden Udult, o sea, son suelos del orden Ultisol de regiones húmedas o sub-húmedas que tienen un régimen údico de húmedas. El Gran Grupo es Paleudult, que representa la categoría de suelos Udult de antiguo desarrollo.

El Subgrupo es el Rhodic Paleudult (U10.3), que tiene debajo del epipedón ócrico un horizonte argílico, muestra un incremento en el contenido de arcilla iluvial con capacidad de intercambio catiónico de más de 16mE/100g, pero cuya saturación en bases es menor de 50% en las camadas inferiores del argílico.

Estos suelos ocurren en un área muy restringida al noreste del AII, cerca de Laguna Verá, al sur de Nueva Italia, en paisaje lomada y con relieve de 0-3%. Se caracterizan por un buen drenaje y nula pedregosidad. Son suelos con textura francosa delgada, originados a partir de areniscas del Grupo Caacupé.

ATOME PLC

5.2.7
Recursos Mineros

La investigación de los recursos mineros del AII se realizó a partir de la consulta al Mapa de Catastro de Canteras (MOPC, 2023a) y el Mapa de Catastro Minero (MOPC, 2023b), actualizado en marzo de 2023 y puestos a disposición por el Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones del Paraguay. Esta consulta permitió la ubicación de las canteras, así como la identificación de la fase y ubicación de los polígonos de los procesos mineros.

En la **Figura 5.2.7.a** se muestran las canteras activas e inactivas en Departamento Central y también la ubicación del proceso minero con cruce con el AII. Este proceso se encuentra en fase de Solicitud, por parte de la empresa Elken Paraguay S.A. y se superpone a la única cantera localizada en el AII.

La cantera, ubicada en el límite nororiental de la AII, en la localidad denominada Campo Guyrati en Villeta, es propiedad de la empresa GL SOUTH. Se refiere a la extracción de

conglomerado, también conocido como “ripio”, utilizado en los procesos de construcción de carreteras y relleno. Su ubicación esté asociada a rocas del Grupo Caacupé que contienen areniscas, además de conglomerados. De la observación de la **Figura 5.2.7.a**, se puede apreciar que tanto el proceso de minado como la cantera existente en el AII no afectan el AID/ADA.

Durante la visita en campo y recorrido al largo del río Paraguay también fue posible verificar una draga que extrae arena del lecho del río Paraguay para el refulado y que se utiliza de tracción eléctrica terrestre (**Fotos 01 y 02**). El refulado consiste en el proceso de succionar la arena del lecho del río y bombearla al sitio de relleno con la hidromezcla. Desde el punto de extracción hasta el punto de aprovechamiento, los lodos aspirados son transportados por tuberías hasta 7 km. El material se lanza a tierra y el agua de la hidromezcla regresa por gravedad al río.



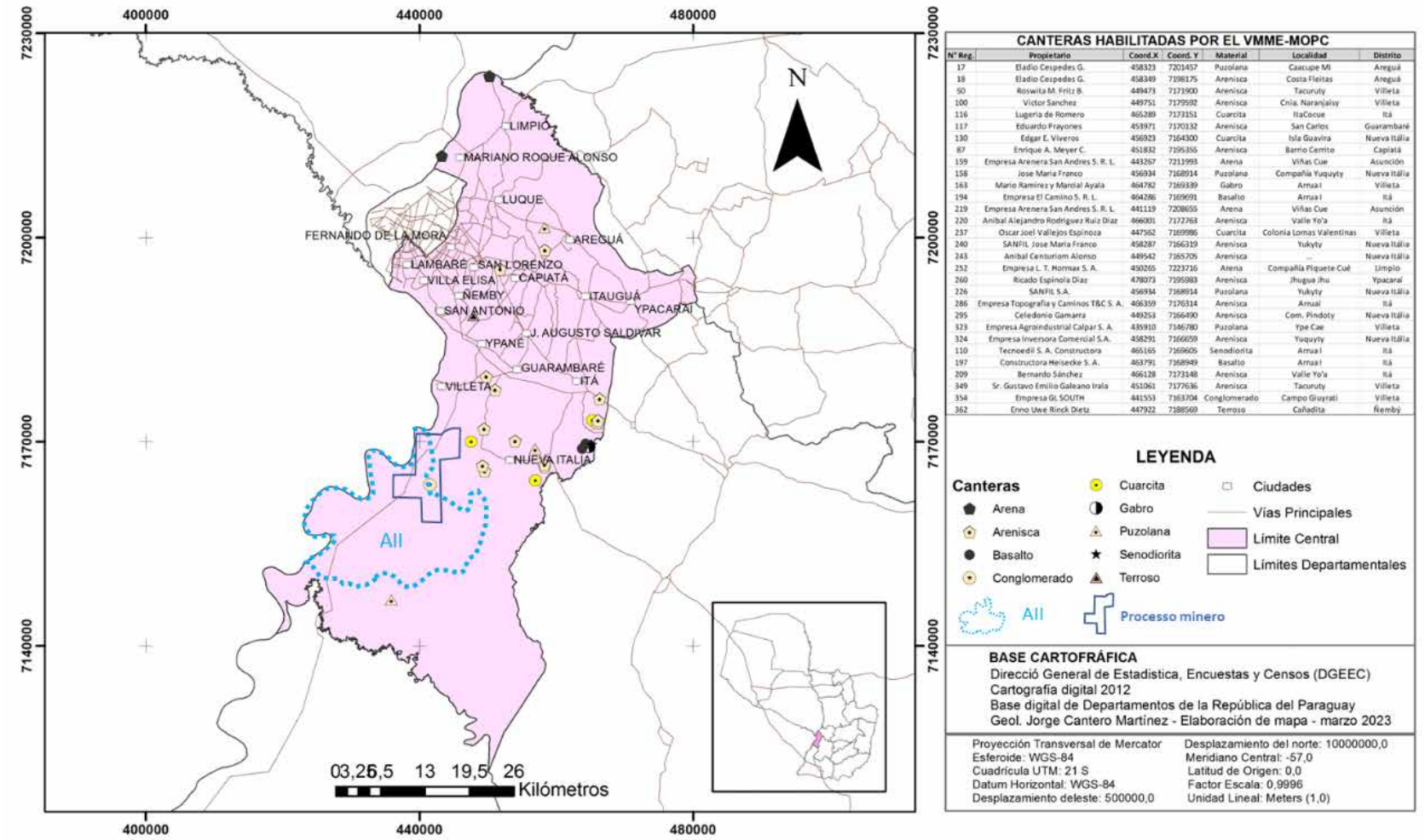
Foto 01: Draga que extrae arena del río Paraguay utilizada para ejecución de refulado, cerca de la desembocadura del Arroyo Surubi’y y del Astillero Chaco Paraguayo Sur.



Foto 02: Tubería de expulsión de lodos que se conecta a la draga, con flotantes, en área refulada por draga (foto anterior).

ATOME

Figura 5.2.7.a
Canteras activas e inactivas en el Departamento Central y proceso minero en AII



CANTERAS HABILITADAS POR EL VMME-MOPC

N° Reg.	Propietario	Coord.X	Coord. Y	Material	Localidad	Distrito
17	Eladio Cespedes G.	458323	7201457	Puzolana	Caacupe Mi	Areguá
18	Eladio Cespedes G.	458349	7198175	Arenisca	Costa Fleitas	Areguá
50	Roswita M. Fritz B.	449473	7171900	Arenisca	Tacuruty	Villeta
100	Victor Sanchez	449751	7179592	Arenisca	Cnia. Naranjaisy	Villeta
116	Lugeria de Romero	465289	7173151	Cuarcita	ItaCocue	Itá
117	Eduardo Prayones	453971	7170132	Arenisca	San Carlos	Guarambaré
130	Edgar E. Viveros	456923	7164300	Cuarcita	Isla Guavira	Nueva Itália
87	Enrique A. Meyer C.	451832	7195355	Arenisca	Barrio Cerrito	Capiatá
159	Empresa Arenera San Andres S. R. L.	443267	7211993	Arena	Viñas Cue	Asunción
158	Jose Maria Franco	456934	7168914	Puzolana	Compañía Yuquyty	Nueva Itália
163	Mario Ramirez y Marcial Ayala	464782	7169339	Gabro	Arrua I	Villeta
194	Empresa El Camino S. R. L.	464286	7169691	Basalto	Arrua I	Itá
219	Empresa Arenera San Andres S. R. L.	441119	7208655	Arena	Viñas Cue	Asunción
220	Anibal Alejandro Rodriguez Ruiz Diaz	466001	7172763	Arenisca	Valle Yo'a	Itá
237	Oscar Joel Vallejos Espinoza	447562	7169986	Cuarcita	Colonia Lomas Valentinas	Villeta
240	SANFIL Jose Maria Franco	458287	7166319	Arenisca	Yukyty	Nueva Itália
243	Anibal Centuriom Alonso	449542	7165705	Arenisca	...	Nueva Itália
252	Empresa L. T. Hormax S. A.	450265	7223716	Arena	Compañía Piquete Cué	Limpio
260	Ricado Espinola Diaz	478073	7195983	Arenisca	Jhugua Jhu	Ypacaraí
226	SANFIL S.A.	456934	7168914	Puzolana	Yukyty	Nueva Itália
286	Empresa Topografia y Caminos T&C S. A.	466359	7176314	Arenisca	Arrua I	Itá
295	Celedonio Gamarra	449253	7166490	Arenisca	Com. Pindoty	Nueva Itália
323	Empresa Agroindustrial Calpar S. A.	435910	7146780	Puzolana	Ype Cae	Villeta
324	Empresa Inversora Comercial S.A.	458291	7166059	Arenisca	Yuquyty	Nueva Itália
110	Tecnoedil S. A. Constructora	465165	7169605	Senodiorita	Arrua I	Itá
197	Constructora Heisecke S. A.	463791	7168949	Basalto	Arrua I	Itá
209	Bernardo Sánchez	466128	7173148	Arenisca	Valle Yo'a	Itá
349	Sr. Gustavo Emilio Galeano Irala	451061	7177636	Arenisca	Tacuruty	Villeta
354	Empresa GL SOUTH	441553	7163704	Conglomerado	Campo Giuyrati	Villeta
362	Enno Uwe Rinck Dietz	447922	7188569	Terroso	Cañadita	Ñemby

LEYENDA

Canteras
- Arena
- Arenisca
- Basalto
- Conglomerado
- Cuarcita
- Gabro
- Puzolana
- Senodiorita
- Terroso

- Ciudades
- Vías Principales
- Límite Central
- Límites Departamentales
- AII
- Processo minero

BASE CARTOFRÁFICA
Direcció General de Estadistica, Encuestas y Censos (DGEEC)
Cartografía digital 2012
Base digital de Departamentos de la República del Paraguay
Geol. Jorge Cantero Martínez - Elaboración de mapa - marzo 2023

Proyección Transversal de Mercator
Esferoide: WGS-84
Cuadrícula UTM: 21 S
Datum Horizontal: WGS-84
Desplazamiento deleste: 500000,0
Desplazamiento del norte: 10000000,0
Meridiano Central: -57,0
Latitud de Origen: 0,0
Factor Escala: 0,9996
Unidad Lineal: Meters (1,0)

Fuente: Modificado de MOPC, 2023a; 2023b.

5.2.8
Calidad del Aire

La calidad del aire en una región es el resultado de varios componentes, muchos de ellos difíciles de predecir y controlar, tales como las fuentes de emisión existentes en el lugar y las condiciones climáticas, particularmente el régimen de vientos y lluvias.

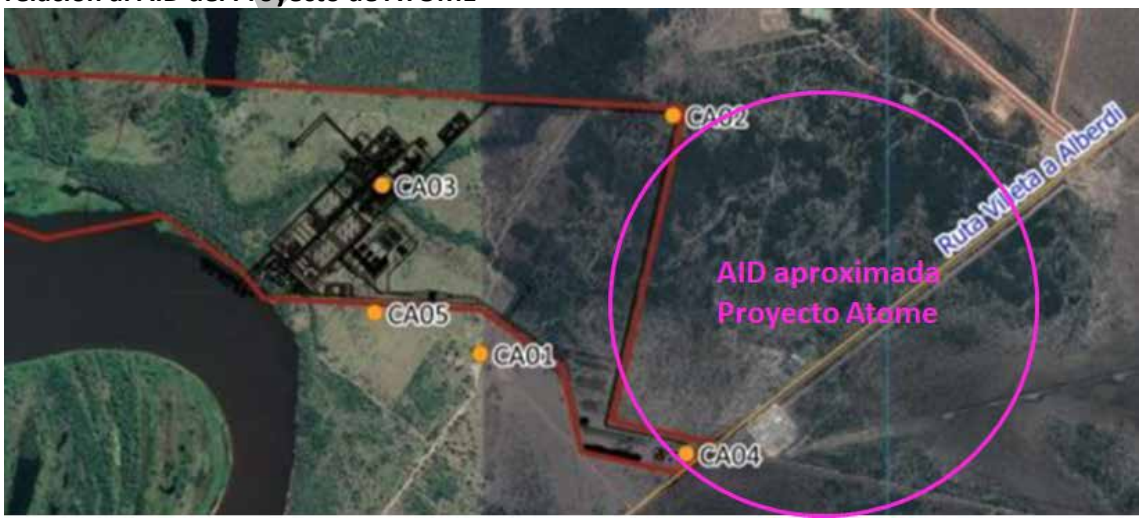
Las fuentes de emisión con potencial para influir en los índices de calidad del aire van desde áreas industriales, carreteras, centros urbanos, hasta incendios e incluso partículas suspendidas por la acción de los vientos en áreas sin cobertura vegetal.

Las principales normas paraguayas que tratan sobre el control de las emisiones atmosféricas están contenidas en la Ley N° 5.211/14 de Calidad del Aire, el Decreto N° 1269/2019 y la Resolución SEAM N° 259/15. En particular, esta última norma establece los parámetros permisibles de contaminantes. Es oportuno señalar que en marzo de 2021 se instaló la primera estación de monitoreo de calidad del aire de referencia en Paraguay, ubicada en el Parque Guasu Metropolitano, en Asunción, según información del MADES (2021).

5.2.8.1
Calidad del Aire en el AII

Considerando que en el contexto regional del Proyecto no existen estaciones de monitoreo de calidad del aire operadas por organismos ambientales que presenten una serie histórica de datos adecuada, se han recopilado los datos recolectados por otro proyecto ubicado en el AII y cerca del AID/ADA de la Planta de ATOME, más específicamente el predio de la futura Planta de biodiesel de Omega Green. Como parte de este relevamiento, se tomaron medidas de la calidad del aire en 5 puntos, como se muestra en la **Figura 5.2.8.1.a**. La **Tabla 5.2.8.1.a** muestra las ubicaciones y descripciones de estos puntos.

Figura 5.2.8.1.a
Puntos de monitoreo de calidad del aire del Proyecto de Omega Green y su localización en relación al AID del Proyecto de ATOME



Fuente: Modificado de OMEGA GREEN, 2022.

ATOME PLC

Tabla 5.2.8.a
Coordenadas de los puntos de monitoreo de la calidad del aire del Proyecto de Omega Green

Punto	Coordenadas UTM (21H S)		Descripción
	Este (m)	Norte (m)	
CA01	428,146.13	7,156,373.25	El borde sur de la parcela como representante de la calidad del aire de la casa ubicada al sur. Uno de los dos lugares de monitoreo.
CA02	428,994.00	7,157,320.00	El borde norte de la parcela como representativo de la calidad del aire del entorno norte.
CA03	427,624.78	7,156,991.04	Situado en el centro de la parcela
CA04	429,056.00	7,155,746.00	Entrada de la parcela como representativa del entorno de la Ruta Villeta-Alberdi
CA05	427,640.99	7,156,431.82	El borde sur de la parcela como representante de la calidad del aire de la casa ubicada al sur. Una de las dos ubicaciones de monitoreo

Fuente: Omega Green, 2022.

Se evaluaron los parámetros de fracción de Material Particulado PM_{10} y $PM_{2,5}$, constituidos por partículas menores o iguales a 10 y 2.5 micras, respectivamente; monóxido de carbono (CO), óxido de nitrógeno (NO_2), ozono (O_3) y óxido de azufre (SO_2). Las mediciones se realizaron en tres campañas, durante 24 h, realizadas entre agosto y septiembre de 2022, como se muestra en la **Tabla 5.2.8.b** a continuación.

Esta tabla también muestra los datos obtenidos, así como la comparación con los estándares de corto plazo establecidos por la Resolución SEAM Nº 259/15. Los valores en negrita indican valores por encima de los patrones de corto plazo.

De lo expuesto en la **Tabla 5.2.8.b**, se desprende que los contaminantes de mayor preocupación se refieren al material particulado. Las mediciones indicaron que los estándares nacionales fueron excedidos en cinco ocasiones, tres en el punto CA01 y dos en el punto CA05. En el punto CA01, las no conformidades ocurrieron para PM_{10} el 06/09/2022 y para $PM_{2,5}$ el 23/08/2022 y el 06/09/2022. En el punto CA01, todas las no conformidades ocurrieron el 06/09/2022, tanto para PM_{10} como para $PM_{2,5}$.

Así, se considera que en esa última fecha pudieron existir condiciones desfavorables para la dispersión del contaminante, principalmente en estos dos puntos ubicados en mayor proximidad a los accesos no pavimentados. En el punto CA04, a pesar de estar ubicado contiguo a la Ruta Villeta-Alberdi, no se observó incumplimiento con respecto al patrón de corto plazo, aunque sus valores fueron superiores a los puntos CA02 y CA03, ubicados en puntos más alejados de las vías y con mayor cobertura vegetal.

ATOME PLC

Tabla 5.2.8.b
Resultados de calidad del aire - Proyecto de Omega Green

Contaminantes (unidades)	Media en 24 h*	Camp.	Fecha CA01	CA01	Fecha CA02	CA02	Fecha CA03	CA03	Fecha CA04	CA04	Fecha CA05	CA05
PM_{10} (µg/m³)	150.0	1	23/08/2022	73.84	27/08/2022	29.24	25/08/2022	37.26	26/08/2022	79.02	24/08/2022	59.19
PM_{10} (µg/m³)	150.0	2	06/09/2022	**919.64**	10/09/2022	50.37	08/09/2022	48.21	09/09/2022	95.68	07/09/2022	**831.36**
PM_{10} (µg/m³)	150.0	3	20/09/2022	4.35	24/09/2022	19.70	22/09/2022	12.24	23/09/2022	22.77	21/09/2022	8.19
$PM_{2,5}$ (µg/m³)	30.0	1	23/08/2022	**35.72**	27/08/2022	9.40	25/08/2022	13.71	26/08/2022	27.84	24/08/2022	15.97
$PM_{2,5}$ (µg/m³)	30.0	2	06/09/2022	**158.00**	10/09/2022	10.44	08/09/2022	11.95	09/09/2022	28.93	07/09/2022	**101.99**
$PM_{2,5}$ (µg/m³)	30.0	3	20/09/2022	1,52	24/09/2022	7,26	22/09/2022	2,79	23/09/2022	12,61	21/09/2022	2,05
CO (µg/m³)	10,000.0	1	23/08/2022	620	27/08/2022	220	25/08/2022	680	26/08/2022	520	24/08/2022	510
CO (µg/m³)	10,000.0	2	06/09/2022	200	10/09/2022	70	08/09/2022	460	09/09/2022	340	07/09/2022	250
CO (µg/m³)	10,000.0	3	20/09/2022	160	24/09/2022	100	22/09/2022	340	23/09/2022	490	21/09/2022	130
NO_2 (µg/m³)	200.0	1	23/08/2022	3.85	27/08/2022	3.42	25/08/2022	3.16	26/08/2022	3.99	24/08/2022	3.92
NO_2 (µg/m³)	200.0	2	06/09/2022	4.08	10/09/2022	2.42	08/09/2022	2.82	09/09/2022	3.,46	07/09/2022	3.66
NO_2 (µg/m³)	200.0	3	20/09/2022	0.84	24/09/2022	2.67	22/09/2022	2.10	23/09/2022	2.80	21/09/2022	1.72
O_3 (µg/m³)	120.0	1	23/08/2022	2.53	27/08/2022	2.06	25/08/2022	2.61	26/08/2022	2.67	24/08/2022	1.85
O_3 (µg/m³)	120.,0	2	06/09/2022	2.74	10/09/2022	1.71	08/09/2022	2.30	09/09/2022	2.39	07/09/2022	2.67
O_3 (µg/m³)	120.0	3	20/09/2022	0.64	24/09/2022	2.25	22/09/2022	1.08	23/09/2022	2.03	21/09/2022	1.48
SO_2 (µg/m³)	20.0	1	23/08/2022	0	27/08/2022	0	25/08/2022	0	26/08/2022	0.23	24/08/2022	0
SO_2 (µg/m³)	20.0	2	06/09/2022	0	10/09/2022	0	08/09/2022	0	09/09/2022	0	07/09/2022	0
SO_2 (µg/m³)	20.0	3	20/09/2022	0	24/09/2022	0	22/09/2022	0	23/09/2022	0	21/09/2022	0

* excepto para el CO y el O_3, cuyas medias adoptadas por la Resolución corresponden al periodo de 8 h, y para el NO_2, para el que se considera el periodo de 1 h.
Fuente: OMEGA GREEN, 2022.

ATOME

5.2.8.2
Calidad del Aire en el AID

En esta Sección se presentan los niveles de fondo, línea de base y/o valores de fondo, que son valores representativos de la calidad del aire en el AID anterior a la ejecución del proyecto.

Para ello, se han realizado mediciones específicas para el Proyecto, con instalación del equipo de medición en un punto dentro del terreno de la Planta (ver **Figura 5.2.8.2.a**). Los parámetros monitorizados fueron:

- Material particulado (MP);
  - Partículas Totales (PTS)
  - Partículas inhalables (PM_{10})
  - Partículas inhalables ($PM_{2.5}$)
- Dióxido de azufre (SO_2);
- Monóxido de carbono (CO);
- Dióxido de carbono (CO_2);
- Ozono (O_3);
- Dióxido de nitrógeno (NO_2).

Figura 5.2.8.2.a
Lugar de instalación de la estación de monitoreo de la calidad del aire



La Estación de Monitoreo de la Calidad del Aire es del tipo "KUNAK AIR PRO", metodología que está siendo ampliamente utilizada en Europa y aplicada también en América Latina y que presenta las siguientes características:

- Estación autónoma de monitoreo de contaminantes y parámetros meteorológicos integrados en un mismo equipo;
- Sensores electroquímicos para medir los compuestos gaseosos: NO_2; O_3; SO_2 y CO;
- Sensor infrarrojo no dispersivo (NDIR) integrado para medir el parámetro gaseoso CO_2;
- Contador óptico de partículas para medir material particulado ($PM_{2.5}$, PM_{10} y PTS);
- Sensores meteorológicos integrados: temperatura ambiente, humedad relativa, presión atmosférica, además de velocidad y dirección del viento;
- Almacenamiento y gestión de datos en la nube;
- Alimentación eléctrica mediante panel solar;
- Comunicación vía 3G/4G, vía chip de datos convencional;
- Plataforma de gestión para el análisis estadístico avanzado y el cálculo del Índice de Calidad del Aire.

La **Foto 01** muestra una vista de la Estación de Monitoreo instalada en el terreno y la **Foto 02**, detalles del equipo de medición.



Foto 01: Vista del equipo KUNAK instalado en el terreno.



Foto 02: Vista de los cartuchos de gas y vista frontal - OPC.

La siguiente **Tabla 5.2.8.2.a** presenta las especificaciones técnicas de medición de la estación de monitoreo KUNAK.

Tabla 5.2.8.2.a
Especificaciones técnicas de medición del equipo KUNAK

Parámetro	Unidades de medición	Principio de medición	Rango de medición	Resolución	Límite de detección
CO	µg/m³ - ppb	Electroquímico	0 – 12.000 ppb (A) 0 – 500 ppm (B)	1 ppb (A) 0,01 ppm (B)	10 ppb (A) 0,02 ppm (B)
CO_2	µg/m³ - ppm	Infrarrojo no dispersivo	0 – 5.000 ppm	1 ppm	<20 ppm
NO_2	µg/m³ - ppb	Electroquímico	0 – 5.000 ppb	1 ppb	2 ppb
O_3	µg/m³ - ppb	Electroquímico	0 – 2.000 ppb	1 ppb	3 ppb
SO_2	µg/m³ - ppb	Electroquímico	0 – 10.000 ppb	1 ppb	3 ppb
PTS	µg/m³		0 – 15.000 µg/m³	1 µg/m³	1 µg/m³
$PM_{2.5}$	µg/m³	Contador óptico de partículas	0 – 2.000 µg/m³	1 µg/m³	0,5 µg/m³
PM_{10}	µg/m³	Contador óptico de partículas	0 – 10.000 µg/m³	1 µg/m³	0,5 µg/m³

Las mediciones se realizaron en el período comprendido entre el 12 de mayo y el 02 de junio de 2023, totalizando entre 18 y 22 días de medición considerando los distintos parámetros.

Los valores obtenidos fueron comparados con los estándares de calidad del aire establecidos por la Resolución SEAM Nº 259/2015, además de las Guías Globales de Calidad del Aire (GCA) de la "OMS - Organización Mundial de la Salud", en su última actualización del año 2021.

Además de los parámetros indicados en la **Tabla 5.2.8.2.a**, también se midieron los siguientes: Índice de calidad del aire (ICA); Punto de condensación (ºC); Humedad (%); Presión atmosférica (hPa); Temperatura exterior (ºC); Velocidad media del viento (m/s); Velocidad máxima del viento (m/s); y Dirección del viento (Deg).

Resultados

La íntegra de los resultados obtenidos en la campaña de monitoreo de la calidad del aire, valores de fondo, realizada en el área de la futura Planta de ATOME se presentan en el informe del **Anexo 4**.

Los valores obtenidos para los parámetros monitoreados fueron comparados con los estándares de calidad del aire establecidos por la Resolución Nº 259/2015 de la Secretaría del Ambiente de Paraguay (SEAM), la Ordenanza Municipal N° 18/18 de Villeta y la OMS 2021 - Directrices Mundiales de Calidad del Aire, que sirven de referencia para la CFI.

y las Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad de la CFI que se muestran en la **Tabla 5.2.8.2.b**.

ATOME PLC

Tabla 5.2.8.2.a
Estándares de calidad del aire nacionales e internacionales

		Resolución SEAM N° 259/2015	Ordenanza Municipal N° 18/18	OMS 2021
$MP_{2,5}$ (µg/m³)	Media anual	15	15	5
	Media 24 h	30	30	15
MP_{10} (µg/m³)	Media anual	-	-	15
	Media 24 h	150	150	45
O_3 (µg/m³)	Media 8 h	120	120	100
NO_2 (µg/m³)	Media anual	40	40	10
	Media 1 h	200	200	-
	Media 24 h	-	-	25
SO_2 (µg/m³)	Media 24 h	20	20	40
	Media 10 min	-	-	-
CO (µg/m³)	Media 8 h	10	10	
	Media 24 h	-	-	4,000

Tal como se verifica en el Informe del **Anexo 4** y en las **Tablas 5.2.8.2.c**, **5.2.8.2.d** y **5.2.8.2.e**, los niveles ambientales de los contaminantes atmosféricos monitoreados y legislados estuvieron siempre por debajo de los estándares de calidad del aire nacionales e internacionales. Se realizaron mediciones de CO_2, pero no existe patrones de calidad del aire para este parámetro.

ATOME PLC

Tabla 5.2.8.2.c
Material Particulado

Días	Fecha	$PM_{2.5}$, media 24 horas (µg/m³)					PM_{10}, media 24 horas (µg/m³)					PTS, media 24 horas (µg/m³)
		Media	Res. SEAM 259/2015	Orden. 18/18	OMS 2021	Guías Generales de la CFI	Media	Res. SEAM 259/2015	Orden. 18/18	OMS 2021	Guías Generales de la CFI	Media
1	12/05/23	3.0	30	30	15	25	5.0	150	150	45	50	5.70
2	13/05/23	3.0	30	30	15	25	6.0	150	150	45	50	7.75
3	14/05/23	**10.0**	30	30	15	25	13.0	150	150	45	50	15.74
4	15/05/23	4.0	30	30	15	25	7.0	150	150	45	50	9.24
5	16/05/23	4.0	30	30	15	25	8.0	150	150	45	50	11.20
6	17/05/23	7.0	30	30	15	25	**15.0**	150	150	45	50	20.66
7	18/05/23	7.0	30	30	15	25	**15.0**	150	150	45	50	21.49
8	19/05/23	7.0	30	30	15	25	**15.0**	150	150	45	50	**22.53**
9	20/05/23	9.0	30	30	15	25	**15.0**	150	150	45	50	19.98
10	21/05/23	7.0	30	30	15	25	9.0	150	150	45	50	11.83
11	22/05/23	3.0	30	30	15	25	4.0	150	150	45	50	5.47
12	23/05/23	4.0	30	30	15	25	6.0	150	150	45	50	8.63
13	24/05/23	5.0	30	30	15	25	10.0	150	150	45	50	14.57
14	25/05/23	5.0	30	30	15	25	11.0	150	150	45	50	16.79
15	26/05/23	8.0	30	30	15	25	14.0	150	150	45	50	19.72
16	27/05/23	4.0	30	30	15	25	8.0	150	150	45	50	11.46
17	28/05/23	2.0	30	30	15	25	3.0	150	150	45	50	4.57
18	29/05/23	2.0	30	30	15	25	4.0	150	150	45	50	5.04
19	30/05/23	3.0	30	30	15	25	4.0	150	150	45	50	5.44
20	31/05/23	6.0	30	30	15	25	9.0	150	150	45	50	13.80
21	1/06/23	3.0	30	30	15	25	6.0	150	150	45	50	8.37
22	2/06/23	3.0	30	30	15	25	6.0	150	150	45	50	7.55

Obs.: rosa la media más alta de la campaña.

ATOME PLC

Tabla 5.2.8.2.d
Contaminantes Gaseosos O_3, NO_2 y SO_2

Días	Fecha	O_3, media 8 horas (µg/m³)					NO_2, media 1 hora (µg/m³)				NO_2, media 24 horas (µg/m³)		SO_2, media 24 horas (µg/m³)				
		Media	Res. SEAM 259/2015	Orden. 18/18	OMS 2021	Guías Generales de la CFI	Media	Res. SEAM 259/2015	Orden. 18/18	Guías Generales de la CFI	Media	OMS 2021	Media	Res. SEAM 259/2015	Orden. 18/18	OMS 2021	Guías Generales de la CFI
1	12/05/23	13.74	120	120	100	100	0.00	200	200	200	-	25	0.00	20	20	40	20
2	13/05/23	13.74	120	120	100	100	0.00	200	200	200	-	25	0.00	20	20	40	20
3	14/05/23	19.63	120	120	100	100	0.00	200	200	200	-	25	**2.62**	20	20	40	20
4	15/05/23	13.74	120	120	100	100	0.00	200	200	200	-	25	0.00	20	20	40	20
5	16/05/23	19.63	120	120	100	100	0.00	200	200	200	0.55	25	0.00	20	20	40	20
6	17/05/23	27.48	120	120	100	100	1.88	200	200	200	0.90	25	0.00	20	20	40	20
7	18/05/23	31.41	120	120	100	100	1.88	200	200	200	1.04	25	0.00	20	20	40	20
8	19/05/23	33.37	120	120	100	100	0.00	200	200	200	0.53	25	0.00	20	20	40	20
9	20/05/23	11.78	120	120	100	100	0.00	200	200	200	0.15	25	0.00	20	20	40	20
10	21/05/23	33.37	120	120	100	100	0.00	200	200	200	0.24	25	0.00	20	20	40	20
11	22/05/23	27.48	120	120	100	100	0.00	200	200	200	0.66	25	0.00	20	20	40	20
12	23/05/23	25.52	120	120	100	100	0.00	200	200	200	0.75	25	0.00	20	20	40	20
13	24/05/23	**43.19**	120	120	100	100	1.88	200	200	200	1.05	25	0.00	20	20	40	20
14	25/05/23	35.33	120	120	100	100	**3.76**	200	200	200	**2.71**	25	0.00	20	20	40	20
15	26/05/23	35.33	120	120	100	100	0.00	200	200	200	2.11	25	0.00	20	20	40	20
16	27/05/23	11.78	120	120	100	100	0.00	200	200	200	0.40	25	0.00	20	20	40	20
17	28/05/23	21.59	120	120	100	100	0.00	200	200	200	0.06	25	0.00	20	20	40	20
18	29/05/23	17.67	120	120	100	100	0.00	200	200	200	0.08	25	0.00	20	20	40	20
19	30/05/23	9.82	120	120	100	100	0.00	200	200	200	0.17	25	0.00	20	20	40	20
20	31/05/23	13.74	120	120	100	100	1.88	200	200	200	0.79	25	0.00	20	20	40	20
21	1/06/23	15.70	120	120	100	100	1.88	200	200	200	1.34	25	0.00	20	20	40	20
22	2/06/23	23.56	120	120	100	100	1.88	200	200	200	1.62	25	0.00	20	20	40	20

Obs.: rosa la media más alta de la campaña.

ATOME

Tabla 5.2.8.2.e
Contaminantes Gaseosos CO y CO_2

Días	Fecha	CO, media 8 horas (mg/m^3)				CO_2, media 24 horas (ppm)
		Media	Res. SEAM 259/2015	OMS 2021	Orden. 18/18	Media
1	12/05/23	0.2	10	10	10	-
2	13/05/23	0.2	10	10	10	474.5
3	14/05/23	0.2	10	10	10	494.9
4	15/05/23	0.2	10	10	10	493.7
5	16/05/23	0.2	10	10	10	-
6	17/05/23	0.3	10	10	10	477.2
7	18/05/23	0.3	10	10	10	474.1
8	19/05/23	0.3	10	10	10	479.7
9	20/05/23	0.3	10	10	10	480.3
10	21/05/23	0.2	10	10	10	473.7
11	22/05/23	0.3	10	10	10	466.7
12	23/05/23	0.3	10	10	10	474.8
13	24/05/23	0.3	10	10	10	463.8
14	25/05/23	0.3	10	10	10	469.6
15	26/05/23	**0.4**	10	10	10	464.1
16	27/05/23	0.3	10	10	10	475.7
17	28/05/23	0.2	10	10	10	474.6
18	29/05/23	0.2	10	10	10	468.7
19	30/05/23	0.2	10	10	10	468.9
20	31/05/23	0.3	10	10	10	500.7
21	1/06/23	0.3	10	10	10	496.8
22	2/06/23	0.3	10	10	10	505.0

5.2.9
Ruido

En esta Sección se presentan los resultados obtenidos en la campaña de medición de ruido realizada en los alrededores y en la Planta de ATOME, entre 30 de septiembre y 10 de octubre del año 2023.

5.2.9.1
Metodología

La campaña de medición del ruido fue realizada por la empresa Tecnoambiental S.R.L., considerando cuatro (4) puntos seleccionados en función de los usos de suelo y las fuentes de ruido. La ubicación de estos puntos se muestra en la **Figura 5.2.9.1.a**.

Figura 5.2.9.1.a
Puntos de medición de ruido



La selección de los puntos de medición se basó en la metodología propuesta por Segués (2008), de selección dirigida de puntos de medida en función de los usos de suelo y las fuentes de ruido, que consiste en analizar previamente la dinámica de la actividad, los usos del suelo y establecer una zonificación del área de estudio. Por otro lado, se analizaron las principales fuentes de ruido, vías de circulación, industrias, áreas sensibles, etc.

En la **Tabla 5.2.9.1.a** se mencionan los cuatro (4) puntos de medición seleccionados y su descripción.

Tabla 5.2.9.1.a
Descripción de los Puntos de Medición

Punto Nº	Coordenadas UTM 21J Longitud /Latitud	Descripción de los Puntos de Medición
1 – Acceso principal a la propiedad de ATOME	429,867 E / 7,156,319 S	Punto de circulación de fuentes emisoras móviles, como ser maquinarias y camiones pesados y otros tipos de vehículos de diferentes portes vinculados con la etapa de construcción y operación / mantenimiento del emprendimiento. Además, es un punto estratégico para la medición de los niveles sonoros, debido a la proximidad a la Ruta Villeta-Alberdi.
2 - Límite de la Propiedad de ATOME – Cerca del establo del vecino	429,506 E / 7,156,319 S	Zona próxima a la vivienda de los vecinos del predio colindante, principales receptores críticos de los niveles sonoros que generaría la industria, debido a la cercanía de la instalación de ciertos equipos y áreas de servicio, así como trabajos continuos durante la etapa de construcción y operación/mantenimiento, en general.
3 – Acceso principal a la vivienda de los vecinos	429,589 E / 7,156,185 S	Punto de registro ubicado en el acceso principal a la vivienda de los vecinos, los mismos serian receptores directos de los niveles de ruido que podrían producirse en las diferentes etapas de la industria, pudiendo generar afectaciones en su salud y alteración de la calidad de vida.
4 – Futura zona de fuentes fijas emisoras de ruido	429,583 E 7,156,373 S	Corresponde a un sector de la industria donde se encontrarían fuentes emisoras como maquinarias y equipamientos de funcionamiento continuo (principalmente compresores), que podrían generar niveles sonoros elevados, pudiendo producir afectación a nivel ocupacional y habitacional.

Fuente: Tecnoambiental (2023).

La medición se realizó con dos sonómetros de Clase 2 que cumplen con las normas IEC 61672-1 e IEC PUB 651, el Sonómetro PCE-322A y el Sonómetro Minipa MSL-1355B, respectivamente. En el **Anexo 5** se presenta el Informe de Resultados de Monitoreo de Niveles de Presión Sonora elaborado por Tecnoambiental S.R.L que incluye las especificaciones técnicas de los sonómetros, además de los certificados de calibración.

La colecta de datos se realizó durante 20 horas continuas en los 4 puntos de medición. Los sonómetros se programaron para medir con ponderación de frecuencia A, en un rango de 30 a 130 dB. Los sonómetros fueron colocados sobre un trípode para ubicarlos a una distancia de aproximadamente 1.5 m por encima del suelo, asimismo, se tuvo en cuenta que se encuentren no más cerca de 3 m de cualquier superficie reflectante (pared, estructuras, obstáculos).

Para fines de las mediciones y límites de niveles de presión sonora, se ha llevado en cuenta la normativa paraguaya relacionada con el ruido. Es importante mencionar que hay una ley reciente relacionada con el ruido, la Ley Nº 6390/2020, que regula la emisión de ruidos y deroga a la Ley Nº 1100/1997. La más reciente no establece límites, dejando a cargo de la municipalidad esta definición.

En la municipalidad de Villeta, la Ley 1.100/97 se encuentra reglamentada por medio de la Ordenanza 25/2017, que modifica y actualiza la Ordenanza 2/94, que reglamenta el sistema de publicidad y ruidos molestos en el distrito de Villeta, de acuerdo con lo establecido en dicha Ley.

ATOME-PLC

La Ordenanza 25/2017 establece el periodo de 06:00 a 12:00 horas y de 14:00 a 20:00 horas para el funcionamiento de instalaciones industriales situadas en zonas de viviendas y que produzcan ruidos molestos. También establece que las instalaciones industriales deben adoptar los dispositivos necesarios para reducir el ruido producido.

Como la Municipalidad de Villeta no tiene establecidos límites específicos en sus ordenanzas, ante la ausencia de estos, se utilizó como referencia la Ley Nº 1100/1997.

El Artículo 9º de la Ley Nº 1100/1997 establece que se consideran ruidos y sonidos molestos a los que sobrepasen los niveles promedios transcritos en la **Tabla 5.2.9.1.b**.

Tabla 5.2.9.1.b
Niveles de ruido establecidos por la Ley 1100/1997

Ámbito	Noche 20:00 a 07:00	Día 07:00 a 20:00	Día (Pico ocasional) 07:00 a 12:00 14:00 a 19:00
	Medidos en decibeles "A" - DB (A) 20-40		
Áreas residenciales, de uso específico, espacios públicos: áreas de esparcimiento, parques, plazas y vías públicas	45	60	80
Áreas mixtas, zonas de transición, de centro urbano, de programas específicos, zonas de servicios y edificios públicos	55	70	85
Área industrial	60	75	90

Fuente: Ley Nº 1100/1997 de Prevención de la Polución Sonora.

Los valores obtenidos en la campaña también fueron comparados con los límites establecidos por las guías sobre medio ambiente, salud y seguridad de la CFI, presentados en la **Tabla 5.2.9.1.c**.

Tabla 5.2.9.1.c
Límites establecidos por la CFI

Receptor	L_{Aeq} (dB)	
	Día 07:00 - 22:00	Noche 22:00 - 07:00
Residencial; institucional; educativo	55	45
Industrial; comercial	70	70

Fuente: Environmental, Health, and Safety (EHS) Guidelines - Noise Management (CFI, 2007).

5.2.9.2
Resultados de las Mediciones de los Niveles de Ruido Actuales

Como se describe en la **Sección 5.2.9.1**, las mediciones de ruido se realizaron en cuatro puntos, dos de ellos en los límites de la planta (P1 en el acceso principal y P2 en el límite de la propiedad lindante con el vecino), P3 en el acceso principal de la vivienda del vecino y P4 en la futura ubicación de fuentes fijas sonoras de la industria (por ejemplo, compresores).

Los valores medidos se compararon con los estándares establecidos en la normativa sobre la materia, y las zonas se clasificaron como industriales considerando las características agroindustriales de la zona y que el municipio no cuenta con un plan de ordenamiento territorial que declara la zonificación. Únicamente en el punto 3, medido junto a la vivienda vecina, los valores medidos se compararon con los estándares establecidos para zonas

ATOME PLC

residenciales debido a la presencia de personas habitando la propiedad vecina. Cabe destacar que la normativa paraguaya y las guías IFC consideran períodos distintos como diurno y nocturno, por lo que los resultados se expresan indicando el rango horario considerado en cada caso.

La **Tabla 5.2.9.2.a** muestra los resultados de línea de base relevados por período, en comparación con los límites establecidos en la legislación. A los efectos de caracterizar los períodos diurnos y nocturnos mediante un único valor representativo de cada período en cada punto relevado, se consideró el L_{Aeq} de la totalidad del período de medición dentro de la franja horaria considerada para cada caso[2].

El P1 superó el nivel recomendado por la CFI para el período nocturno en receptores industriales. Los niveles de ruido registrados fueron ocasionados por las diferentes fuentes móviles, principalmente camiones de gran porte que transitaban por la ruta a altas velocidades, siendo la circulación aún más frecuente en horas de la noche y de la madrugada.

En el P3 se superaron los límites diurnos y nocturnos establecidos tanto por la CFI como por la Ley 1100/97 para receptores residenciales. El P3 corresponde a la vivienda del establecimiento rural productivo, en donde regularmente se realizan actividades diversas de cuidado y mantenimiento de la granja con equipamiento y herramientas que generan ruido, cría de animales de granja que emiten sonidos propios y también se encuentra influenciada por la ruta Villeta-Alberdi que se encuentra frente a la propiedad.

Consideraciones finales

Teniendo en cuenta la ubicación del terreno propuesto para la Planta, al borde de una carretera, se entiende que el área ya presenta un ruido ambiental superior a los estándares establecidos para áreas residenciales, que es la situación actual en la propiedad vecina, el receptor crítico más cercano y ante la ausencia de la planta en funcionamiento.

Según las recomendaciones de la CFI, en el caso de las zonas residenciales, los impactos sonoros no deben superar los 3 dB y/o dar lugar a niveles superiores a 55 dB durante el periodo diurno y a 45 dB durante el periodo nocturno.

Aunque sólo hay un receptor crítico (1 residencia) en las proximidades del Proyecto, se llevó a cabo una modelación de los Niveles de Presión Sonora (NPS), desarrollado por la empresa CSI, cuya metodología y resultados se presentan en el Capítulo 6.0 y también en el informe del **Anexo 6**.

ATOME PLC

[2] Los valores fueron calculados por la empresa CSI (véase el informe del **Anexo 6**), basándose en los resultados de las mediciones de ruido presentados en el **Anexo 5** (Tecnoambiental, 2023).

Tabla 5.2.9.2.a

Características de cada punto de medición, valores medidos en los períodos diurno y nocturno, y niveles de referencia establecidos por las normas

Punto	Ubicación del punto de medición	RL_{Aeq} (Valores medidos en la campaña)				Ley 1100/1997 Área industrial		Ley 1100/1997 Áreas residenciales		CFI / OMS Área industrial	CFI / OMS Áreas residenciales	
		Diurno Paraguay 7 am – 8 pm	Diurno IFC 7 am – 10 pm	Nocturno Paraguay 8 pm – 7 am	Nocturno IFC 10 pm – 7 am	Diurno	Nocturno	Diurno	Nocturno		Diurno	Nocturno
P1	Acceso principal a la propiedad	66	65	62	62	75.0	60.0	-	-	70.0	-	-
P2	Límite de la Propiedad de ATOME – Cerca del establo del vecino	58	57	54	55	75.0	60.0	-	-	70.0	-	-
P3	Acceso principal a la vivienda de los vecinos	65	65	66	67			60.0	45.0		55.0	45.0
P4	Futura zona de fuentes fijas emisoras de ruido	56	55	53	53	75.0	60.0	-	-	70.0	-	-

ATOME PC

5.3
Medio Biótico

5.3.1
Vegetación y Flora

La caracterización de la vegetación y flora a ser afectada por el proyecto fue realizada en gabinete, consistiendo en el relevamiento y análisis de la información disponible sobre la región del proyecto y sus Áreas Influencia de Indirecta (AII) y Directa (AID), incluyendo imágenes satelitales e informaciones de bibliografía, como artículos científicos y publicaciones del MADES, SEAM y INFONA.

En complementación, fue realizado un relevamiento de campo en marzo de 2023 por especialistas botánicos en toda el área directamente afectada del proyecto para caracterización de la vegetación natural y de las especies vegetales existentes en el terreno.

Las informaciones obtenidas embazaran el **Mapa de Cobertura Vegetal y Uso del Suelo** (**Mapa 5.3.1.2.a**) del AID y ADA, elaborado a partir de imágenes satelitales en ambiente SIG.

5.3.1.1
Área de Influencia Indirecta (AII)

Caracterización de la ecorregión

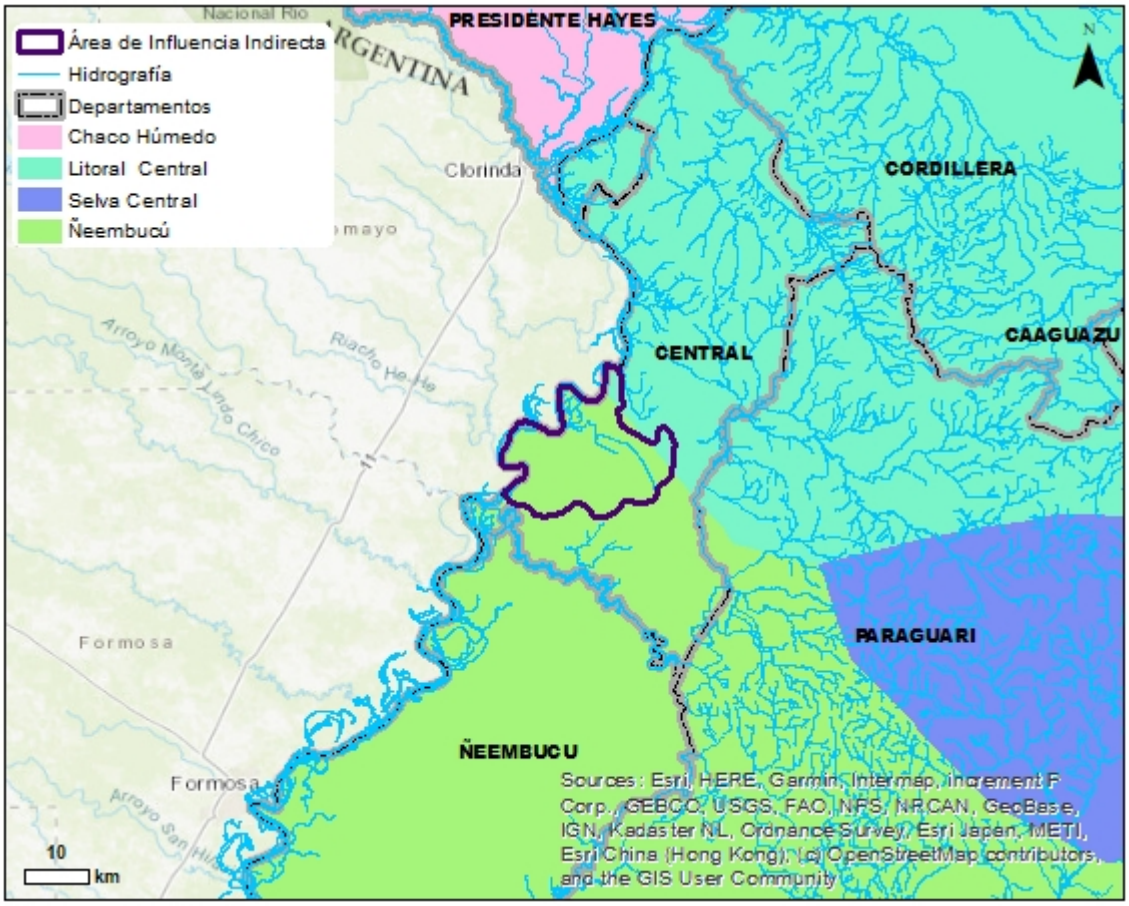
El AII se encuentra, principalmente, en el distrito de Villeta, en el Departamento Central. Según la clasificación del Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES) a través de la Resolución N° 614/2013, el AII se ubica dentro de la Ecorregión Ñeembucú (**Figura 5.3.1.1.a**), con una extensión de aproximadamente 35,700 Km^2, abarcando una porción del Departamento Central y cuyos límites corresponden al norte con la Ecorregión Litoral Central, al sur con el río Paraná, al este con la Ecorregión Selva Central y al oeste con el río Paraguay. Entre las características de esta Ecorregión se menciona que la temperatura anual media se da entre los 22 y 23 °C y la precipitación anual media de 1,500 mm. Los suelos característicos son aluviales, hidromórficos y ricos en materia orgánica (Acevedo *et al*., 1990).

Estudios y descripciones de la vegetación y flora en la zona incluyen los trabajos de Tortorelli (1966), Acevedo *et al*. (1990), Mereles (2004 y 2007), Vogt & Mereles (2005), Pérez de Molas y Céspedes (en Macedo Sienra, A., Villalba, 2009) y De Egea *et al*. (2012). En todos ellos se menciona el mosaico de la vegetación boscosa y las sabanas hidromórficas con *Copernicia alba*, típicas de la cuenca del río Paraguay.

Tortorelli (1966) señala que la vegetación en la zona corresponde a una sábana arbolada, caracterizada por un tapiz herbáceo dominante y árboles y arbustos desarrollados en forma aislada. Acevedo *et al*. (1990) utilizan esta descripción y refieren que las leñosas no superan los 15 metros de altura, donde las especies más características son *Luehea divaricata, Peltophorum dubium, Tabebuia* spp, *Holocalyx balansae, Ficus* spp, *Albizia hassleri, Ocotea* spp y *Nectandra spp.*

ATOME PLC

Figura 5.3.1.1.a
Ecorregiones en al Área de Influencia Indirecta del Proyecto



Fuente: Ecorregiones del Paraguay, Resolución SEAM Nº 614/2013.

Mereles (2004 y 2007) describe a los bosques y sabanas en las áreas de influencia del río Paraguay como Bosque inundable, Bosque subhúmedo semicaducifolio y Sabana hidromórfica de Karanda'y (*Copernicia alba*). El bosque inundable caracterizado por estar presente en áreas de inundaciones periódicas, desarrollados sobre suelos arcillosos y muy estructurados, tendientes a formar poblaciones puras de *Prosopis nigra, Prosopis ruscifolia* o *Albizia inundata*. El bosque subhúmedo semicaducifolio desarrollado sobre suelos franco-arenosos, en la región Oriental y Occidental a lo largo del litoral del río Paraguay, donde la precipitación no supera los 1,700 mm y en la que aproximadamente el 50% de la vegetación pierde sus hojas a los efectos de la floración. Presentan 3 a 4 estratos y lianas y epífitas en su interior. Las especies características de estos bosques son *Albizia niopoides, Allophylus edulis, Anadenanthera colubrina, Apuleia leiocarpa, Astronium balansae, Chloroleucon tenuiflorum, Cordia americana, Cordia glabrata, Copaifera langsdorfii, Eugenia uniflora, Guarea kunthiana, Jacaratia spinosa, Peltophorum dubium, Protium heptaphyllum, Sorocea bonplandii, Tabebuia heptaphylla* y *Xylopia brasiliensis*. Las sábanas hidromórficas de *Copernicia alba* desarrolladas sobre suelos ricos en arcilla, muy estructurados, duros en seco e inundables, en la que la especie dominante es la palmera *Copernicia alba* acompañada de muy pocas especies leñosas en el caso de tratarse de ambientes modificados. El tapiz herbáceo es rico en especies palustres y acuáticas y la composición florística varía de acuerdo con el tiempo de inundación en el palmar. Algunas especies características son *Aeschynomene rudis, A. sensitiva, Cleome spinosa, Commelina*

erecta, Diodia kuntzei, Discolobium pulchellum, Eleocharis elegans, E. montana, Fimbristylis sp, *Justicia laevilinguis, Mikania cordifolia, Panicum hiritcaule, P. laxum, Pfaffia glomerata, Phyla reptans, Polygonum punctatum, Rhynchospora scutellata, Ruellia tweediana, Setaria geniculata, Solanum spinosum, Vernonia rubircaulis*, entre otras.

Pérez de Molas & Céspedes (2009) realizaron un estudio de la vegetación y flora para la justificativa técnica de la Reserva Natural Guyratî, en la ciudad de Villeta. En esta registraron 362 especies en recorridos no sistemáticos, dentro de cuatro comunidades naturales correspondientes a isletas de bosque subhúmedo que forman pequeñas islas de vegetación arbórea, con estratos bien definidos, isletas de bosque en cerros desarrolladas en elevaciones del terreno, sabanas hidromórficas de *Copernicia alba* y esteros, en los que predomina la vegetación herbácea acuático-palustre. En los bosques descritos señalan que las especies preponderantes son *Achatocarpus praecox, Astronium balansae, Rollinia salicifolia, Tabernaemontana catharinensis, Tabebuia heptaphylla, Patagonula americana, Cecropia pachystachya, Terminalia triflora, Sapium haemathospermum, Sebastiania brasiliensis, Acacia bonariensis, Albizia inundata, Copaifera langsdorffii, Enterolobium contortisiliquum, Gleditsia amorphoides, Holocalyx balansae, Parapiptadenia rigida, Peltophorum dubium, Casearia sylvestris, Ocotea diospyrifolia, Trichilia catigua, Trichilia mollis, Pisonia zapallo, Ruprechtia laxiflora, Calycophyllum multiflorum, Cupania vernalis, Melicoccus lepidopetalus, Chrysophyllum gonocarpum, Guazuma tomentosa, Trema micrantha, Urera* sp., *Vitex montevidensis*, entre otras.

En la sabana de *Copernicia alba*, la flora es compuesta principalmente por *Justicia laevilinguis, Mollugo verticillata, Acacia caven, Desmodium incanum, Sesbania virgata, Heimia salicifolia, Cienfuegosia drummondii, Sida spinosa, Cissampelos pareira, Andropogon laterales, Panicum prionitis, Polygonum acuminatum, Portulaca fluvialis, Paullinia pinnata, Angelonia sp., Scoparia dulcis, Scoparia montevidensis, Solanum glaucophyllum, Turnera grandiflora, Turnera melochioides, Verbena aristigera, Cissus verticillata, Acalypha communis, Killinga odorata, Momordica charantia, Evolvulus sericeus, Commelina erecta, Tillandsia recurvifolia, Tillandsia streptocarpa* y *Bromelia balansae*. En las zonas donde se registraron pequeños cuerpos de agua, las más comunes fueron *Echinodorus grandiflorus, Croton urucurana, Hydrolea spinosa, Ludwigia helmintorrhiza, Ludwigia rigida, Eleocharis filiculmis, Cyperus laxus, Cyperus esculentus, Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa* y *Commelina platyphylla*.

La vegetación de los esteros es conformada por especies acuáticas y palustres como *Rhabdadenia pohlii, Enydra radicans, Gymnocoronis spilanthoides, Mikania* sp., *Croton urucurana, Senna pendula, Juncus* sp., *Hydrocleys nymphoides, Limnocharis* aff. *flava, Paullinia elegans, Salvinia auriculata, Pistia stratiotes, Eupatorium candolleanum, Canna glauca, Eleocharis elegans, Oxycrium cubense, Rhynchospora corymbosa, Aeschynomene* sp., *Nymphoides indica, Nymphaea* sp., *Ludwigia* sp., *Hymenachne amplexicaulis, Paspalum* sp, *Eichhornia azurea, Heteranthera reniformis, Hetherantera limosa, Pontederia cordata, Pontederia rotundifolia* y *Neptunia plena*; además se observan áreas con dominancia de *Cyperus giganteus* y *Thalia geniculata*, conocidas como Pirizales y Peguahozales, respectivamente.

Vogt & Mereles (2005) estudiaron la vegetación de la Ecorregión de Ñeembucú, resultando en 11 tipos: Sabana de *Copernicia alba*, Sabana de *Copernicia alba* y *Acrocomia aculeata*, Sabana inundable, Sabana de pastizales, Bosques higrófilos marginales o ribereños, Bosques de

ATOME PLC

bambú, Matorrales anegables, Sabana de espartillares, Vegetación de esteros, Vegetación de las lagunas y Embalsados. Cada uno de ellos fue descrito, junto con su composición florística y estado de conservación al momento del estudio.

De Egea *et al*. (2012) registraron la vegetación de los humedales de Ñeembucú a 676 taxa (incluyendo subespecies y variedades) en 100 familias y 374 géneros.

Caracterización de la vegetación

La caracterización de la vegetación en el AII del proyecto se basó en los Mapas Anuales de Cobertura y Uso del Suelo en Chaco producidos por el Proyecto MapBiomas Chaco - Colección 3.0[3], del año 2021, para determinar los tipos de cobertura del suelo en el área. El Proyecto de "Mapeo Anual de Cobertura y Uso del Suelo de Gran Chaco Americano" es una iniciativa que envuelve a una red colaborativa de especialistas de Argentina, Bolivia, Brasil y Paraguay. Utiliza procesamiento en la nube y clasificadores automatizados para generar una serie histórica de mapas anuales de cobertura y uso del suelo del Gran Chaco Americano[4].

Para la caracterización de la vegetación natural, y su correspondencia con las clases cartográficas del Mapbiomas, se tomó como base el estudio de Mereles (2007).

Según el mapa de 2021 del Mapbiomas, en el AII de proyecto hay las siguientes clases de cobertura del suelo: vegetación leñosa natural (que incluye los bosques y sabanas); la vegetación natural no leñosa, que incluye los pastizales naturales, inundables o no, y los humedales; las áreas antrópicas (principalmente áreas urbanizadas) y cuerpos de agua. El **Cuadro 5.3.1.1.a** presenta las descripciones de cada clase, basadas en las categorías utilizadas por el Proyecto MapBiomas.

Cuadro 5.3.1.1.a
Clases de uso y cobertura del suelo en el Área de Influencia Indirecta, basado en el mapa del Proyecto Mapbiomas Chaco

Clase	Descripción
Vegetación leñosa natural	**Incluye vegetación boscosa, principalmente bosques sub-húmedos y semicaducifolios, bosques higrófilos y sabanas hidromórficas**
leñosa cerrada	Áreas con vegetación natural formada por árboles, arbustos o una mezcla de ambos, con una cobertura igual o superior al 65%.
leñosa inundable	Zonas de transición entre sistemas puramente terrestres y acuáticos, donde el nivel freático está en la superficie o cerca de ella (zonas encharcadas). La cubierta vegetal natural, formada por árboles, arbustos o una mezcla de ambos, está muy influenciada por el agua y/o depende de las inundaciones.
leñosa dispersa	Áreas con vegetación natural formada por árboles, arbustos o una mezcla de ambos, con una cobertura igual o superior al 5% e inferior al 20%.
Vegetación natural no leñosa	**Incluye los pastizales naturales, inundables o no, y los humedales**
pastizal cerrado	Áreas con vegetación natural formada por plantas herbáceas con una cobertura igual o superior al 65%. En esta categoría se permite la presencia de plantas leñosas, pero deben tener una cobertura entre el 1-5 y el 20%.
pastizal abierto	Áreas con vegetación natural formada por plantas herbáceas con una cobertura

[3] Disponible aquí : MapBiomas Chaco
[4] Mapbiomas Chaco

ATOME PLC

Cuadro 5.3.1.1.a
Clases de uso y cobertura del suelo en el Área de Influencia Indirecta, basado en el mapa del Proyecto Mapbiomas Chaco

Clase	Descripción
	igual o superior al 20% e inferior al 65%. En esta categoría se permite la presencia de plantas leñosas, pero deben tener una cobertura entre el 1-5 y el 20%.
pastizal inundable	Áreas de transición entre sistemas puramente terrestres y acuáticos, donde el nivel freático está en la superficie o cerca de ella (zonas encharcadas). La cubierta vegetal herbácea natural está muy influenciada por el agua y/o depende de las inundaciones (por ejemplo, esteros, marismas, pantanos y lechos de agua).
Áreas antrópicas	**Incluye los cultivos, pasturas antrópicas y áreas urbanizadas**
cultivos múltiples	Áreas con dos o más cultivos por temporada. Se desarrollan normalmente en propiedades pequeñas.
cultivos simples	Áreas con solo un cultivo por temporada. El principal monocultivo en el AII es el arroz, muy extendido en la región del Chaco, debido a las características favorables que presenta esta ecorregión para este tipo de cultivo.
pasturas	Áreas con cultivos de especies herbáceas para forraje (producción animal). Sin embargo, también es importante mencionar que el uso do los pastizales naturales como pasto para el ganado es muy común en la región.
áreas no vegetadas	Áreas con cubiertas artificiales resultantes de actividades humanas como construcciones urbanas, carreteras, etc. Estas áreas están localizadas principalmente en las orillas del río Paraguay.
Cuerpos de Agua	Zonas cubiertas de agua de forma natural (ríos, lagos, etc.) o artificial (embalses, canales, lagos artificiales, etc.).

Fuente: Proyecto Mapbiomas Chaco, Algorithm Theoretical Base Document & Results (ATBD_R), Septiembre 2022. Disponible aquí ATBD Coleccion 3.0.docx.pdf - Google Drive

Cuantificación del uso y ocupación del suelo en el AII

La cuantificación de uso y ocupación del suelo en el AII se basó en el Mapa de Cobertura y Uso del Suelo en Chaco del año 2021 (Mapbiomas Chaco - Colección 3.0) y se muestra en la **Tabla 5.3.1.1.a**, donde se verifica que la vegetación natural no leñosa representa 68.23% del AII, y la vegetación leñosa el 23.66%. Sin embargo, como ya mencionado, parte de los pastizales naturales son utilizados para ganadería, entonces la vegetación nativa en estos hábitats naturales puede encontrarse en diferentes niveles de conservación.

Tabla 5.3.1.1.a
Cuantificación de uso y cobertura del suelo en el Área de Influencia Indirecta del proyecto

Clase	Hectáreas	%
Vegetación leñosa natural	**8,515.45**	**23.66**
leñosa cerrada	2,444.99	6.79
leñosa inundable	6,067.92	16.86
leñosa dispersa	2.54	0.01
Vegetación natural no leñosa	**24,559.86**	**68.23**
pastizal cerrado	6,418.24	17.83
pastizal abierto	0.51	0.00
pastizal inundable	18,141.11	50.40
Áreas antrópicas	**1,359.70**	**3.78**
cultivos múltiples	161.39	0.45
cultivos simples	831.36	2.31
pasturas	233.82	0.65

ATOME PLC

Tabla 5.3.1.1.a
Cuantificación de uso y cobertura del suelo en el Área de Influencia Indirecta del proyecto

Clase	Hectáreas	%
áreas no vegetadas	133.13	0.37
Cuerpos de Agua	**1,560.80**	**4.34**
Total	**35,995.82**	**100.00**

Basado en Proyecto MapBiomas Chaco - Colección 3.0 de los Mapas Anuales de Cobertura y Uso del Suelo en Chaco, accedido en marzo de 2021, a través del enlace: MapBiomas Chaco.

5.3.1.2
Área de Influencia Directa (AID)

Mapeo y cuantificación de la cobertura vegetal y uso de la tierra en el AID

El mapa de cobertura vegetal y uso del suelo del AID del proyecto puede verse en el **Mapa 5.3.1.2.a** y la cuantificación de la superficie de sus categorías de mapeo (en hectáreas) en la **Tabla 5.3.1.2.a**. El mapeo se hizo con base en análisis visual de imágenes de satélite de alta resolución[5], comparándose los patrones de las imágenes con lo que se observó en los muestreos de campo.

La cobertura vegetal nativa es predominante en el AID (65.25%) y está representada principalmente por Sabana hidromórfica, ocupando 42.89% del AID. El Bosque subhúmedo semicaducifolio corresponde a 22.26% del AID.

Los bosques están localizados principalmente en la porción norte del AID, tanto en grandes fragmentos como otros más pequeños y aislados. La Sabana se distribuye por toda el AID.

La Sabana hidromórfica ocurre sobre pequeñas colinas suaves, donde el suelo es más airado y el desenvolvimiento de la vegetación es más expresivo, observándose una maraña de especies arbustivas y herbáceas, además de gran cuantidad de individuos de *Copernicia alba* que se distribuye por toda la región.

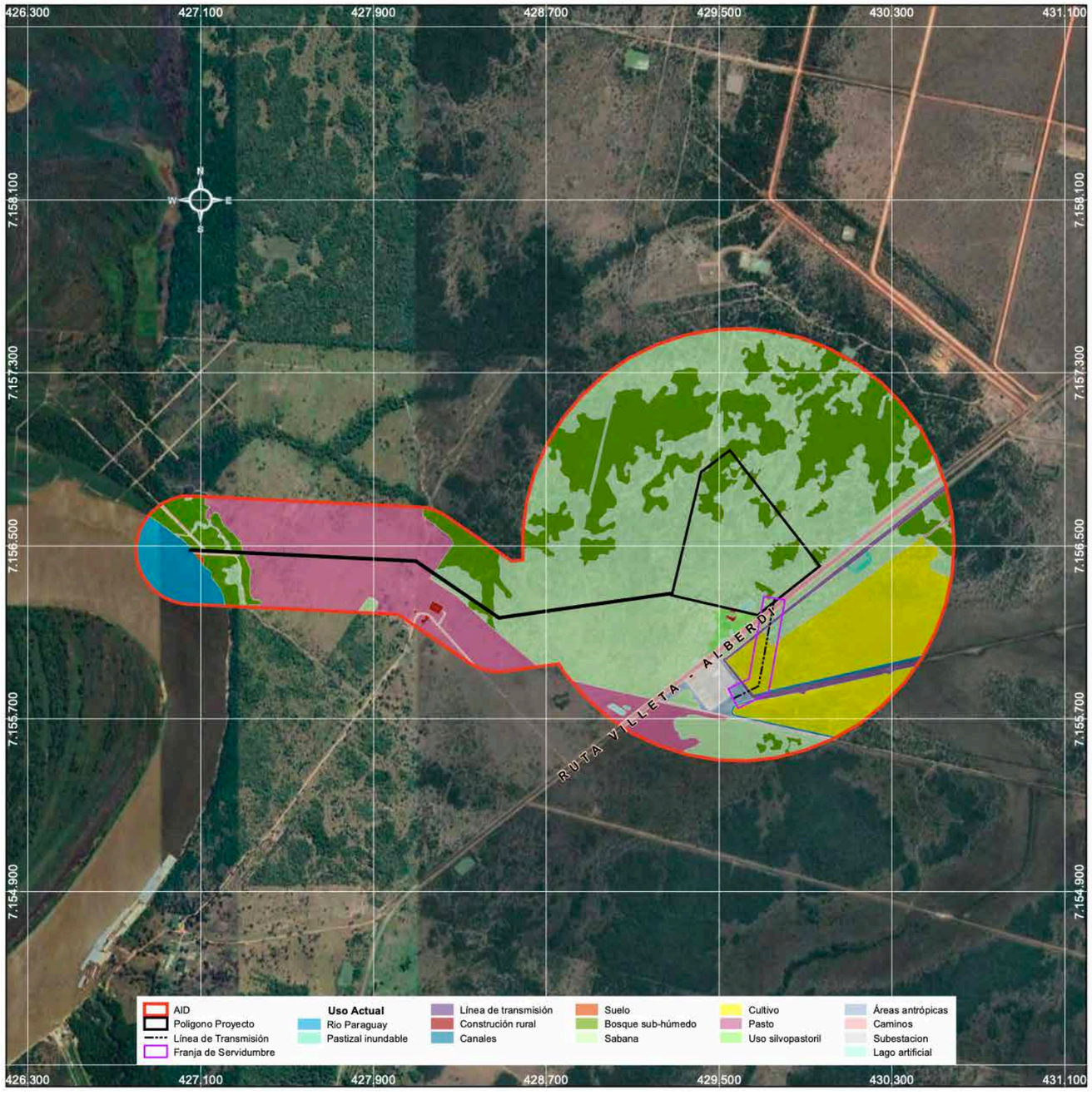
Los usos antrópicos del suelo ocupan 32.36% del AID e incluyen cultivos, pastos y uso silvopastoril (una pequeña propiedad con usos múltiplos en el terreno), caminos asfaltados y no asfaltados, la subestación de energía y las líneas de transmisión y distribución, y pequeños lagos artificiales.

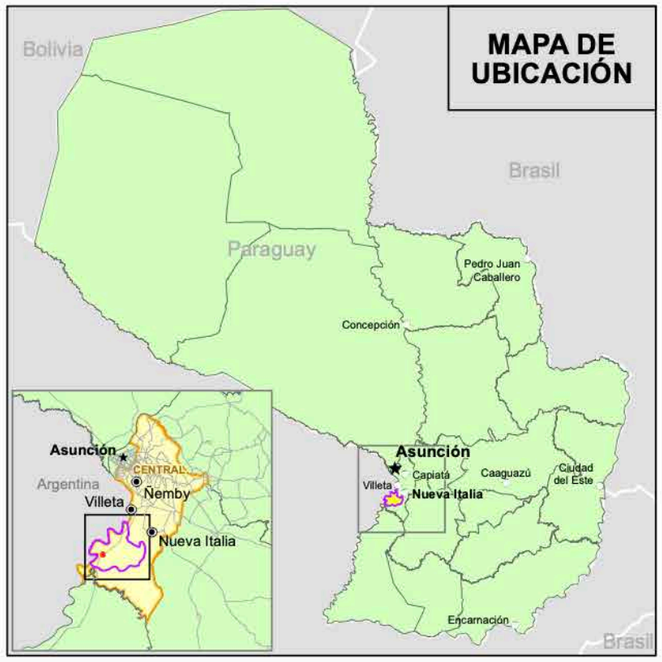
ATOME PLC

[5] Imágenes del Google Earth, fecha 25 de noviembre de 2022.

Mapa 5.3.1.2.a – Mapa de Cobertura Vegetal y Uso del Suelo

ATOME	Zona Franca y Planta de Producción de Hidrógeno, Amoniaco y Fertilizante Verdes de ATOME Paraguay S.A. Estudio de Impacto Ambiental y Social (EIAS)	5.3.1.2.a - MAPA DE COBERTURA VEGETAL Y USO DEL SUELO





Carátula Juridica Legal

Proponente:	ATOME PARAGUAY S.A.
Lugar:	Puerto Sara
Localidad:	Central - Villeta
Distrito:	Villeta
Padrón:	16490
Superficie Total:	30 ha
Superficie a construir:	20 ha
Elaboración:	ATOME PARAGUAY S.A.
Fecha de Impresión:	25/10/2023

Fuente Cartográfica

Proponente, DGEEC 2012
2023

Parámetros Cartográficos

Proyección UTM
Elipsoide WGS 84
Zona 21 J
Escala 1:10.00

Tabla 5.3.1.2.a
Cobertura vegetal y uso de la tierra en la Área de Influencia Directa (AID)

Clase	Hectáreas	%
Vegetación nativa	**265.42**	**65.25**
Bosques sub-húmedos semicaducifolios	90.55	22.26
Sabanas hidromórficas	174.45	42.89
Pastizal inundable	0.43	0.10
Áreas antropizadas	**131.64**	**32.36**
Área antrópica sin uso definido	2.39	0.59
Pasto	62.54	15.37
Uso silvopastoril	2.15	0.53
Cultivos simples	46.24	11.37
Caminos	6.87	1.69
Construcción rural	0.45	0.11
Lago artificial	1.29	0.32
Canal de irrigación	1.37	0.34
Línea de transmisión	5.18	1.27
Subestación	3.08	0.76
Suelo	0.09	0.02
Otros	**9.70**	**2.39**
Río Paraguay	9.70	2.39
Total	**406.77**	**100.00**

ATOME PLC

5.3.1.3
Área Directamente Afectada (ADA)

El método de trabajo para el estudio de la vegetación y flora en el ADA del Proyecto se desarrolló en cuatro etapas: un análisis previo al campo para identificar las comunidades naturales del sitio, seleccionar los puntos de muestreo y revisión de los antecedentes de estudio. La segunda y tercera etapas fueron el trabajo de campo, que se desarrolló en dos momentos distintos, y la cuarta etapa fue el trabajo posterior de gabinete que incluyó la sistematización y análisis de datos.

El estudio de la vegetación puede realizarse a través de métodos cualitativos y cuantitativos. Los métodos cualitativos ofrecen como resultado principal el listado de la flora y caracterización de la vegetación. Los métodos cuantitativos por su lado requieren de mayor tiempo ya que se realizan mediciones de individuos además de sus identificaciones; estos resultan en datos estructurales de las formaciones vegetales que pueden servir para estimar la diversidad y monitorear el desarrollo de las poblaciones.

En marzo de 2023 se realizó un estudio preliminar del tipo Evaluación Ecológica Rápida, para conocer la diversidad de grupos de flora, y describir los tipos de formaciones vegetales y la descripción de la Ecorregión. El segundo muestreo se realizó durante los días 19 al 23 de junio del 2023, correspondiente a un estudio cuantitativo dentro del área boscosa y otro estudio cualitativo dentro de la sabana.

El objetivo fue describir la estructura del bosque, identificar las especies de mayor peso ecológico, especies amenazadas, estado de conservación y estimar la diversidad; para la

sabana el objeto de estudio fue intensificar el muestreo de riqueza de especies y estado de conservación.

5.3.1.3.1
Metodología

Los datos fueron registrados en planillas preestablecidas, conteniendo información como localidad del muestreo, fecha, hora, comunidad natural, descripción y especies presentes. Se tomaron los datos de las coordenadas geográficas de todas las parcelas con un GPS y se registraron en las planillas de campo además se describieron las parcelas con sus características físicas y biológicas (**Anexo 7**).

En la planilla procesada de datos se indicaron los taxa correspondientes a familia botánica, género y especie. Para la actualización de los nombres científicos se utilizó la base de datos del Instituto Darwinion[6]. Se identificaron todos los individuos posibles, en algunos pocos casos se pudo llegar solo a nivel de género por falta de caracteres morfológicos necesarios para su determinación, en otros casos también escasos, no se pudo concluir la identidad de la especie, solo se pudo diferenciar a nivel dendrológico (arquitectura del árbol y corteza) que consistían en especies distintas a la determinadas, consecuencia de la ausencia de hojas principalmente y se nombraron utilizando el código "indet" (indeterminado).

La nomenclatura adoptada para la clasificación de la vegetación es la Mereles (2005), por ajustarse más a la composición florística y componentes edáficos locales.

Primer relevamiento

El método del primer muestreo de campo fue el recomendado por Keel *et al*. (1992), el cual sugiere el establecimiento de un orden de prioridades para la selección de los sitios y las técnicas de muestreo. Con base a lo mencionado fueron considerados: cantidad de tipos de vegetación identificados preliminarmente, accesibilidad, presupuesto y tiempo. Respecto al tipo de muestreo, este método menciona que, si el área es extensa y el tiempo limitado y los tipos de vegetación son comunes y conocidos, es más eficiente y productivo realizar observaciones directas en varios puntos antes que establecer parcelas en unas pocas localidades y, que un punto de muestreo con un alcance de 20 metros a la redonda equivale a un área de muestreo de 1,256 metros cuadrados y es adecuado para caracterizar un bosque de 50 hectáreas. En consecuencia, se seleccionaron cinco puntos de muestreo, tres en el área de Bosque subhúmedo y dos en la Sabana hidromórfica de *Copernicia alba*. El muestreo consistió en el establecimiento de transectos de 2 × 100 metros cada uno (ver **Figura 5.3.1.3.1.a**), en los que fueron verificadas las comunidades naturales y se registraron todas las especies dentro de estos, además se realizaron observaciones ecológicas y registros casuales a lo largo de los recorridos a modo de registrar la mayor cantidad de especies posibles.

[6] Instituto de Botánica Darwinion.

ATOME PLC

Figura 5.3.1.3.1.a
Localización de los transectos de flora del primero relevamiento en el terreno



Líneas verdes: transectos de flora / Polígono naranja: terreno en el que se prevé realizar el Proyecto.
Fuente: Google Earth, fecha 25/11/2022.

Los transectos fueron estudiados en dos días y los recorridos para las observaciones casuales durante 5 días (**Cuadro 5.3.1.3.1.a**). Algunos intervalos de tiempo fueron interrumpidos por lluvias.

Cuadro 5.3.1.3.1.a
Fechas y horarios de muestreo

Fecha	Horario	Muestreo	Vegetación
04/03/2023	9:50 – 10:40	Transecto 1	Bosque
04/03/2023	16:27 – 17:13	Transecto 2	Bosque
04/03/2023	17:20 – 18:02	Transecto 3	Bosque
04/03/2023	18:10 – 19:05	Transecto 4	Sabana
05/03/2023	9:10 – 10:14	Transecto 5	Sabana
3 al 7/03/2023	8:00 – 11:00 y 15:00 – 18:00	Observación casual	-

Fuente: elaboración propia.

Segundo relevamiento

Para la formación boscosa se utilizó transectos de 20 × 20 metros (DALLMEIER, 1992). Se procedió a la instalación de manera sistemática en las zonas bajas y más elevadas del terreno, para obtener un perfil de la vegetación boscosa y variación en estas áreas. Todos los individuos con un diámetro a la altura del pecho (DAP) ≥ 10 cm fueron mensurados. Para la sabana, se utilizó transectos de 10 × 10 metros (DALLMEIER, 1992), se hizo la medición del porcentaje de cobertura de especies individuales, las especies presentes en la muestra y se calculó la riqueza. Luego, se recogieron datos sobre número de individuos, familia botánica, especie, nombre común, DAP, altura, fenología, estado fitosanitario y observaciones ecológicas. También se realizó un relevamiento florístico de las especies arbóreas y no arbóreas presentes en todos los transectos parcelas.

Las observaciones en los transectos fueron hechas durante 5 días (**Cuadro 5.3.1.3.1.b**).

Cuadro 5.3.1.3.1.b
Fechas y horarios de muestreo

Fecha	Horario	Muestreo	Vegetación
19/06/2023	Mañana	Transecto 1 y 2	Bosque
19/06/2023	Tarde	Transecto 1	Sabana
20/06/2023	Mañana	Transecto 3	Bosque
21/06/2023	Mañana	Transecto 2 y 3	Sabana
22/06/2023	Mañana	Transecto 5	Sabana
22/06/2023	Tarde	Transecto 4	Bosque
23/03/2023	Mañana	Transecto 4	Bosque

Fuente: elaboración propia.

Figura 5.3.1.3.1.b
Ubicación de las parcelas del segundo relevamiento en el terreno

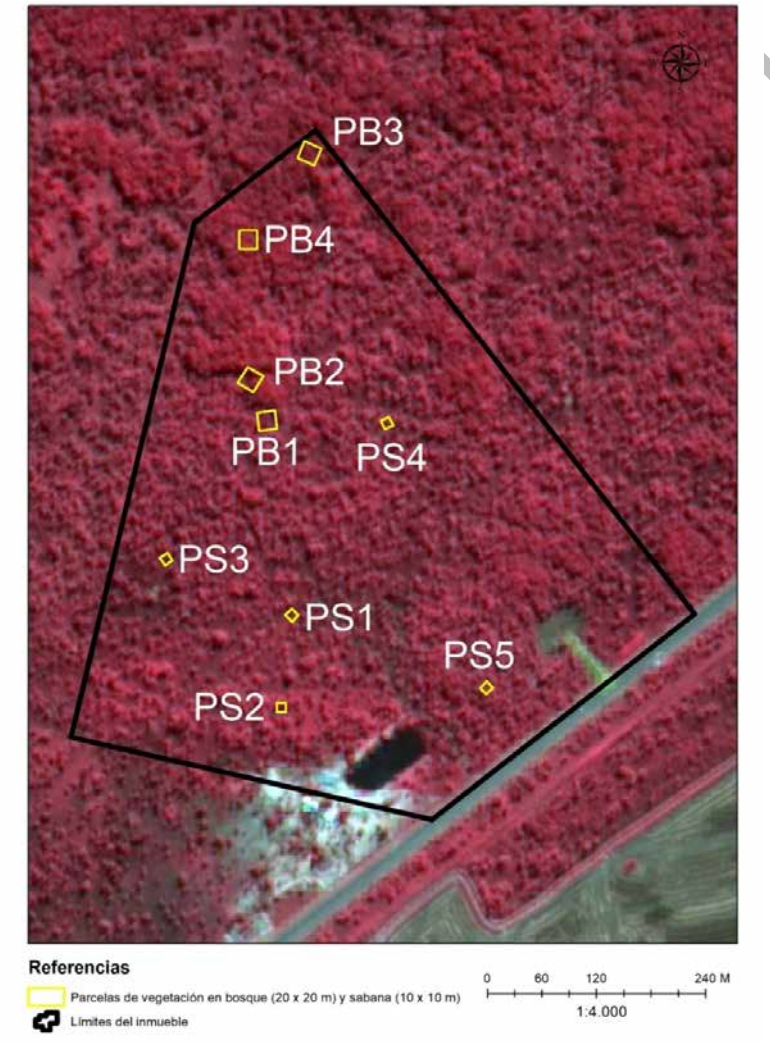




Foto 01: Medición e instalación de parcelas.



Foto 02: Medición de árboles.



Foto 03: Registro de datos.

Análisis de datos

Bosque

Riqueza y diversidad

La riqueza se determinó de acuerdo con la composición florística registrada o cantidad de especies dentro de las familias botánicas. La diversidad fue analizada a través del índice de Shannon-Wiener que constituye uno de los más utilizados para determinar la diversidad de especies de plantas (BOLFOR, 2000), para este cálculo se utilizó el software BiodiversityPro (MCALEECE *et al*., 1997).

Estructura vertical

Para el estudio de la estructura vertical se agrupó a los individuos según sus alturas (LAMPRECH, 1990). Se incluyó en el estrato superior a todos los aquellos cuyas alturas se situaron entren en el rango > 2/3 de la altura superior, en el estrato medio los individuos entre 2/3 y 1/3 de la altura superior y en el inferior a todos los individuos con alturas < 1/3 de la altura superior.

Estructura horizontal

Para el análisis de la estructura horizontal se consideraron los parámetros de abundancia, frecuencia y dominancia según Matteucci & Colma (1982) y Soler *et al*. (2012), con estos valores se calculó el índice de valor de importancia de la especie (IVI) para obtener la jerarquía de las especies en el sitio a través de la fórmula:

$$IVI = ARi + FRi + DRi = \text{especies de la comunidad, } 1...n$$

Donde la abundancia (A) es el número de individuos por especie (i) que se encuentran en la comunidad y se calcula a través de la fórmula: Ai = Ni / S, donde Ni = número de individuos de la especie i y S = superficie (ha).

La abundancia relativa = abundancia relativa de la especie i (AR) respecto a la abundancia total: ARi = (Ai / Σ Ai) * 100 i = 1...n, donde i = especies de la comunidad, 1...n.

La frecuencia es el número de veces que una especie se presenta la cantidad de parcela, subparcelas o puntos de muestreo. La frecuencia relativa (FR) se calcula a través de la fórmula: FRi = ni / Σni * 100; donde: FRi = frecuencia centesimal de la especie i, ni = número de parcelas donde se encuentra la especie i y Σni = sumatoria del número de parcelas en las que encuentra la especie i.

La Dominancia (D) es la condición en la que una especie influye notablemente en la composición y forma de la comunidad. Las especies dominantes son relativamente abundantes y de gran éxito ecológico en la comunidad. Se calcula de la siguiente manera: Di = Abi / S; donde Abi = área basal de la sección del fuste de la especie a 1,30 m de altura (m^2) y S = superficie (ha).

ATOME PLC

La dominancia relativa (DR) de la especie i respecto de la dominancia total de la comunidad se calcula como: DRi = (Di / Σ Di) * 100 i = 1n.

Sabana

La sistematización y análisis de datos consistió en la organización de datos en una planilla Excel. Para determinar la riqueza de la composición florística, se calculó la cantidad de especies. La diversidad fue analizada a través del índice de Shannon-Wiener (BOLFOR, 2000). También se elaboró una curva de acumulación de especies para estimar el área mínima de muestreo en este tipo de vegetación.

Estado de conservación

Para el estudio de la Sabana, se consideró la presencia/ausencia de especies amenazadas, características físicas del suelo y riqueza de especies.

Para el bosque, se consideró la clase diamétrica, estado fitosanitario, observaciones ecológicas y presencia/ausencia de especies amenazadas o raras. La clase diamétrica se consideró debido a que refleja la interacción de las especies y su estrategia para mantenerse a lo largo del tiempo, ya que el diámetro permite determinar la capacidad de regeneración de los bosques.

La presencia de especies amenazadas es un buen indicador para conocer el estado de conservación de un ecosistema donde crecen naturalmente, ya que señala la poca intervención antrópica del sitio debido a que las amenazas comunes de estas son la extracción para su uso o comercialización y la degradación de sus hábitats. Las categorías se conservación se obtuvieron de la Resolución N° 470/2019 del Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible y de la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).

El estado fitosanitario de las especies es un dato muy importante para conocer el grado de conservación de un ecosistema. Los individuos sanos se desarrollan en ambientes poco contaminados, con los nutrientes necesarios, libre de enfermedades y de contaminación del sustrato o agua.

5.3.1.3.2
Resultados

Descripción de las comunidades naturales presentes en el terreno

Sabana hidromórfica de *Copernicia alba* (**Foto 04**)**:** desarrollada sobre suelos mayormente arcillosos, inundables, situados en las zonas más bajas del terreno. Esta sabana se encuentra dominada por la palmera *Copernicia alba*, acompañada por algunas especies arbóreas y arbustivas de porte leñoso como *Annona emarginata, Guazuma ulmifolia, Neltuma affinis, Randa armata, Salvia cardiophylla, Sesbania virgata, Syagrus romanzoffiana, Tabebuia nodosa, Vachellia caven* y *Xylosma venosum*. Se observan además especies de arbustos y subarbustos herbáceos como *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa*, *Senna obtusifolia* y *Solanum glaucophyllum*.

ATOME PLC

El estrato herbáceo está compuesto por *Aeschynomene montevidensis, Alternanthera* sp, *Angelonia salicariifolia, Aspilia* sp, *Borreria verticillata, Bromelia balansae, Caperonia palustris, Cenchrus* sp, *Coleataenia prionitis, Commelina diffusa, C. erecta, Coniza* sp, *Croton argenteus, Croton bonplandianus, Cuphea lysimachioides, C. racemosa* ssp. *racemosa, Cuphea* sp, *Cyperus aggregatus, C. brevifolius, C. entrerianus, C. odoratus, Desmodium sp, Dysphania ambrosioides*, *Eclipta prostata, Eleocharis* spp, *Eryngium* sp, *Eupatorium* sp, *Evolvulus nummularius*, *Fimbristylis* aff. *complanata*, *Gamochaeta* sp, *Gomphrena celosioides, G. perennis, Heimia salicifolia, Heliotropium* sp, *Hydrolea spinosa, Hymenachne amplexicaulis, Hyptis* sp, *Jaborosa integrifolia, Justicia* sp, *Leersia hexandra, Lepidium bonariense, Ludwigia* sp, *Mecardonia procumbens* var. *flagellaris, Mimosa balansae, M. debilis* var. *debilis, Neptunia* sp, *Nicotiana longiflora*, *Nymphoides indica, Oxalis paludosa, Panicum* sp, *Pfaffia glomerata, Pluchea sagittalis, Polygonum punctatum, Portulaca* sp, *Pterocaulon* spp, *Rhynchospora* spp, *Richardia brasiliensis, Ruellia* sp, *Scleria* sp, *Sida rhombifolia, S. spinosa, Sidastrum paniculatum, Solanum sp, Stachytarpheta cayennensis, Steinchisma hians, Stemodia* aff. *palustris*, *Tarenaya aculeata*, *Tradescantia fluminensis* y *Verbena litoralis*.

Están presentes también algunas trepadoras, lianas y epifitas, principalmente sobre las especies arbóreas, como *Cissampelos pareira*, *Cissus palmata, C. verticillata, Dolichandra unguis-cati, Ipomoea* spp, *Macroptilium erythroloma, Mikania* sp, *Oxypetalum* sp, *Phoradendron dipterum*, *Serjania* sp, *Smilax* sp, *Tillandsia recurvata* y *T. recurvifolia.*



Foto 04: Sabana hidromórfica de *Copernicia alba.*

Bosque sub-húmedo semicaducifolio: desarrollada sobre suelos franco-arcillosos, en zonas más elevadas del terreno y sometidas a inundaciones periódicas. La mayor parte de las especies son de naturaleza palustre, propias del Chaco húmedo. Se observan tres estratos bien definidos. El superior con un dosel que alcanza hasta los 15 metros de altura, en el cual se encontró el 13% de los individuos inventariados, donde las especies arbóreas que la componen son *Libidibia paraguariensis, Parapiptadenia rigida, Peltophorum dubium, Schinopsis balansae, Sideroxylon obtusifolium, Ruprechtia laxiflora,* y *Sorocea saxicola*.

El estrato medio conformado por especies entre los 5 a 10 metros de altura, con 74% de los individuos, cuyos representantes más comunes son *Casearia* sp, *Chrysophyllum marginatum*

ssp., *Eugenia* sp, *Eugenia uniflora, Gleditsia amorphoides, Plinia rivularis, Syagrus romanzoffiana, Tabebuia nodosa* y *Zanthoxylum fagara* ssp. *fagara*.

El estrato inferior presenta especies principalmente herbáceas, algunos subarbustos y regeneraciones de especies arbóreas, donde la altura máxima fue de 4 metros. Entre las más comunes se encuentran *Aeschynomene montevidensis, Angelonia salicariifolia, Anthurium paraguayense, Bacopa salzmanii, Bromelia balansae, Caperonia castaneifolia, Commelina diffusa, C. erecta, Croton bonplandianus, Cyclopogon* sp, *Cyperus entrerianus, C. odoratus, Echinodorus grandiflorus, Eclipta próstata, Eleocharis* spp, *Eupatorium* spp, *Hemionitis tomentosa, Glandularia peruviana, Harrisia* sp, *Indigofera asperifolia, Justicia brasiliana, Justicia* sp, *Lasiasis* sp, *Leersia hexandra, Panicum* sp, *Paspalum* sp, *Peperomia* sp, *Petiveria alliacea, Pfaffia glomerata, Phyla nodiflora, Polygonum punctatum, Ruellia* sp, *Salvia cardiophylla, Scleria* sp, *Sida rhombifolia, Sidastrum paniculatum, Sisyrinchium* sp, *Solanum americanum, Solanum glaucophyllum, Solanum* sp, *Stachytarpheta cayennensis, Tarenaya aculeata, Vernonanthura* sp, *Viguiera* sp y *Wissadula* sp. Entre las epífitas se observaron a *Campylocentrum neglectum, Cohniella jonesiana, Microgramma* aff. *squamulosa, Microgramma vacciniifolia, Tillandsia recurvata*, *T. recurvifolia, T. streptocarpa, T. usneoides* y *Trichocentrum pumilum*.

Además, se observaron abundantes lianas y trepadoras herbáceas de las familias Apocynaceae, Bignoniaceae, Cactaceae, Convolvulaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Malpighiaceae, Menispermaceae, Passifloraceae, Rubiaceae, Sapindaceae, Smilacaceae y Vitaceae; entre las más que pudieron ser identificadas se encuentran *Cissus verticillata, Dolichandra unguis-cati, Forsteronia* sp, *Ipomoea* spp, *Janusia* sp, *Macroptilium erythroloma, Manettia* sp, *Passiflora giberti, Paullinia* sp, *Rhipsalis baccifera, Serjania* spp, *Smilax* sp y *Tragia* sp.

Una observación interesante es la presencia de *Rivinia humilis* en el borde del bosque, especie exótica ornamental, asilvestrada o naturalizada.

TOME PLC



Foto 05: Mosaico de Bosque y Sabana.

Bosque Subhúmedo Semicaducifolio

Las parcelas de bosque fueron instaladas en el área boscosa de mayor tamaño, para obtener una estructura mejor representada. Se inició al borde de la isla de bosque y se continuó hasta el núcleo del fragmento para obtener un perfil de la vegetación. Fueron medidos en total 104 individuos en cuatro parcelas, cumpliendo así el mínimo de representatividad (100 tallos).

Descripción general de las parcelas de bosque

Parcela N° 1 (**Fotos 06 y 07**): bosque ralo adyacente a la sabana de palmar, suelo saturado en algunas depresiones, sotobosque ralo con abundante hojarasca, se observó regeneración de especies arbóreas como *Plinia rivularis, Parapiptadenia rigida, Syagrus romanzoffiana* y *Pisonia zapallo*, especies herbáceas en manchones, dominado por *Anthurium paraguayense* y *Ocellochloa stolonifera*, acompañadas por *Bromelia* sp, *Cyperus* sp, *Dichondra microcalyx, Eupatorium* sp y en los bordes *Commelina erecta, Heimia salicifolia* y *Pfaffia glomerata*. Algunas epífitas como *Campylocentrum neglectum, Rhipsalis baccifera* y *Microgramma vacciniifolia*, además trepadoras como *Smilax* sp y lianas como *Serjania* sp.



Fotos 06 y 07: Vista exterior de la parcela 1 y sotobosque con abundante hojarasca y *Anthurium paraguayense.*

Parcela N° 2 (**Fotos 08 y 09**): interior de bosque, ralo, sotobosque denso dominado por regeneración principalmente de Myrtáceas y en zonas menos densas por *Ocellochloa stolonifera*, acompañadas por *Anthurium paraguayense*, *Cyperus* sp y *Monteverdia ilicifolia*. Se observaron abundantes lianas formando áreas poco accesibles. Epífitas de las especies *Microgramma vacciniifolia* y *Campylocentrum neglectum.*




Fotos 08 y 09: Vista de la parcela 2. Se puede observar la dificultad del acceso por las lianas y sotobosque ralo.

Parcela N° 3 (**Fotos 10 y 11**): interior de bosque, ralo, zona inundada en casi toda la superficie, abundante hojarasca y lianas, solo algunas pocas herbáceas en el sotobosque, en su mayoría regeneraciones de las especies arbóreas; entre las herbáceas codominando *Anthurium paraguayense* y *Hemionitis tomentosa*, pocas epífitas de *Peperomia aceroana* y abundantes líquenes en las cortezas de los árboles.




Fotos 10 y 11: Vista de la parcela 3. Sotobosque inundado, con *Hemionitis tomentosa.*

Parcela N° 4 (**Foto 12**): interior de bosque, suelo saturado, oscuro, abundante hojarasca y semillas, con agua acumulada en las zonas más bajas. Se observó regeneración de *Allophylus edulis, Genipa americana, Guazuma ulmifolia, Parapiptadenia rigida, Plinia rivularis, Randia armata, Sorocea saxicola, Syagrus romanzoffiana* y *Zanthoxylum fagara* ssp. *fagara*. Entre las

herbáceas se presentaron *Anthurium paraguayense, Bromelia* sp, *Lithachne* sp y *Ocellochloa stolonifera*. Entre las epífitas fueron registradas *Campylocentrum neglectum, Microgramma vacciniifolia, Peperomia aceroana* y *Trichocentrum pumilum*.



Foto 12: Vista general de la parcela 4. Se observa abundante regeneración de especies arbóreas en el sotobosque.

Riqueza y diversidad forestal del Bosque Subhúmedo Semicaducifolio

En la segunda campaña de levantamiento, llevada a cabo a través de la metodología de transectos, fueron registradas 26 especies entre arbóreas, arbustivas y palmeras, dentro de 14 familias botánicas (ver **Cuadro 5.3.1.3.2.a** en el **Anexo 8**). La familia con mayor cantidad de representantes fue Fabaceae con 7 especies, seguida por las familias Myrtaceae con 3 especies y Arecaceae, Polygonaceae y Sapotaceae con 2 especies cada una; las demás con un solo representante.

Tres especies no fueron posibles de identificar por ausencia de caracteres morfológicos necesarios para su determinación y un individuo fue imposible de determinar incluso a nivel de familia botánica, debido a que se encontraba sin hojas y los caracteres dendrológicos fueron insuficientes para su reconocimiento. La ausencia de hojas en esta época del año es un evento común en este tipo de vegetación.

El índice de diversidad resultante fue de 0.93. Este valor señala que las muestras presentan diversidad baja, en la escala de valores del 1 al 5. Esto puede notarse en la distribución de las especies, ya que se presentan áreas agregadas con varios individuos, corroborado con el análisis de distribución (**Cuadro 5.3.1.3.2.b** en el **Anexo 8**), como el caso de *Sorocea saxicola* y *Ruprechtia laxiflora*.

ATOME

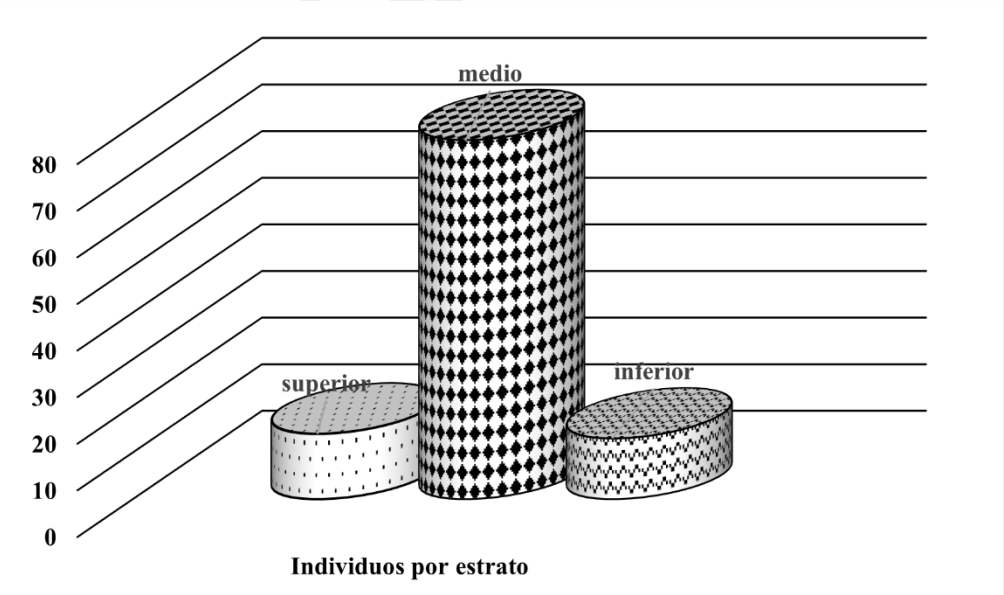
Estructura vertical

El bosque se desarrolla sobre suelos franco-arcillosos, en zonas más elevadas del terreno y sometidas a inundaciones periódicas. Se observaron cuatro estratos bien definidos, el superior en el cual se encontró el 13% de los individuos inventariados y las especies alcanzaron hasta los 15 metros de altura. Fueron registradas *Libidibia paraguariensis*, *Parapiptadenia rigida, Peltophorum dubium, Pisonia zapallo, Ruprechtia laxiflora, Schinopsis balansae, Sideroxylon obtusifolium* y *Sorocea saxicola*.

En el estrato medio el rango fue de 5 a 10 metros de altura y se abarcó el 74% de los individuos (**Figura 5.3.1.3.2.c**) inventariados, algunos de los presentes corresponden a las especies del estrato superior aún en desarrollo, pero las más representativas en el fueron *Casearia* sp, *Chrysophyllum marginatum* ssp. *marginatum*, *Coccoloba* aff. *cordata, Copernicia alba, Cordia americana, Eugenia uniflora, Gleditsia amorphoides, Guazuma ulmifolia, Machaerium* sp, *Plinia rivularis, Syagrus romanzoffiana, Tabebuia nodosa* y *Zanthoxylum fagara* ssp. *fagara*.

El estrato inferior, conformado por el 13% restante de los individuos inventariados, caracterizado por especies de menor porte, incluyendo arbóreas y arbustivas, donde la altura máxima fue de 4 metros, comprendió la menor diversidad de plantas propias de este, aunque se observó abundante regeneración de las especies de los estratos superiores. Las representantes de este fueron *Eugenia uniflora, Plinia rivularis, Randa armata* y *Vachellia caven*. Es importante destacar la abundancia de lianas en el sitio principalmente de las familias Bignoniaceae, Sapindaceae, Apocynaceae, Euphorbiaceae y Fabaceae, que también comparten este espacio, pero cuyas dimensiones no permiten cuantificarlas con este método.

Figura 5.3.1.3.2.c
Representación de cantidad de individuos en estrato



El sotobosque, conformado por especies herbáceas no presentó gran diversidad, por el contrario, se observaron especies dominantes formando manchones, algunas áreas sin tapiz herbáceo con abundante hojarasca y otras cubiertas completamente con agua, sin vegetación. Las especies registradas en este estrato fueron *Anthurium paraguayense, Bromelia* sp,

ATOME PLC

Commelina erecta, Cyperus sp, *Dichondra microcalyx, Eupatorium* sp *Heimia salicifolia, Hemionitis tomentosa, Lithachne* sp, *Monteverdia ilicifolia, Ocellochloa stolonifera* y *Pfaffia glomerata.*

Entre las epífitas más abundantes observadas se encuentran *Campylocentrum neglectum, Microgramma vacciniifolia*, *Peperomia aceroana, Rhipsalis baccifera, Rhipsalis lumbricoides* y *Trichocentrum pumilum*.

Estructura horizontal

Según el índice de valor de importancia de las especies (IVI), las más importante o con mayor peso, que caracterizan a este bosque fueron *Sorocea saxicola, Parapiptadenia rigida, Syagrus romanzoffiana, Pisonia zapallo, Ruprechtia laxiflora, Eugenia uniflora, Sideroxylon obtusifolium, Chrysophyllum marginatum* ssp. *marginatum* y *Schinopsis balansae* (**Cuadro 5.3.1.3.2.c** en el **Anexo 8**).

Las especies más abundantes resultaron *Sorocea saxicola, Syagrus romanzoffiana* y *Ruprechtia laxiflora*. Las más frecuentes fueron *Parapiptadenia rigida* y *Syagrus romanzoffiana,* seguidas por *Chrysophyllum marginatum* ssp. *marginatum*, *Eugenia uniflora, Sideroxylon obtusifolium* y *Sorocea saxicola.* Como especies dominantes se destacaron principalmente *Sorocea saxicola* y *Parapiptadenia rígida,* seguidas de *Pisonia zapallo, Ruprechtia laxiflora* y *Tabebuia nodosa.*

Perfil de la vegetación

El bosque muestra claramente un gradiente desde la zona más saturada o los bordes, adyacente a las sábanas de *Copernica alba*, en esta zona se encuentran especies arbustivas y de bordes como *Guazuma ulmifolia, Parapiptadenia rigida, Peltophorum dubium, Randia armata* y *Vachellia caven*, además herbáceas como *Commelina erecta*, *Cyperus entreriensis, Glandularia tenera, Pfaffia glomerata, Polygonum punctatum* y *Verbena litoralis.* Unos pocos metros dentro del bosque el suelo se torna menos arcilloso, la vegetación se vuelve más densa y las especies herbáceas van apareciendo con menor frecuencia, reemplazados por la abundante hojarasca. Algunas especies como *Anthurium paraguariense* y *Bromelia* sp forman pequeños manchones de aproximadamente 2 a 6 m^2. Las especies leñosas por su lado se disponen en estratos, los descritos anteriormente, en los cuales las de mayor porte son *Schinopsis balansae*, *Parapiptadenia rigida* y *Peltophorum dubium*. La disposición espacial de las especies varía a lo largo de la isla, en las zonas más cercanas al palmar y hacia el sur del bloque *Sorocea saxicola* forma manchones de poblaciones casi puras, esta condición va cambiando unos metros más adentro hacia el norte, donde otra especie, *Ruprechtia laxiflora*, también forma manchones y reemplaza a la anterior; las demás especies se disponen de manera aleatoria y siempre dependiendo del nivel del suelo, así en las zonas más bajas se ubica la palmera *Copernicia alba* y en las zonas un poco más elevadas del terreno es reemplazada por *Syagrus romanzoffiana*.

ATOME PLC

Para representar gráficamente este perfil se adoptó la figura de Mereles (2005) donde describe a los bosques del Chaco húmedo con *Schinopsis balansae*. En la **Figura 5.3.1.3.2.d** se observa como el bosque se posiciona en las zonas más elevadas del terreno, rodeado por la sabana palmar de *Copernicia alba*. La **Foto 13** muestra una vista del mosaico bosque/sabana palmar existente en el terreno.

Figura 5.3.1.3.2.d
Perfil de la vegetación del bosque con *Schinopsis balansae*. Adoptado de Mereles (2005)





Foto 13: Vista real del mosaico bosque/sabana palmar.

Estado de conservación

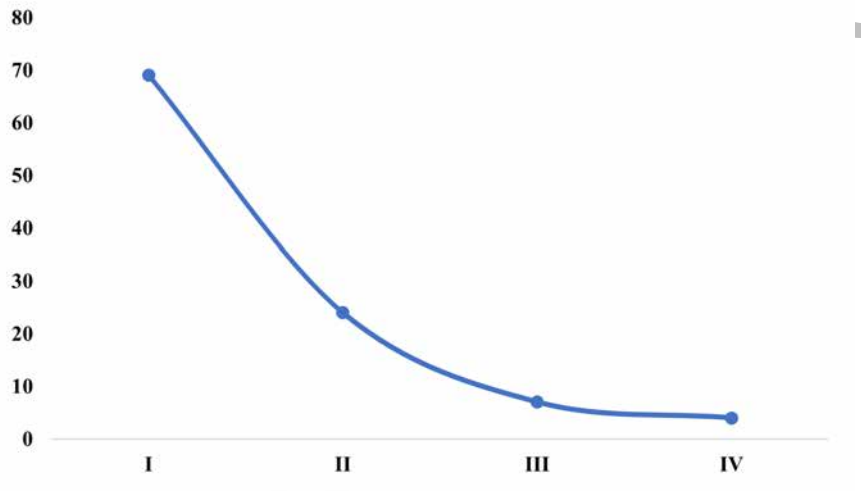
Estado fitosanitario: de los 104 individuos, 55 no presentaron ninguna señal de deterioro y fueron registrados como sanos. Los demás, presentaron estados fitosanitarios desfavorables, como la infestación por lianas y termitas, hojas comidas por insectos, ramas rotas, cortes en los tallos, huecos y la presencia de la hemiparásita *Phoradendron dipterum*.

Especies amenazadas: fueron registradas dos especies amenazadas en la muestra: *Libidibia paraguariensis* y *Monteverdia ilicifolia*. Ambas con categoría de amenaza a nivel nacional según la Resolución N° 470/2019 del Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible, a nivel global *Libidibia paraguariensis* es considerada como Vulnerable (VU). En el estudio anterior, también fueron registradas *Cohniella jonesiana* y *Prosopis nigra*, con categoría de amenaza a nivel nacional.

Clase diamétrica: las clases diamétricas se agruparon en rangos de 10 a 11 cm, conformando cuatro clases diamétricas: I - con individuos de DAP ≥ 10 a 20 cm; II - con individuos entre 21 a 30 cm de DAP; III - con individuos en un rango de 31 a 40 cm de DAP; IV - con individuos de DAP ≥ 41 cm.

La mayor cantidad de los individuos registrados se ubicaron en la primera clase diamétrica, resultando en un gráfico de curva decreciente (**Figura 5.3.1.3.2.e**). En este tipo de gráfico se visualiza normalmente una figura de J invertida, que indica abundantes individuos en las primeras clases marcando un descenso en las clases medias y nuevamente subiendo levemente en las clases mayores, lo que representa como los árboles grandes de las clases mayores mueren y son sustituidos por árboles jóvenes ubicados en las clases diamétricas menores (QUIRÓS, 2002).

Figura 5.3.1.3.2.e
Representación de cantidad de individuos en las clases diamétricas



Alteraciones: algunas señales de ingreso de personas dentro del bosque pudieron notarse a través de algunas ramas y troncos cortados claramente con hachas y machetes. Otra alteración registrada fue el ingreso de ganado al bosque, que pudo verificarse por huellas y compactación por el pisoteo y deposiciones o bostas.

Considerando todo lo expuesto, se puede inferir que el bosque se encuentra en estado degradado, sin embargo, es importante resaltar la presencia de las dos especies amenazadas, *Libidibia paraguariensis* y *Monteverdia ilicifolia* (**Fotos 14 y 15**), cuyas principales amenazas son la extracción y pérdida de hábitat y la abundante regeneración de especies arbóreas.




Fotos 14 y 15: Especies amenazadas presentes en la muestra: *Libidibia paraguariensis* y *Monteverdia ilicifolia.*

Riqueza total considerando las dos campañas de campo

Para conocer mejor la riqueza total de especies en los bosques del sitio se elaboró una lista combinada con los datos de los relevamientos llevados a cabo en marzo y junio de 2023, resultando en 121 especies (**Cuadro 5.3.1.3.2.d** en el **Anexo 8**).

Sabana hidromórfica de Copernicia alba

Descripción general de las parcelas de sabana estudiadas

Parcela N° 1 (**Foto 16**)**:** suelo muy saturado, con zonas encharcadas, acceso con mucha dificultad debido al desnivel. Predominancia de herbáceas, principalmente *Eleocharis elegans*. En su mayoría las especies presentes son de naturaleza palustre y algunas acuáticas como *Eleocharis filiculmis, Hymenachne amplexicaulis* y *Pontederia cordata*. En el estrato leñoso la especie dominante es *Copernicia alba*.



Foto 16: Vista de la parcela 1, con dominancia de *Eleocharis elegans*, en plena floración.

Parcela N° 2 (**Foto 17**): suelo saturado, encharcado. Las especies codominantes fueron *Eleocharis elegans, Panicum* sp y *Setaria* sp. Todas las especies registradas son de naturaleza palustre y/o acuática, a excepción de aquellas presentes en zonas un poco más elevadas del desnivel, de naturaleza ruderal, como *Commelina erecta, Mimosa balansae, Sidastrum paniculatum*, *Sida spinosa* y *Cuphea racemosa* ssp. racemosa.



Foto 17: Vista de la parcela 2, codominancia de *Eleocharis elegans, Panicum* sp y *Setaria* sp.

Parcela N° 3 (**Foto 18**): suelo completamente cubierto por abundante agua, en algunas zonas formando charcos aparentemente semipermanentes, donde predominan acuáticas como *Hymenachne amplexicaulis Nymphoides indica* y *Pontederia cordata*. El estrato superior se encontró dominado por Copernicia alba y en menor proporción *Vachellia caven*, también se registró la presencia de la epífita *Tillandsia recurvifolia* en plena floración.



Foto 18: Vista de la parcela 3, se puede apreciar el nivel del agua en casi toda la parcela.

Parcela N° 4 (**Foto 19**): zona del palmar menos saturada, con menos diversidad que las muestras anteriores, dominado en el estrato superior o leñoso por *Copernicia alba* y compartido con algunas especies leñosas como *Xylosma venosum* y otras que no cayeron dentro de la parcela, pero se encontraron en el sitio, como *Tabebuia nodosa* y *Vachellia caven*. El tapiz herbáceo estuvo codominado por *Cyperus entrerianus* var. *entrerianus, Eleocharis elegans, Hydrocotyle ranunculoides, Hymenachne amplexicaulis, Ludwigia decurrens* y *Panicum* sp.

TOME



Foto 19: Vista de la parcela 4, menos saturada que las muestras anteriores.

Parcela N° 5 (**Foto 20**): zona con mayor diversidad de arbustivas y arbóreas con relación a las demás muestras; se registró como dominante a *Copernicia alba*, acompañada por *Eupatorium* sp, *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa*, *Senna pendula* var. *paludicola*, *Tabebuia nodosa* y

Vachellia caven. El estrato herbáceo estuvo codominado por *Cyperus entrerianus* var. *entrerianus*, *Cyperus* aff. *digitatus, Eleocharis elegans, Paspalum* sp y *Setaria* sp.



Foto 20: Vista de la parcela 5. Se puede notar mayor diversidad de leñosas que en las parcelas anteriores.

Riqueza florística en la Sabana hidromórfica de *Copernicia alba*

En la segunda campaña de campo fueron registradas 72 especies pertenecientes a 29 familias botánicas en el segundo muestreo realizado en la Sabana (**Cuadro 5.3.1.3.2.e** en el **Anexo 8**). La familia más representada fue Asteraceae con 10 especies, aunque no todas fueron determinadas hasta ese nivel debido a que algunas se encontraban estériles, otras con frutos secos y otras con necesidad de colecta para su determinación, lo cual conlleva a solicitar un permiso de colecta y su posterior procesamiento en herbario con el tiempo correspondiente para ello. Otras familias con diversos representantes fueron Fabaceae y Poaceae con 8 especies, Cyperaceae con 7 especies, Malvaceae con 5, Lythraceae con 4 y las demás con 3 a 1 especies.

Para estimar mejor la diversidad, también se elaboró una lista combinada de especies (**Cuadro 5.3.1.3.2.f** en el **Anexo 8**) para las dos campañas. Esta lista combinada contiene todos los datos registrados en esta formación vegetal incluso los casuales, pero para este análisis se utilizaron solo las especies registradas en las muestras, resultando en 125 especies, correspondientes a dos transectos del primer muestreo considerados como muestras 1 y 2 en la curva, con 200 m^2 cada uno y las 5 parcelas de este muestreo consideradas como muestras 3 a 7 en la curva y con 100 m^2 cada una, totalizando en 900 m^2.

La curva de acumulación de especies (**Figura 5.3.1.3.2.f**) se estabiliza entre las muestras 4 y 5, a los 700 m^2, luego se incrementa débilmente en las parcelas, esto se debe a que las últimas se presentan con mayor densidad de leñosas y algunas trepadoras, que contribuyen a aumentar la diversidad, pero el estrato herbáceo ya se estabiliza. Otro estudio similar realizado en Ñeembucú en la misma época del año, entre mayo y junio (Piris da Motta et al., 2021), reportó 55 especies en el palmar de *Copernicia alba*, incluidas dentro de 23 familias botánicas, en una

ATOME

superficie de 43 m^2. Comparado con nuestros datos, podemos observar que no hay un aumento importante a medida que aumenta la superficie de muestreo (**Figura 5.3.1.3.2.g**).

Figura 5.3.1.3.2.f
Curva de acumulación de especies en la sabana (N° especies/ N° muestras)

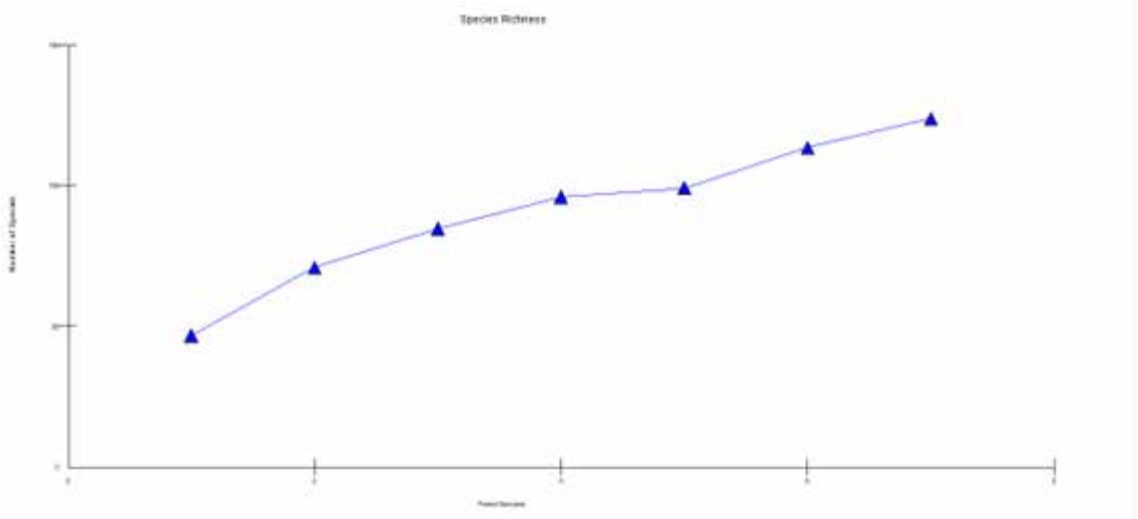
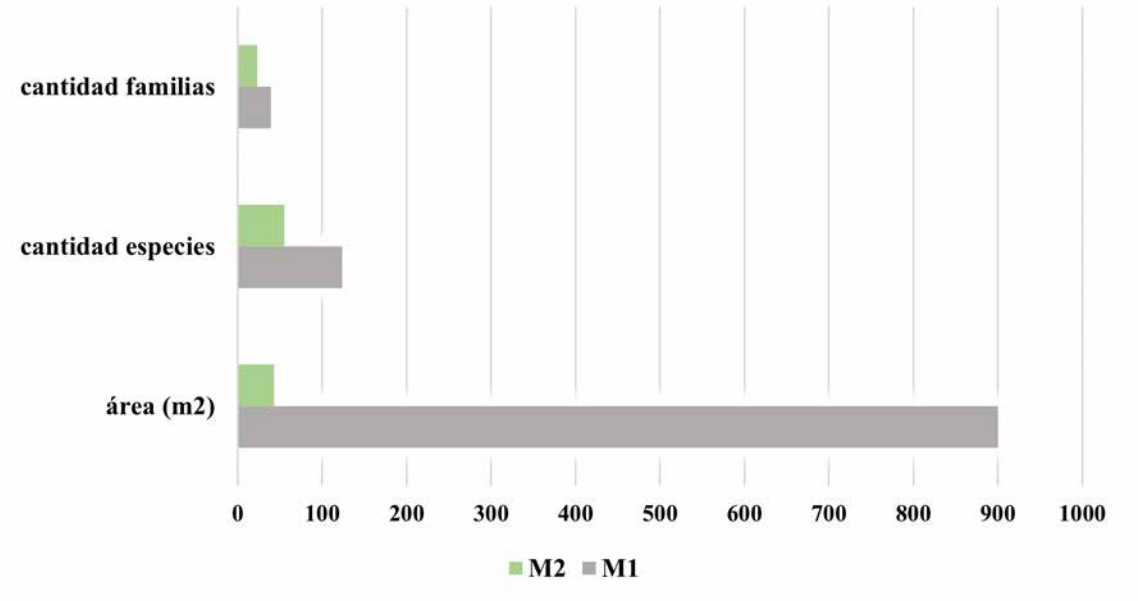


Figura 5.3.1.3.2.g
Comparación de diversidad de especies y familias botánicas reportadas en este estudio (M1) y por Piris da Motta *et al*. (M2)



Registros casuales

Fueron observadas dos especies que no habían sido registradas en el estudio del marzo del 2023 y tampoco se encontraron dentro de las unidades muestrales en esta oportunidad, pero se considera importante para enriquecer el listado florístico del sitio. Las especies mencionadas son *Dolichandra cynanchoides* Cham. (**Foto 21**) y *Utricularia foliosa* L (**Foto 22**).



Foto 21: *Dolichandra cynanchoides.*



Foto 22: *Utricularia foliosa.*

Estado de conservación

La riqueza de especies actual es de 72 en 0.05 ha, correspondiente en su mayoría a especies palustres y acuáticas, debido a la gran cantidad de agua que permanece estancada. Existen escasos datos sobre la riqueza de especies en los palmares de *Copernicia alba*, algunos estudios mencionan especies presentes en un momento determinado del año, pero se debe tener en cuenta siempre que la vegetación herbácea del palmar es muy cambiante y depende de los meses de inundación, ya que las palustres y acuáticas son las que predominan cuando el nivel del agua permanece y otras pueden aparecer en épocas secas (MERELES, 2005).

Para evaluar el estado de conservación se tuvo más en cuenta características del sustrato y presencia/ausencia de especies amenazadas. El suelo se presentó muy desnivelado, con pequeños pozos debido al pisoteo del ganado, resultando en zonas muy compactadas en seco y profundas cuando están saturadas de agua.

No se han registrado especies amenazadas ni raras en la sabana, aunque tampoco se reportan en otros estudios, por lo que no podemos saber con certeza si este criterio aplicaría a este tipo de vegetación. Solamente podemos inferir que la vegetación de la sabana se encuentra en estado degradado debido al pisoteo del ganado.

ATOME

Conclusiones

Se encuentran presentes en el sitio de estudio cuatro especies con categoría de amenaza según la Resolución N° 470/2019 del Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible/MADES, (**Cuadro 5.3.1.3.2.g**). En la lista roja de la UICN[7], se encuentran las especies: *Libidibia paraguariensis*, que es considerada como *Vulnerable (VU)* y *Cynophalla retusa,* que es considerada como casi amenazada (*Near Threatened* - NT).

Todas las especies registradas están mencionadas como comunes en este tipo de bosque y sabana según Peña-Chocarro *et al*. (2006) y Mereles (2005; 2007; 2015; 2018).

El bosque a pesar de presentar síntomas de degradación presentó abundante regeneración y alberga especies amenazadas. La sabana presenta secuelas del pisoteo de ganado, aunque no impide el desarrollo de las especies nativas propias de este tipo de ecosistema.

Se observó abundante floración y fructificación de especies, que claramente demuestra la presencia de polinizadores y agentes dispersores necesarios, por lo que la vegetación se desarrolla sin dificultad.

Cuadro 5.3.1.3.2.g
Especies amenazadas presentes en el sitio

Especie	Nombre común	Estado de conservación (MADES)	Estado de conservación (IUCN)
Cohniella jonesiana (Rchb. f.) Christenson	Orquídea	En Peligro de extinción	-
Cynophalla retusa (Griseb.) X. Cornejo & H.H. Iltis	Arbusto	-	Casi amenazada (NT)
Libidibia paraguariensis (D. Parodi) G.P. Lewis	Guayacán	En Peligro de extinción	Vulnerable (VU)
Monteverdia ilicifolia (Mart. ex Reissek) Biral	Kangorosa	En Peligro de extinción	-
Prosopis nigra (Griseb.) Hieron	Algarrobo negro	Amenazada de extinción	Deficiente de datos (DD)

Fuente: elaboración propia.

Cohniella jonesiana (Rchb. f.) Christenson es una orquídea epífita, su principal amenaza es la pérdida y fragmentación de hábitat.

Cynophalla retusa (Griseb.) X. Cornejo & H.H. Iltis es un arbusto terrestre, distribuido en América Latina, principalmente en Argentina, Paraguay y Brasil. Su principal amenaza es la pérdida y fragmentación de hábitat.

Libidibia paraguariensis (D. Parodi) G.P. Lewis es un árbol cuya madera es utilizada en la construcción de postes y estructuras para exterior, además para la elaboración de instrumentos musicales. Su corteza es muy apreciada en medicina popular, a la que se atribuyen propiedades de astringente. Su amenaza principal es la pérdida de hábitat.

[7] Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza: IUCN Red List of Threatened Species.

ATOME PLC

Monteverdia ilicifolia (Mart. ex Reissek) Biral es un arbusto utilizado frecuentemente en medicina popular. Las hojas y raíces de la planta son consumidas para el tratamiento de infecciones y heridas, además como anticancerígeno. La extracción de raíz de esta especie y la pérdida de hábitat son las principales amenazas a sus poblaciones.

Prosopis nigra (Griseb.) Hieron es un árbol utilizado para la producción de leña, carbón y harina. Sus poblaciones se ven amenazadas por la pérdida de hábitat, si bien no se encuentra categorizada como “En peligro de extinción”, se la menciona como “Amenazada de Extinción”.



Foto 23: *Monteverdia ilicifolia*, en peligro de extinción.



Foto 24: *Hemionitis tomentosa.*



Foto 25: *Hydrolea spinosa.*



Foto 26: *Stemodia aff. Palustris.*



Foto 27: *Solanum glaucophyllum.*



Foto 28: *Evolvulus nummularius.*



Foto 29: *Gleditsia amorphoides.*



Foto 30: *Schinopsis balansae.*



Foto 31: *Verbena litoralis.*



Foto 32: *Nymphoides indica.*

ATOME

5.3.1.3.3
Mapeo y Cuantificación de la Cobertura Vegetal y uso de la Tierra en el Terreno

De manera semejante al AID, el ADA de la Planta está mayormente cubierta por vegetación nativa (99.19%), constituida principalmente por Sabana hidromórfica (78.78%) y Bosques (20.41%) (**Tabla 5.3.1.3.3.a**).

Tabla 5.3.1.3.3.a
Cobertura vegetal y uso de la tierra en el terreno de la planta, según las Zonas de limpieza de vegetación definidas en la Figura 2.7.2.1.a

Clase	Zonas			Total	
	A	B	C		
	hectáreas			hectáreas	%
Vegetación nativa	**20,66**	**4,08**	**5,10**	**29,85**	**99,18**
Bosques sub-húmedos semicaducifolios	2.65	0.11	3.38	6.14	20.41
Sabanas hidromórficas	18.01	3.98	1.72	23.70	78.77
Áreas antropizadas	**0.25**	**-**	**-**	**0.25**	**0.82**
Uso silvopastoril	0.03	-	-	0.03	0.11
Construcción rural	0.01	-	-	0.01	0.02
Lago artificial	0.21	-	-	0.21	0.69
Total	**20.91**	**4.08**	**5.10**	**30.09**	**100.00**

Fuente: elaboración propia.

Se estima la intervención en una superficie de 24.99 ha (83% del ADA), correspondientes a las Zonas A y B mostradas en la **Figura 2.7.2.1.a** de la **Sección 2.7.2.1**, en las que se construirán las instalaciones de la Planta. De estos 24.99 ha, 24.75 ha corresponden a áreas con vegetación nativa, siendo 2.76 ha de bosque sub-húmedo y 21.99 ha de sabanas. En el futuro puede ser necesario intervenir en la Zona C para ampliar la Planta. En esta Zona C, con superficie de 5.1 ha, hay 3.38 ha de bosque sub-húmedo y 1.72 ha de sabanas. Si fuere necesaria la intervención en la Zona C en el fututo, la superficie total de vegetación nativa afectada sería de 29.85 ha, 24.85 ha correspondientes a las Zonas A + B y 5.1 ha a la Zona C.

La franja de servidumbre de la línea de transmisión (50 m, 25 m a cada lado del eje) también está ocupada principalmente por usos antrópicos del suelo (76.27%), principalmente cultivo agrícola. La vegetación nativa se caracteriza principalmente por la Sabana hidromórfica (1.27 ha, o 23.36%), sólo 0.02 hectareas corresponden a bosque (0.38%) (**Tabla 5.3.1.3.3.b**).

Tabla 5.3.1.3.3.b
Cobertura vegetal y uso de la tierra en la franja de servidumbre de la línea de transmisión (50 m de ancho)

Clase	Hectáreas	%
Vegetación nativa	**1.29**	**23.73**
Bosques sub-húmedos semicaducifolios	0.02	0.38
Sabanas hidromórficas	1.27	23.36
Áreas antropizadas	**4.16**	**76.27**
Áreas antrópicas	0.57	10.53
Caminos	0.37	6.83
Canal de irrigación	0.11	2.05
Cultivo	2.64	48.42

ATOME PLC

Tabla 5.3.1.3.3.b
Cobertura vegetal y uso de la tierra en la franja de servidumbre de la línea de transmisión (50 m de ancho)

Clase	Hectáreas	%
Línea de transmisión	0.46	8.44
Total	**5.45**	**100.00**

Aunque la **Tabla 5.3.1.3.3.b** muestra la cantidad de cobertura vegetal en el total de la franja de servidumbre de la LT, para mostrar su grado de antropización y el impacto positivo del estudio de trazado realizado, hay que tener en cuenta que la supresión de la vegetación para la construcción de la LT no se realizará en toda la servidumbre, como se indica en la acción A.2.03 de la **Sección 6.1.2** y en el impacto 4.01 de la **Sección 6.1.3.2**. La supresión de la vegetación sólo será necesaria en la franja de servicio de 6 metros de ancho y en el área de las torres, lo que reducirá el impacto sobre la vegetación a solo 0.07 ha de sabanas.

La franja de servidumbre de las tuberías (5 m, 2.5 m a cada lado del eje) está ocupada principalmente por vegetación nativa que representa el 60% del área, pero el 47.8% es Sabana y sólo el 12.2% es bosque. Las áreas con uso antrópico, representadas principalmente por pastos, ocupan el 40% de la franja de servidumbre (**Tabla 5.3.1.3.3.c**).

Tabla 5.3.1.3.3.c
Cobertura vegetal y uso de la tierra en la franja de servidumbre de las tuberías de agua y efluentes (5 m de ancho)

Clase	Hectáreas	%
Vegetación nativa	**0.69**	**60.0**
Bosques sub-húmedos semicaducifolios	0.14	12.2
Sabanas hidromórficas	0.55	47.8
Áreas antropizadas	**0.46**	**40.0**
Áreas antrópicas	0.46	40.0
Total	**1.15**	**100.00**

ATOME PLC

5.3.2
Fauna Terrestre

Este informe presenta los resultados del relevamiento de fauna en el área de influencia correspondiente a la "Zona Franca y Planta de Producción de Fertilizante Verde" de ATOME Paraguay S.A.

El método aplicado para el diagnóstico de la fauna es la “Evaluación Ecológica Rápida (EER)”, metodología que ha sido creada y perfeccionada por *The Nature Conservancy* (TNC). La publicación elemental se denomina “Un enfoque en la Naturaleza” TNC (2000) en idioma español[8].

El trabajo consistió en generar información científica válida y formal sobre la biodiversidad existente en la fracción de tierra, en un período de 15 días, siete días en marzo de 2023 y otros siete en junio de 2023. Toda la información, tanto primaria como secundaria, fue sistematizada por el equipo técnico multidisciplinario que participó en el relevamiento.

[8] The Nature Conservancy. 2002. Un enfoque en la naturaleza: Evaluaciones ecológicas rápidas, 202 p. Arlington, Virginia, USA.

Cada especialista consultó los reportes científicos existentes, publicados o inéditos, que refieren a la biodiversidad del área. Especialmente se utilizaron las listas de las instituciones oficiales como Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible, Museo Nacional de Historia Natural del Paraguay - MNHNP, Facultad de Ciencias Químicas - FCQ, Instituto Nacional de Desarrollo y la Tierra – INDERT, Instituto Nacional de estadísticas - INE, Ministerio de Agricultura y Ganadería - MAG, Instituto Forestal Nacional - INFONA, entre otros.

Se utilizaron los equipos específicos para cada taxa y libretas de campo con información como comunidad vegetal, localidad de muestreo de inventario de plantas, localidad de muestreo de inventario de animales, observaciones de plantas y algunas características especiales como grado de amenaza o usos, y de animales con alto valor de conservación registrados. Cabe señalar que no fueron aplicados métodos invasivos que requieran manipular, capturar ni transportar animales salvajes.
Se compararon los informes de gabinete y de campo para elaborar las listas de los elementos, el análisis y el resultado final.

3.5.2.1
Objetivos

Elaborar listas de especies a partir de datos secundarios y primarios para los grupos de aves, reptiles, anfibios y mamíferos terrestres (medianos, grandes y voladores). A partir de estos listados, verificar la existencia de especies y/o hábitats con alto valor de conservación.

5.3.2.2
Área de Estudio

Hábitat típico de chaco húmedo con palmar de karanda'y con isletas de bosque con palmeras pindó, con muchas frutas. El piso estaba seco pero muy irregular por intenso pisoteo de ganado cuando estaba encharcado/anegado. El ganado había sido retirado un mes antes de la primera campaña (**Fotos 01 a 03**). Sin cuerpos de agua permanentes excepto por el área de préstamo junto a la casa y otro frente a la ruta (**Foto 04**). En la segunda campaña, debido a los periodos de lluvias, toda la zona de estudio quedó inundada (**Fotos 05 a 08**). Se recorrió toda la zona del campo para tomar muestras de fauna silvestre.

ATOME PLC

Figura 5.3.2.2.a
Localización de la zona de muestreo de fauna silvestre en el campo



Fuente: Google Earth (2022).

La primera campaña de estudio de la fauna se llevó a cabo del 4 al 8 de marzo de 2023. La segunda campaña de campo tuvo lugar del 20 al 24 de junio de 2023.



Foto 01: Detalle del ambiente muestreado por el equipo de fauna.



Foto 02: Detalle del ambiente muestreado por el equipo de fauna.



Foto 03: Palmeras y pequeños árboles aislados registrados en los alrededores del Proyecto



Foto 04: Lago situado en parte en los terrenos del Proyecto y en parte en una propiedad vecina.



Foto 05: Ambientes inundables con presencia de palmeras y pequeños árboles aislados registrados en los alrededores del Proyecto.



Foto 06: Ambientes inundables con presencia de palmeras y pequeños árboles aislados registrados en los alrededores del Proyecto.



Foto 07: Ambientes inundables con presencia de palmeras y pequeños árboles aislados registrados en los alrededores del Proyecto.



Foto 08: Isla de vegetación con cuerpos de agua.

ATOME

5.3.2.3
Métodos de Relevamiento

Datos secundarios

Para el estudio de datos secundarios sobre la fauna regional se han utilizado las siguientes referencias:

- Aves – Lesterhuis (2009); Lesterhuis y Méndez (2016) y además se encontró en eBird registros de Rebeca Irala para la región de interés.

- Anfibios y Reptiles - Brusquetti & Lavilla (2006); Weiler & colaboradores (2013) y Cacciali & Buongermini (2021).

- Mamíferos terrestres – Fox & Martim (1996); Lopez-Gonzalez (2004) y Rumbo (2010).

Todas las citas completas figuran en las referencias bibliográficas.

Datos primarios

Para la búsqueda activa de fauna terrestre no se definieron transectos fijos. Se cubrió toda la zona en una búsqueda aleatoria por dos razones: la zona de muestreo es pequeña y, por lo tanto, podía cubrirse por completo, y también podían concentrarse los esfuerzos en los entornos con mayor potencial de detección de grupos focales. No obstante, todo el esfuerzo de muestreo se contabilizó por hora/experto o equipo, lo que permitió estimar el esfuerzo realizado y realizar análisis estadísticos. A continuación, se presenta el esfuerzo por grupo focal y/o método específico.

Es importante mencionar que, durante la primera campaña de muestreo, se realizaron métodos de búsqueda activa con esfuerzo delimitado en el tiempo, y solo para el grupo de herpetofauna no hubo cuantificación de las especies registradas. En la segunda campaña se utilizaron métodos cuali-cuantitativos de herpetofauna y los métodos complementarios de Listas de Mackinnon y Puntos de Escucha para avifauna.

5.3.2.3.1
Avifauna

El trabajo de campo consistió en recorridos y observaciones, tanto oportunistas en el trayecto del recorrido, como búsqueda para registro de la mayor cantidad de especies posibles, desde los puntos fijos y en los diferentes tipos de hábitats.

Las especies de aves fueron clasificadas según la taxonomía de Remsen *et al*. (2023), nombres comunes según Del Castillo y Clay (2004, 2005). Se han categorizado por su estado de conservación a nivel mundial y nacional, su inclusión en alguna convención internacional, su estatus migratorio, su afinidad a un hábitat en particular, si son aves acuáticas o de pastizal, si son especies exóticas, invasoras o nativas invasivas y su grado de endemismo a la ecorregión. Se aplicaron dos metodologías: Puntos Fijos y Listas de Mackinnon.

Listas de Mackinnon

Para esta metodología, el observador anotó continuamente todas las especies vistas y/u oídas a lo largo de los caminos recorridos. Una vez registradas las 10 primeras especies diferentes de cada lista, se inicia una nueva lista de 10 especies, y así sucesivamente (RIBBON, 2010). El uso de las listas de Mackinnon permite calcular la frecuencia de aparición de las especies en un área determinada (Índice de Frecuencia - o FFI), básicamente dividiendo el número total de listas en las que apareció una determinada especie, por el número total de listas obtenidas en el área (RIBBON, 2010). Se supone que cuanto más común sea una especie, en más listas aparecerá, y mayor deberá ser su FFI (RIBBON, 2010).

El observador responsable realizó tres horas de muestreo en rutas a lo largo del terreno, en dos periodos de muestreo (mañana y tarde). Así, el esfuerzo fue de 1,800 minutos o 30 horas por campaña de muestreo (180 minutos X 02 periodos X 05 días).

ATOME PLC

Muestreo por Puntos Fijos de Escucha

Para realizar el muestreo por puntos de escucha y observación, se establecieron siete (07) puntos de observación, dispuestos uniformemente en toda el área del Proyecto, a una distancia mínima de 200 m entre ellos, para evitar que un mismo individuo fuera registrado en más de un punto de escucha (VIELLIARD *et al*., 2010). Se trató cada punto como una muestra, y fue definido de manera a cubrir el máximo de formas fisonómicas y microhábitats presentes en los ambientes muestreados, de la forma más uniforme posible (VIELLIARD *et al*., 2010). Los muestreos se centraron en los periodos de mayor actividad de las aves, a primera hora de la mañana, en los que el profesional permaneció en cada punto durante 10 minutos, registrando todas las aves vistas y/u oídas, así como el número de individuos.

A través de los puntos de escucha fijados se puede calcular la abundancia relativa de las especies en una zona determinada (Índice de Abundancia Puntual - o IPA), básicamente dividiendo el número total de contactos obtenidos para una determinada especie por el número total de muestras (puntos de escucha) tomadas en la zona. Como esta metodología genera datos de abundancia relativa, también es posible calcular Índices de Diversidad (por ejemplo, el Índice de Shannon - H') e Índices de Equitatividad (Índice de Pielou) para las zonas muestreadas. Así, el esfuerzo de muestreo fue de 350 minutos durante el muestreo (08 puntos X 10min X 01 periodo X 05 días).

Los registros fueron realizados por observación directa, a simple vista o con binoculares Swarovski 8x32, los registros auditivos por la técnica de “playback” y por comparación con grabaciones de las voces de las especies con un reproductor Nokia C3-00. Los registros más interesantes se documentaron con fotografía con una cámara Nikon Coolpix B 600 con zoom óptico de 60X y digital de 120X. Las coordenadas y rumbos para recorridos se obtuvieron con un GPS Garmin nüvi 40LM (**Fotos 09 y 10**).

ATOME PLC



Foto 09: Estudio de la avifauna con binoculares.



Foto 10: Estudio de la avifauna con registros auditivos.

Las determinaciones de las especies fueron hechas por la experiencia y familiaridad con las aves posadas y en vuelo, con sus voces, cantos y llamadas, con sus nidos y plumas caídas. Como guía de campo se utilizó el libro de Narosky *et al*. (2022) que el especialista en aves colaboró para adaptar la aplicación en Paraguay. Para la identificación de nidos se utilizó la guía de De la Peña (2010) con la que el autor colaboró para su edición y adaptación al país. Las grabaciones de voces de aves utilizadas como referencia fueron las almacenadas en un banco

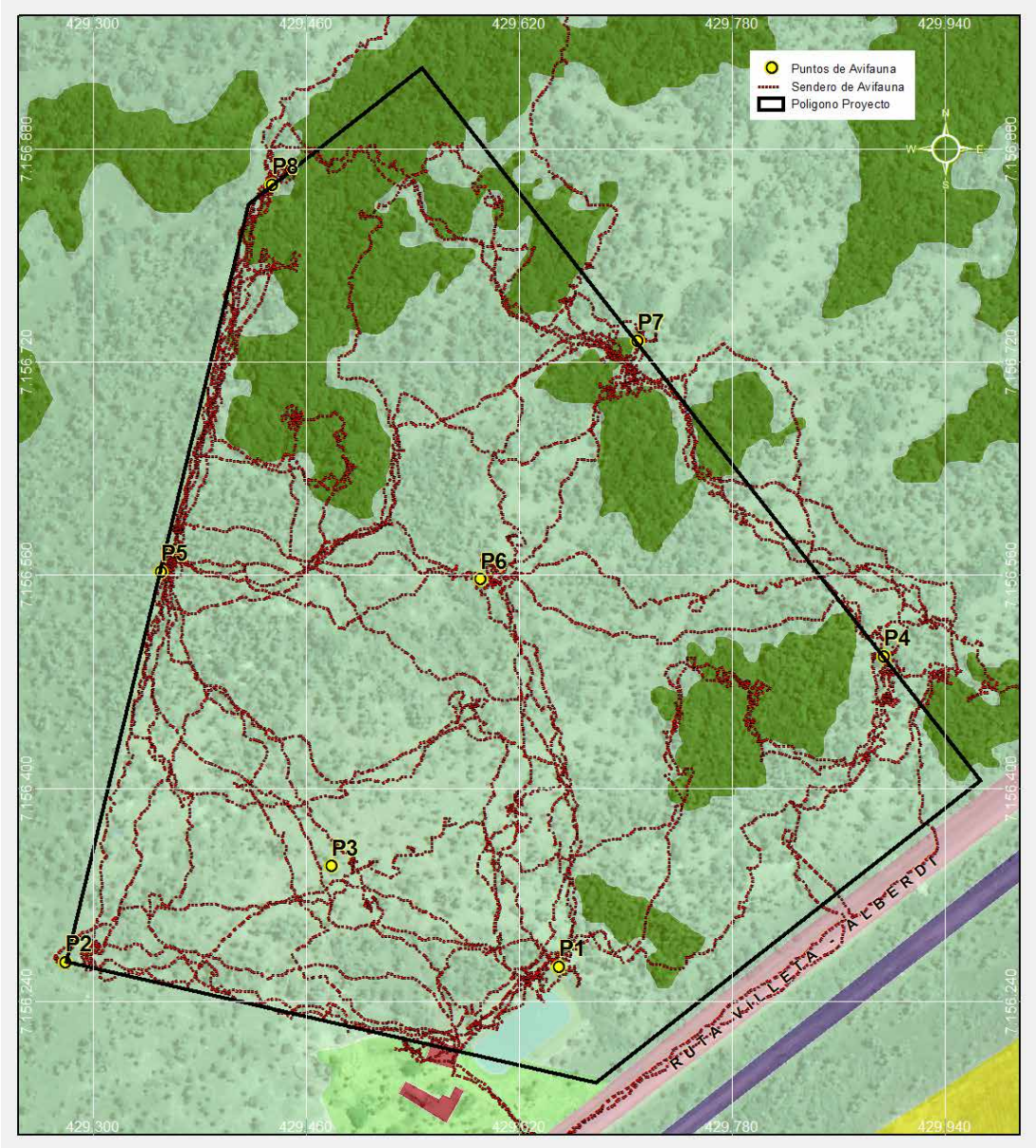
de voces de varios autores como los que aparecen en el sitio de Internet xeno-canto (http://www.xeno-canto.org/).

Para atraer a las aves y obtener una respuesta en hábitat de bosque se utilizó una técnica muy común en la región que es la llamada “kavure’i” (*Glaucidium brasilianum*) pequeño rapaz mayormente nocturno, pero también diurno que depreda nidos y pichones de otras aves por lo que éstas al escuchar su voz son atraídas al lugar para ver que está ocurriendo. Para atraer especies de importancia para la conservación y poder detectarlas se utilizan las voces correspondientes.

La **Figura 5.3.2.3.1.a** a continuación muestra los recorridos llevados a cabo en los trabajos de campo de avifauna por el método de *Listas de Mackinnon*, así como los 7 puntos correspondientes a la metodología de *Puntos Fijos de Escucha*.

ATOME PLC

Figura 5.3.2.3.1.a
Recorridos y puntos fijos para el muestreo de avifauna



5.3.2.3.2
Herpetofauna

Para la herpetofauna, se realizaron recorridos a pie, de manera aleatoria, y estratificada, en donde se seleccionaron los diferentes estratos/ambientes encontrados en los enclaves de muestreo, y dentro de los mismos se realizaron búsquedas aleatorias, lo cual implica búsqueda activa de anfibios y reptiles, examinando todo tipo de potenciales refugios tales como hojarasca, piedras, troncos, huecos, etc. Durante el trabajo se utilizó cámara fotográfica con GPS a fin de georreferenciar y fotografiar los registros, toda vez que fue posible. Además, se utilizaron guantes de cuero y ganchos y, otros equipamientos necesarios para el adecuado manejo de serpientes evitando daños para la persona o para el animal (**Fotos 11 y 12**).

Estos recorridos se realizaron en diferentes horarios (diurnos, crepusculares y nocturnos) para asegurar la revisión de las diferentes franjas temporales de actividad de las diferentes especies. De manera adicional, se realizó una evaluación de las señales acústicas emitidas por los machos de anfibios en época reproductiva, para identificar especies que pudieran no haber sido detectadas mediante observación directa. Los cantos de anfibios fueron grabados y comparados con bases de datos y repositorios de sonogramas on-line, además de guías editadas para la identificación de voces de anfibios de la región (STRANECK *et al*., 1993; DE LA RIVA *et al*., 2000; HADDAD *et al*., 2005).

El esfuerzo de muestreo fue de 6 horas de búsqueda por día en la totalidad del área de muestreo, durante cinco días consecutivos, totalizando 30 horas de búsqueda/día. Este esfuerzo se concentró entre una franja horaria desde las 15.00 hs hasta las 20.00 hs cubriendo los periodos diurno, crepuscular y nocturno, cuando este grupo tiene sus picos de actividad a lo largo del día.

La identificación de las especies se realizó con el trabajo de Cacciali & Buongermini (2021). Se evaluó la presencia de especies amenazadas entre las encontradas, usando para ello las Resoluciones del MADES de anfibios y reptiles amenazados (Resoluciones SEAM N° 433/19 y N° 206/2020 respectivamente) con el análisis de la justificativa de amenaza de Motte *et al*. (2019) para anfibios y Martínez *et al*. (2020) para reptiles.

VE PLC



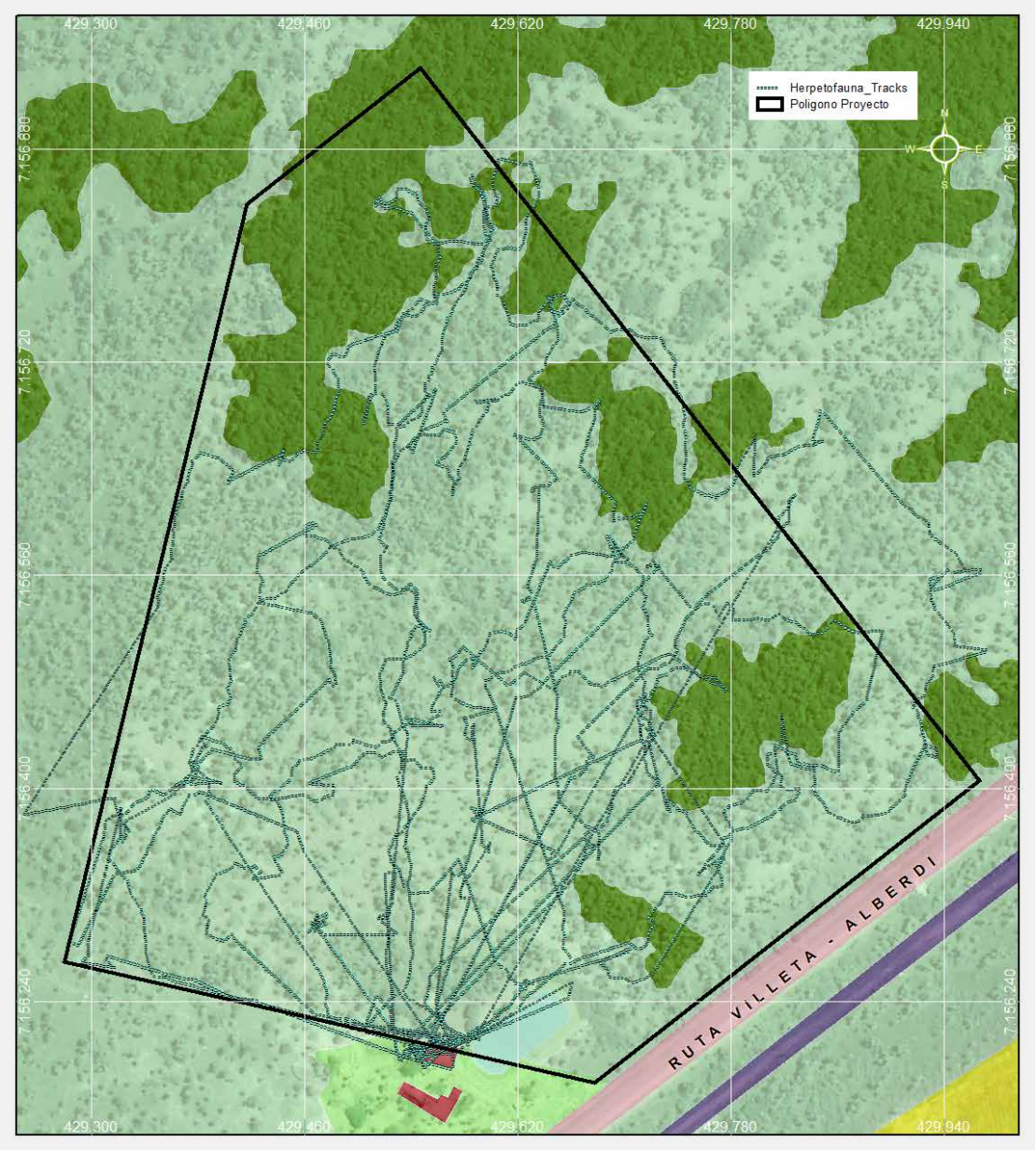
Foto 11: Búsqueda activa de reptiles y anfibios.



Foto 12: Censo nocturno de anfibios con registros auditivos.

La **Figura 5.3.2.3.2.a** muestra los recorridos llevados a cabo en el terreno para el muestreo de herpetofauna.

Figura 5.3.2.3.2.a
Recorridos para el muestreo de herpetofauna



5.3.2.3.3
Mamíferos Terrestres

Mamíferos medianos y grandes

Como la mayoría de las especies de mamíferos medianos y grandes se pueden identificar en el campo, el muestreo se llevó a cabo a través de métodos de observación directa e indirecta por tiempo limitado, monitoreo con cámaras trampa y entrevistas con los residentes locales.
Observación directa e indirecta

Los métodos de observación directa incluyeron el registro visual (incluso fotografías), la vocalización y el hallazgo de cadáveres, mientras que los métodos de observación indirecta incluyeron el registro de huellas, madrigueras, señales y marcas, además de las heces.

Los especialistas en este grupo recorrieron todos los accesos existentes en cada área de muestreo para obtener registros directos e indirectos. También se observó en los alrededores y se consideraron registros casuales durante los desplazamientos.

Los resultados obtenidos en estas búsquedas fueron limitados por tiempo para generar un índice de abundancia relativa de las especies registradas. Estas búsquedas se realizaron con la ayuda de guías de campo, binoculares y GPS (**Fotos 13 a 16**).

En los casos de visualización y/o vocalización se han anotado el lugar, la especie, el número de individuos avistados y la hora. Para todos los registros de mamíferos medianos y grandes, se registraron los datos de origen (hábitat, punto de observación, fecha) y la forma del registro.

El esfuerzo de muestreo propuesto fue de 6 horas de búsqueda por día en la totalidad del área de muestreo, durante cinco días consecutivos, totalizando 30 horas de búsqueda/día. Este esfuerzo se concentró en las primeras horas de la mañana, en el periodo crepuscular y nocturno teniendo en cuenta el patrón de actividad característico de las distintas especies de este grupo.

En este punto, también se muestreó el área de la línea de transmisión, con metodologías de observaciones directas e indirectas.

ME PLC



Foto 13: Búsqueda activa diurna de mamíferos.



Foto 14: Censo nocturno de mamíferos.



Foto 15: Registros indirectos de mamíferos.



Foto 16: Registros indirectos de mamíferos.

Cámaras trampas

Las cámaras trampa son una técnica eficiente para la detección de mamíferos medianos y grandes, ya que permiten fotografiar a las especies en el medio natural, sin que se den cuenta de la presencia del equipo.

La cámara trampa funciona por medio de un sensor de movimiento, permitiendo incluso grabar a la especie (modo video) (CHEIDA & RODRIGUES, 2010). Para el muestreo se instalaron un total de 5 cámaras trampa en el área de muestreo, en un lugar que el investigador ha considerado pertinente para el registro de especies focales (**Fotos 17 y 18**). Las trampas permanecieron activas durante 5 días consecutivos.

Los lugares de instalación de las cámaras trampa se han seleccionado teniendo en cuenta los ambientes y vestigios de mamíferos medianos y grandes. Para ello, se dieron prioridad a los senderos y caminos naturales utilizados por las especies objeto, árboles frutales, madrigueras activas y lugares con disponibilidad de agua y/o barrera para maximizar el resultado de las capturas fotográficas de grandes mamíferos. El esfuerzo de muestreo fue de 25 horas/día para los de mamíferos mayores (5 cámaras trampa x 5 días x 1 área de muestreo).

ATOME PLC



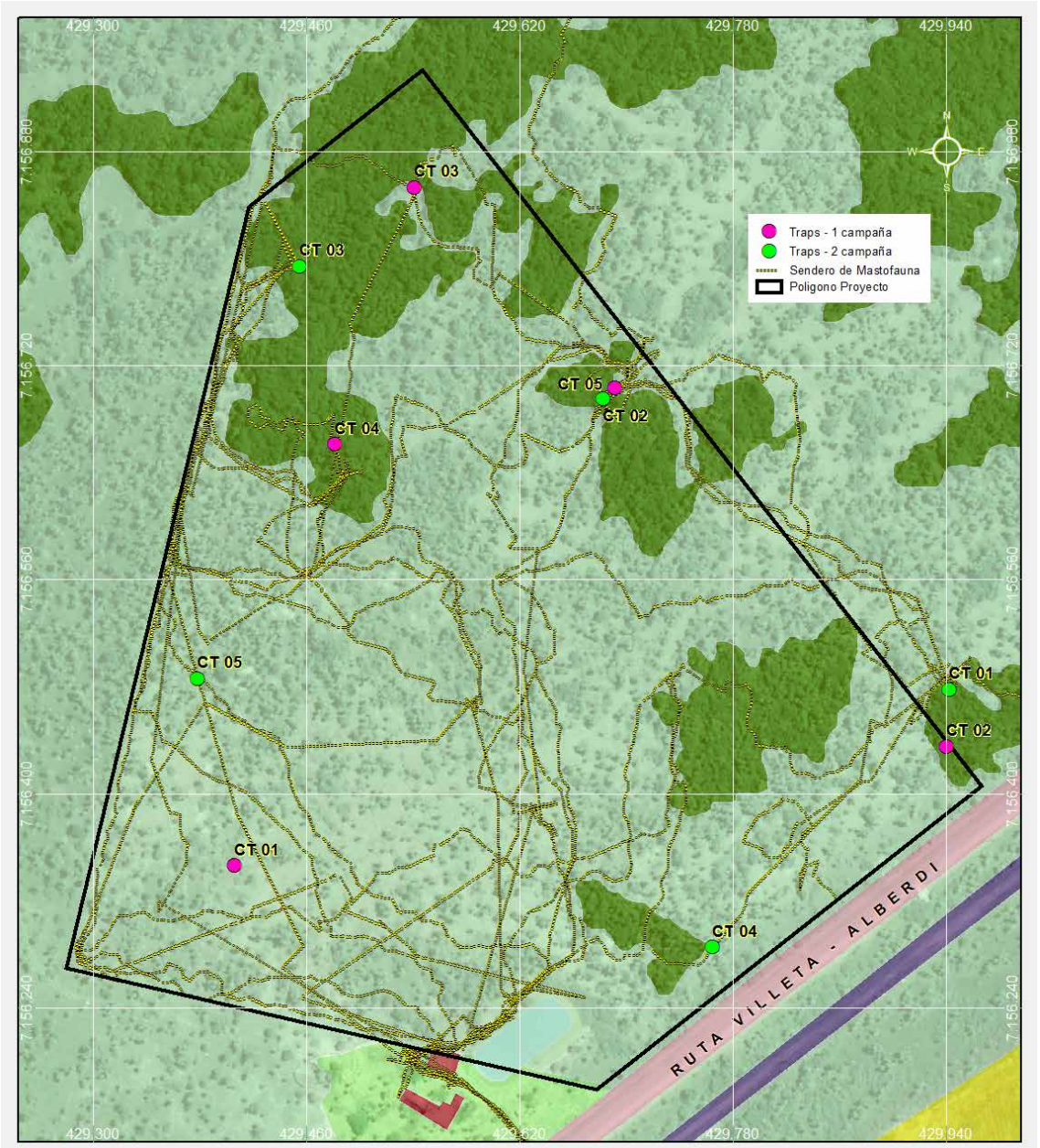
Foto 17: Instalación de cámara trampa.



Foto 18: Detalle de la cámara trampa instalada.

La **Figura 5.3.2.3.3.a** muestra los recorridos llevados a cabo en los trabajos de campo de mastofauna y la localización de cámaras trampa utilizadas en las dos campañas de muestreo.

Figura 5.3.2.3.3.a
Recorridos para el muestreo de mastofauna y localización de cámaras trampa



5.3.2.3.4
Murciélagos Insectívoros Aéreos

Cada vez más los investigadores de diferentes países utilizan la ecolocalización para identificar acústicamente las especies de murciélagos. De las 93 especies de murciélagos insectívoros aéreos susceptibles de identificación acústica, 65 tienen los sonotipos formalmente descritos y de 28 no se dispone de información (ARIAS-AGUILAR *et al*., 2018). Con el método se obtienen patrones de riqueza y actividad (pases de murciélago) y para algunos grupos ya es posible llegar a identificaciones en niveles específicos con cierta facilidad (ARIAS-AGUILAR *et al*., 2018).

La gran ventaja de este método es que es no invasivo, muestreando eficientemente las familias de murciélagos submuestreadas por el método de red de niebla y con la posibilidad de obtener una cantidad de registros (pases de murciélago) que permiten análisis detallado más robustas en un tiempo de estudio más corto en comparación con el muestreo con redes de niebla.

El método de muestreo es considerado pasivo, con los equipos instalados durante la noche en lugares estratégicos dentro del área de muestreo. Durante el análisis se registran el número de pases de murciélagos, que se definen como una secuencia de tres o más llamadas de ecolocalización por unidad de tiempo (p. ej. pases/15 segundos) (BARROS *et al.*, 2017).

El equipo que se ha utilizado es el Song Meter SM4 BAT FS, con la siguiente configuración: frecuencia de muestreo de 400 kHz, pre-disparo de 3s y 15s después del disparo. Las identificaciones se han realizado de forma automática y manual, sirviendo la primera para separar los archivos con ruidos de los archivos con llamadas de murciélagos utilizando el software Kaleidoscope versión 3.1.1 (www.wildlifeacoustics.com) y después de esta evaluación todos los archivos con llamadas de murciélagos se evaluaron manualmente utilizando el programa CallViewer18 (SKOWRONSKI & FETON, 2008), utilizando la función de detección automática de la ventana de Hamming, FFT=1024, longitud de ventana de 1 ms y umbral de fondo de 10 dB. Los parámetros se extrajeron de las mejores llamadas de cada secuencia de vocalización.

El equipo fue programado para grabar durante 12 horas por la noche y se analizaron los registros de los primeros 10 minutos de cada hora de grabación.

El esfuerzo de muestreo fue de 720 minutos por noche durante cinco noches consecutivas por área de muestreo de las grabaciones, totalizando 3,600 minutos de registro durante el estudio. Se analizaron los 10 primeros minutos de cada hora por noche, con un total de 600 minutos de grabaciones analizadas. Este método es indicado para evitar la duplicación de registros obtenidos a través de la bioacústica (**Fotos 19 y 20**).

ATOME PLC



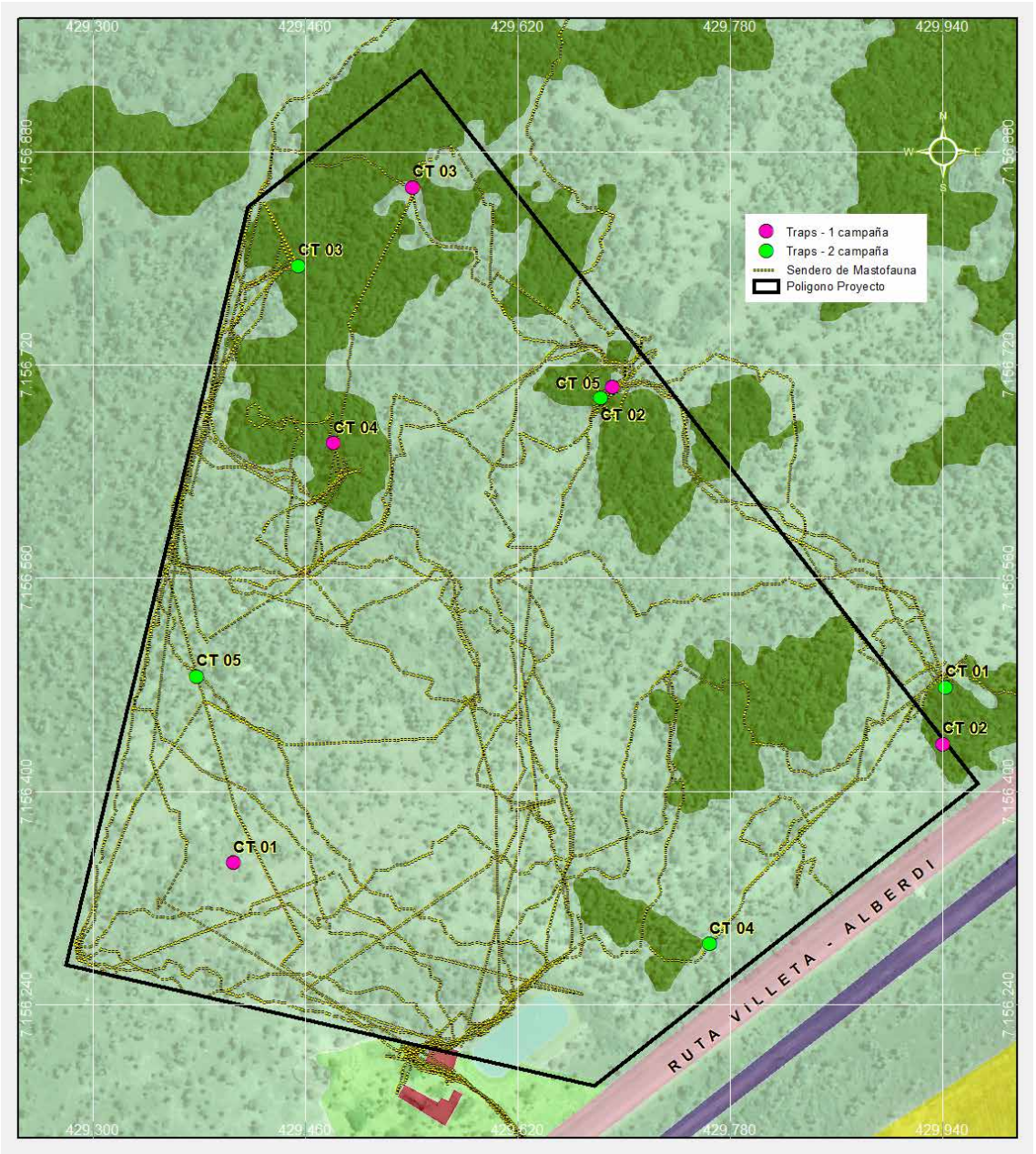
Foto 19: Programación del dispositivo bioacústico Songmeter.



Foto 20: Detalle del dispositivo bioacústico Songmeter instalado para la detección de murciélagos.

La **Figura 5.3.2.3.4.a** muestra los recorridos llevados a cabo en los trabajos de campo de mastofauna, incluyendo las posiciones donde se instaló el Songmeter en cada noche de muestreo durante las dos campañas de campo.

Figura 5.3.2.3.4.a
Ubicaciones de instalación del Songmeter



5.3.2.3.5
Análisis de Datos

Para evaluar la diversidad de especies se ha utilizado el índice de diversidad de Shannon (H'). Este índice pondera la distribución de cada especie por su abundancia relativa, de modo que las especies más raras tienen un peso menor que las más comunes. Este índice se utiliza para medir la diversidad en datos categóricos, tratando las especies como símbolos y el tamaño de la población respectiva como una probabilidad. La ventaja de este índice es que tiene en cuenta el número de especies y la especie dominante. El índice se calcula mediante:

$H' = - \sum pi \ln pi$

Donde:

pi = (ni/N) probabilidad de que un individuo muestreado pertenezca a la especie i;ni = el número total de individuos de la especie i;
N = número total de individuos muestreados en la zona.

También se ha utilizado el índice de diversidad Alfa de Fisher, que está menos relacionado con el número total de registros de cada localidad, lo que permite realizar comparaciones menos sesgadas entre zonas con un número de registros muy distinto. El índice Alfa de Fisher se define implícitamente por:

$S = \alpha . \ln(1+n/\alpha)$

Donde:

S = número de especies
n = número total de individuos registrados;α = índice de diversidad.

Para la riqueza se han utilizado los estimadores Jacknife 1 y Chao2. El método Jacknife 1 estima la riqueza total utilizando el número de especies presentes en una sola muestra. El método Chao2 estima la riqueza total utilizando el número de especies representadas en sólo una muestra y el número de especies en sólo dos muestras.

Estas estimaciones de riqueza se calculan mediante las ecuaciones:

$Jacknife\ 1 = s + Q1(n-1/n)$

Donde:

s = riqueza observada;
Q1 = número de especies que aparecen exactamente en la muestra;N = número de muestras.

$Chao2 = s+(Q1^2/2Q2)$

Donde:
s = riqueza observada;
Qj = número de especies presentes en j muestras.

ATOME PLC

Además, se ha aplicado el índice de equitatividad de Pielou (J'), mediante la siguiente fórmula:

$J' = H'/ln(S)$

Donde:

S = número de especies.

Finalmente se construyó la curva de acumulación para evaluar la eficacia de la campaña de levantamiento (suficiencia de muestreo), que comprende la suma de registros de especies catalogadas diariamente en las observaciones (cualitativas y cuantitativas), mediante la curva de rarefacción por el índice de *Mao Tao.*

5.3.2.4
Resultados

En las secciones siguientes se presentan los resultados obtenidos en las dos campañas de levantamiento de campo para línea base de fauna terrestre. En el **Anexo 9** se presenta el registro fotográfico de estos levantamientos y en el **Anexo 10**, las listas de especies resultantes de los levantamientos.

5.3.2.4.1
Avifauna

Primera campaña

Con la primera campaña de prospección de aves, que se realizó del 04 al 08 de marzo de 2023, se obtuvieron 1,037 registros de aves, pertenecientes a 121 especies, distribuidas en 22 órdenes y 42 familias (**Tabla 5.3.2.4.1.a** en el **Anexo 10**).

Con la riqueza obtenida durante esta campaña, entre los órdenes, el Paseriformes (pájaros o aves canoras) fue el más representativo, con 58 especies registradas, lo que representa aproximadamente el 48% del total. En secuencia se encuentran los órdenes Pelecaniformes (garzas, garcitas, hocós y similares) y Psittaciformes (guacamayos, maracanás, catitas, loros y similares), ambos con ocho especies, que representan aproximadamente el 7% del ensamble de aves registradas cada uno (**Tabla 5.3.2.4.1.a**).

En cuanto a las familias, las más representativas fueron Tyrannidae (fiofíos, piojitos, doraditos, pitogüés y similares), con 15 especies (12%), seguidas de Furnariidae (honeros, honeritos, pijuís y similares) e Icteridae (boyeros, tordos, boyeritos y similares), ambas familias con nueve especies registradas, lo que representa alrededor del 7% del total obtenido, cada una (**Tabla 5.3.2.4.1.a**).

Estado de conservación

En cuanto al grado de conservación de las especies registradas, de acuerdo con la lista nacional de especies protegidas de la fauna silvestre de la clase Aves (MADES - Resolución N° 254/19), ninguna tiene clasificación de amenaza. Para las clasificaciones internacionales de la UICN

ATOME PLC

(2022), que establece categorías de amenaza de acuerdo con criterios bien definidos que se basan en la reducción de la población, número de individuos reproductores, área de distribución, entre otros criterios, sólo una especie tiene grado de amenaza, siendo el loro hablador (*Amazona aestiva*), que está clasificado como "Casi Amenazado - NT" de extinción (**Tabla 5.3.2.4.1.a**).

Mientras que para la lista internacional CITES (2023), sólo el yabirú (*Jabiru mycteria*) está incluido en el Apéndice I, que incluye especies amenazadas de extinción (**Tabla 5.3.2.4.1.a**). Por otro lado, 19 especies registradas están incluidas en el Apéndice II de esta misma lista, que incluye especies que no están amenazadas de extinción, pero que podrían llegar a esta situación si no se realiza una inspección rigurosa: el loro hablador (*Amazona aestiva*), el ñanday (*Aratinga nenday), la* catita chiriri (*Brotogeris chiriri), el* carancho *(Caracara plancus*), el picaflor verde (*Chlorostilbon lucidus*) el halcón plomizo (*Falco femoralis*), el picaflor de barbijo (*Heliomaster furcifer),* el picaflor bronceado (*Hylocharis chrysura*), el lechucito común (*Megascops choliba*), el chimachima (*Milvago chimachima*) la cotorrita (*Myiopsitta monachus*), la cardenilla (*Paroaria capitata*), el cardenal (*Paroaria coronata*), el loro choclero (*Pionus maximiliani*), el maracaná cabeza azulada (*Psittacara acuticaudatus*), el maracaná ala roja (*Psittacara leucophthalmus*), el chiripepé cabeza verde *(Pyrrhura frontalis)*, el caracolero (*Rostrhamus sociabilis)* y el taguató común (*Rupornis magnirostris*) (CITES, 2023) (**Tabla 5.).3.2.4.1.a**).

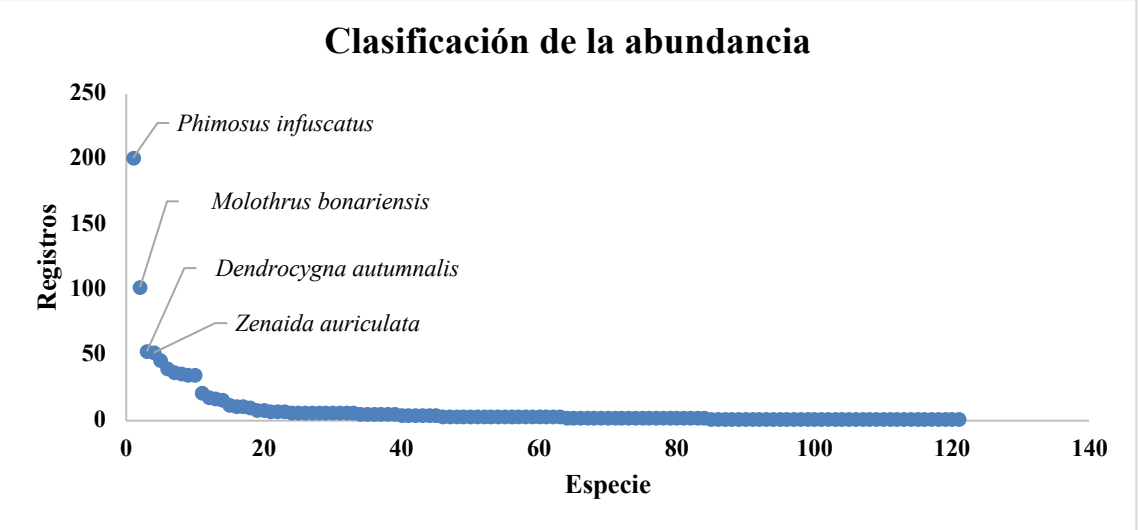
Clasificación de la abundancia

A continuación, se presenta la clasificación de abundancia de las aves registradas durante la primera campaña de prospección (**Figura 5.3.2.4.1.a**). Observando el gráfico a continuación, se puede apreciar que una especie destacó en relación a las demás, siendo el cuervillo cara pelada (*Phimosus infuscatus*), que presentó un total de 201 registros, lo que corresponde a cerca del 19% del total de registros obtenidos durante esta primera campaña de prospección. Le siguen el tordo renegrido (*Molothrus bonariensis)* con 102 registros (10%), seguido del pato silbón ala blanca (*Dendrocygna autumnalis*) con 53 registros (5%) y la torcaza (*Zenaida auriculata)* con 52 registros obtenidos (5%) (**Figura 5.3.2.4.1.a**).

Y para las parcelas de la parte inferior de la figura, siguiendo todo el eje X, se encuentran la mayoría de las especies, la mayoría de las cuales tuvieron valores inferiores a 10 registros, estando representadas por 103 especies, correspondientes al 85% de la riqueza total registrada (**Figura 5.3.2.4.1.a**). Cabe destacar que en 37 casos, la especie sólo tenía un registro, como es el caso de la garcita azulada *(Butorides striata*), la saría patas rojas (*Cariama cristata)*, el cuervo cabeza amarilla *(Cathartes burrovianus*), el picaflor verde *(Chlorostilbon lucidus)*, el varillero congo (*Chrysomus ruficapillus*) la cigüeña americana (*Ciconia maguari*), el pato silbón cara blanca (*Dendrocygna viduata*), el fiofío grande *(Elaenia spectabilis*), el picaflor de barbijo (*Heliomaster furcifer),* el añapero castaño (*Lurocalis semitorquatus*), el martín pescador grande *(Megaceryle torquata*), el lechucita común (*Megascops choliba)*, y otras especies (**Tabla 5.3.2.4.1.a**).

ATOME PLC

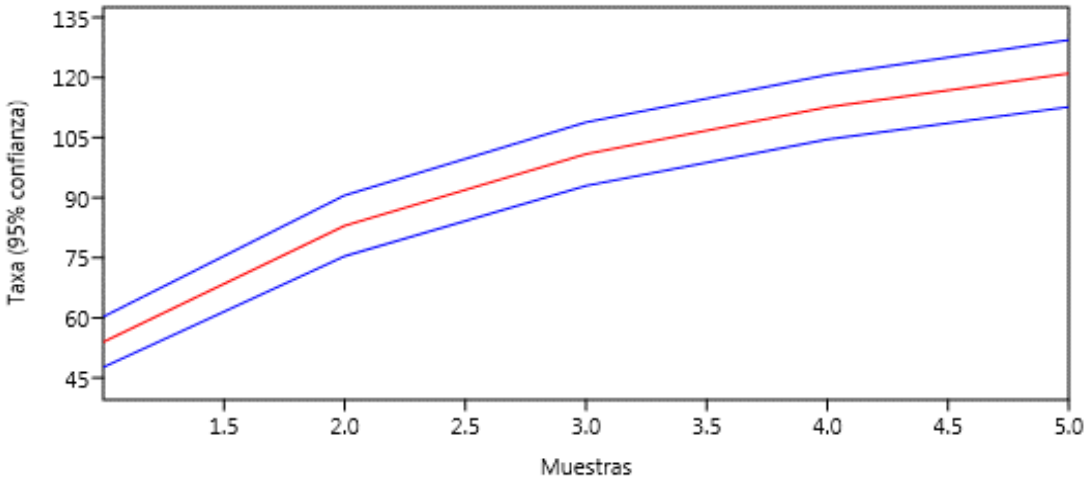
Figura 5.3.2.4.1.a
Clasificación de la abundancia de aves registradas en la primera campaña



Suficiencia de la muestra

En esta primera campaña se dedicaron cinco días de esfuerzo de muestreo a la prospección de aves en la zona de influencia del proyecto. La curva de rarefacción de especies generada muestra una tendencia ascendente, sin signos de estabilización, lo que indica que no se alcanzó la riqueza real y que se espera un mayor número de especies para las zonas muestreadas (**Figura 5.3.2.4.1.b**).

Figura 5.3.2.4.1.b
Curva de rarefacción de la primera campaña



<u>Segunda campaña</u>

En la segunda campaña de prospección de aves, realizada del 20 al 24 de junio de 2023, se obtuvieron 1,103 registros pertenecientes a 99 especies de aves, que se distribuyen en 16 órdenes y 34 familias (**Tabla 5.3.2.4.1.b** en el **Anexo 10**).

Con la riqueza obtenida durante esta segunda campaña, entre los órdenes el Passeriformes (aves o pájaros cantores) fue el más representativo, con 43 especies registradas, lo que representa aproximadamente el 43% del total. En secuencia se encuentran los órdenes Psittaciformes (guacamayos, maracanás, catitas, loros y similares), con nueve especies (9%), seguidos por los Pelecaniformes (garzas, garcitas, hocós y similares) y Piciformes (carpinteros y carpinteritos), ambos con ocho especies, que representan aproximadamente el 8% del ensamble de aves registrado, cada uno (**Tabla 5.3.2.4.1.b**).

En cuanto a las familias, las más representativas son Psittacidae (guacamayos, maracanás, catitas, loros y similares), con nueve especies (9%), seguida de Picidae (carpinteros y carpinteritos) y Tyrannidae (fiofíos, piojitos, doraditos, pitogüés y similares), ambas con ocho especies (8%). En secuencia se encuentran los Thraupidae (canarios, fruteros, chogüis, cardenales y similares) y Furnariidae (honeros, honeritos, pijuís y similares) con siete especies registradas cada uno (7%) (**Tabla 5.3.2.4.1.b**).

Estado de conservación

En cuanto al grado de conservación de las especies registradas en la segunda campaña, según la lista nacional de especies protegidas de la fauna silvestre de la clase Aves (MADES - Resolución N° 254/19), ninguna tiene clasificación de amenaza. Para las clasificaciones internacionales de la UICN (2022), sólo una especie tiene grado de amenaza, siendo el loro hablador (*Amazona aestiva*), que está clasificado como "Casi Amenazado - NT" de extinción (**Tabla 5.3.2.4.1.b**).

Mientras que para la lista internacional CITES (2023), ninguna especie está incluida en el Apéndice I, que incluye especies amenazadas de extinción (**Tabla 5.3.2.4.1.a**). Por otro lado, 20 especies están incluidas en el Apéndice II de esta misma lista, que incluye especies que no están amenazadas de extinción, pero que podrían llegar a estarlo si no hay una aplicación estricta de la ley. Entre estas especies podemos citar el loro hablador (*Amazona aestiva*), el ñanday (*Aratinga nenday*), la catita chiriri (*Brotogeris chiriri*), el carancho *(Caracara plancus*), el picaflor verde *(Chlorostilbon lucidus*), el halconcito colorado (*Falco sparverius*), la catita viuda *(Forpus xanthopterygius)*, el picaflor de barbijo (*Heliomaster furcifer*), el picaflor bronceado (*Hylocharis chrysura*), el halcón montés (*Micrastur semitorquatus*), el chimachima (*Milvago chimachima*), la cotorrita (*Myiopsitta monachus)*, la cardenilla (*Paroaria capitata*), el cardenal (*Paroaria coronata*), el loro choclero (*Pionus maximiliani),* y otros (CITES, 2023) (**Tabla 5.3.2.4.1.b**).

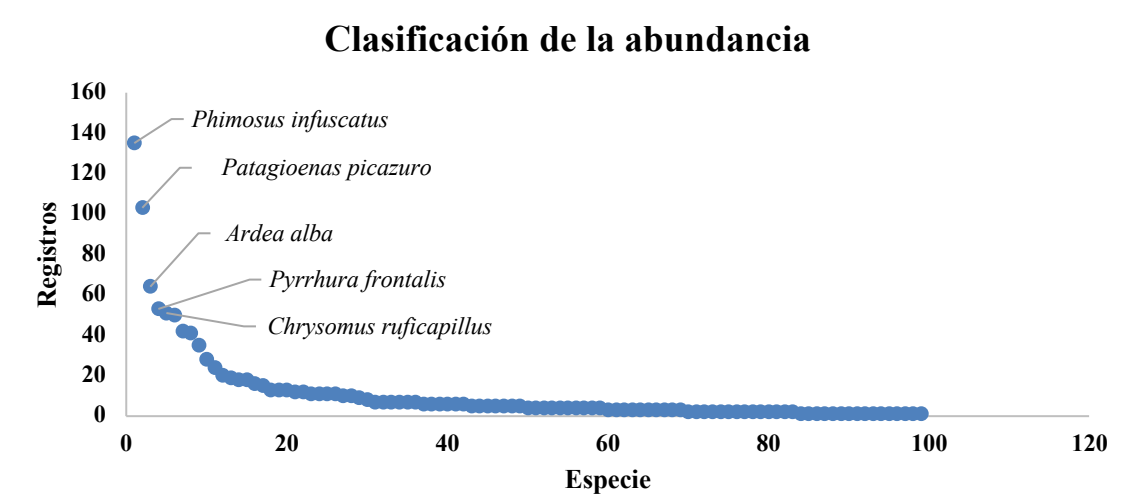
Clasificación de la abundancia

A continuación, se presenta la clasificación de la abundancia de las aves registradas durante la segunda campaña de muestreo (**Figura 5.3.2.4.1.c**). Observando el gráfico siguiente, se puede ver que una especie destacó en relación a las demás, siendo el cuervillo cara pelada *(Phimosus infuscatus*), que tuvo un total de 135 registros, lo que corresponde a cerca del 12% del total de registros obtenidos durante esta segunda campaña de prospección. En la secuencia se encuentra la paloma turca (*Patagioenas picazuro*) con 103 registros (9%), seguida de la garza blanca (*Ardea alba*) con 64 registros (6%), el chiripepé cabeza verde *(Pyrrhura frontalis*) con 53 (5%) y el varillero congo (*Chrysomus ruficapillus*) (**Figura 5.3.2.4.1.c**).

ATOME PLC

Y para las parcelas de la porción inferior de la figura, siguiendo todo el eje X, son mayoría las especies que presentaron, en su mayoría, valores inferiores a 10 registros, estando representadas por 71 especies, correspondientes al 71% de la riqueza total registrada (**Figura 5.3.2.4.1.c**). Cabe destacar que en 16 casos, la especie presentó un único registro, como es el caso de la gallineta de agua (*Aramides ypecaha*), el carau (*Aramus guarauna*), el picaflor verde (*Chlorostilbon lucidus*), el picaflor de barbijo (*Heliomaster furcifer), la* mosqueta ojo dorado (*Hemitriccus margaritaceiventer*), el añapero castaño (*Lurocalis semitorquatus)*, el halcón montés (*Micrastur semitorquatus*), el espinero grande *(Phacellodomus ruber*), el carpintero dorado (*Piculus chrysochloros*), el caracolero (*Rostrhamus sociabilis*), el canario paraguayo (*Sicalis flaveola*), el hocó coloreado *(Tigrisoma lineatum*), el zorzal alas canelas (*Turdus leucomelas*), el carpinterito oliváceo *(Veniliornis passerinus*), la torcaza (*Zenaida auriculata)* y el bendito sea *(Zonotrichia capensis*) (**Tabla 5.3.2.4.1.b**).

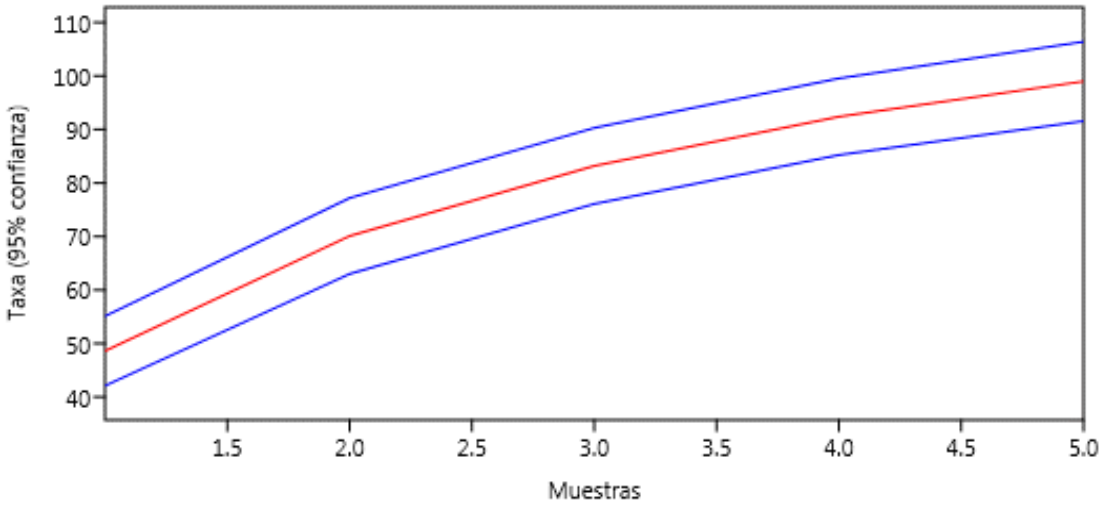
Figura 5.3.2.4.1.c
Clasificación de la abundancia de aves registradas en la segunda campaña



Suficiencia de la muestra

En esta segunda campaña, también se dedicaron cinco días de esfuerzo de muestreo al estudio de aves en la zona de influencia del proyecto. La curva de rarefacción de especies generada muestra una tendencia ascendente, sin signos de estabilización, lo que indica que no se alcanzó la riqueza real y que se espera un mayor número de especies para las zonas muestreadas (**Figura 5.3.2.4.1.d**).

Figura 5.3.2.4.1.d
Muestra de la curva de rarefacción de la Segunda Campaña



Consolidación de las campañas de muestreo

Considerando los resultados obtenidos a lo largo de las dos campañas, se han realizado un total de 2,140 registros pertenecientes a 138 especies de aves, que se distribuyen en 22 órdenes y 43 familias (**Tabla 5.3.2.4.1.c** en el **Anexo 10**).

Comparación de datos primarios y secundarios

La lista de especies esperadas para el desarrollo con base en datos secundarios recopiló 188 especies de aves, distribuidas en 23 órdenes y 51 familias (**Tabla 5.3.2.4.1.c**). Para este levantamiento se utilizaron referencias como Lesterhuis (2009) y Lesterhuis y Méndez (2016), además se consideraron los registros de Rebeca Irala a través de la plataforma eBird (EBIRD, 2023) para la región de interés.

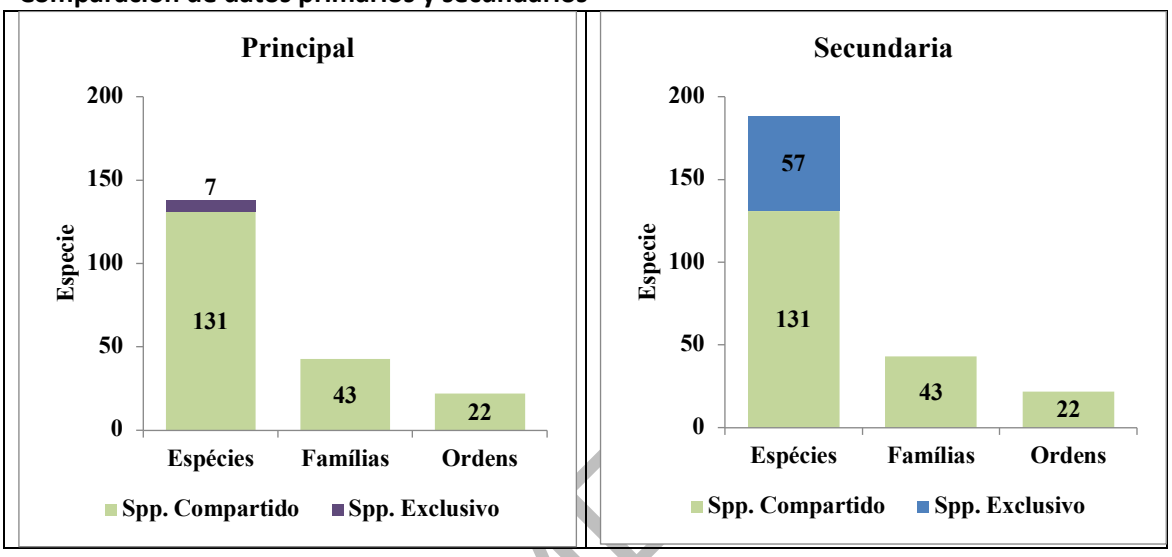
Así, considerando tanto el estudio primario como el secundario, hay un total de 195 especies de aves, distribuidas en 23 órdenes y 52 familias (**Tabla 5.3.2.4.1.c**). De este total, 131 especies son comunes a ambos estudios, lo que significa que fueron registradas durante las campañas de muestreo, pero también están en la lista de especies que se espera que estén presentes en la región del proyecto (**Figura 5.3.2.4.1.e**).

En cuanto a la exclusividad, es decir, las especies que sólo están presentes en uno de los dos estudios realizados, en las prospecciones de campo se obtuvieron registros de siete especies cuya presencia en la región no está indicada en la lista de aves de presencia probable basada en datos secundarios. Estas especies son: el chiricoe (*Aramides cajaneus*), el tero real *(Himantopus himantopus*), el carpintero blanco (*Melanerpes candidus*), el halcón montés (*Micrastur semitorquatus),* el carpintero dorado (*Piculus chrysochloros*), la espátula rosada (*Platalea ajaja)* y el cuervillo de cañada (*Plegadis chihi*). Para estas especies, aunque no se obtuvieron registros a través de datos secundarios específicamente en la región del proyecto, con base en la distribución conocida (BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2023; UICN, 2023) es posible afirmar que su presencia en las áreas del proyecto no es inesperada.
El número de aves registradas sobre el terreno e incluidas en la lista de especies esperadas

ATOME PL

para la región según los datos secundarios (131 especies, sin contar las siete ausentes de la lista de presencia probable, pero registradas en campo) representa aproximadamente el 73% de la riqueza esperada para la zona del proyecto. Además, si se consideran las 195 especies con presencia potencial en la zona, las siete especies registradas únicamente durante las campañas de prospección representan un aumento del 4% de la riqueza ya conocida.

Figura 5.3.2.4.1.e
Comparación de datos primarios y secundarios

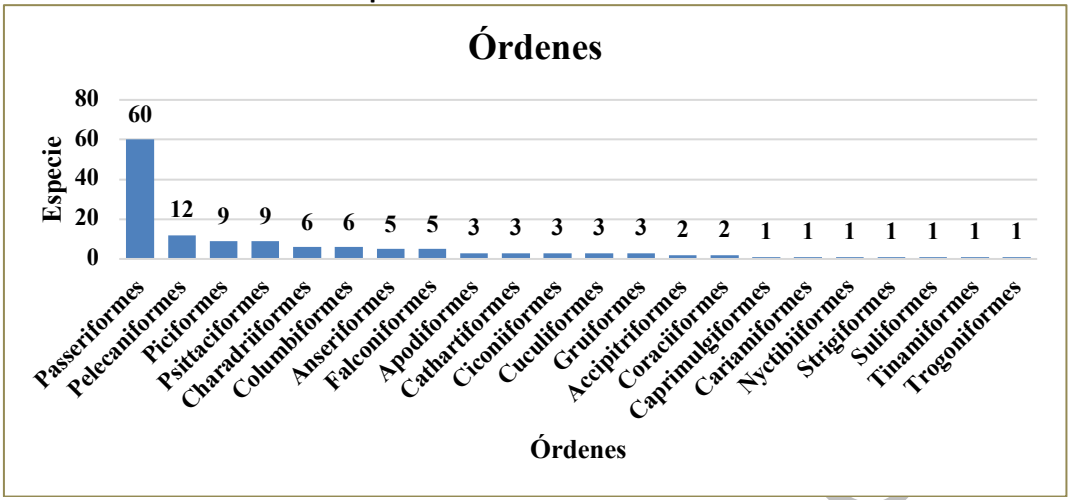


Es importante mencionar que, con el fin de aumentar la comparabilidad de los resultados, para todos los análisis siguientes sólo se utilizarán los registros obtenidos mediante las metodologías normalizadas llevadas a cabo en las dos campañas de estudio de aves.

Así, con la riqueza obtenida a lo largo de las dos campañas, entre los órdenes, el de los Passeriformes (aves o pájaros cantores) fue el más representativo, con 60 especies registradas, lo que representa aproximadamente el 43% del total. Le siguen en orden los Pelecaniformes (garzas, garcitas, hocós y similares) con 12 especies (9%), los Piciformes (carpinteros y carpinteritos) y los Psittaciformes (guacamayos, maracanás, catitas, loros y similares), ambos con nueve especies registradas, lo que representa cerca del 7% del total de aves registradas (**Figura 5.3.2.4.1.g** y **Tabla 5.3.2.4.1.c**). El orden Passeriformes es comúnmente el más representativo en los estudios de relevamiento de aves, dado que es el orden más diverso a nivel mundial, representando más de la mitad de todas las especies de aves, y para Paraguay representan el 50% del total de aves catalogadas (REMSEN *et al*., 2023).

ATOME

Figura 5.3.2.4.1.f
Distribución del número de especies entre los órdenes

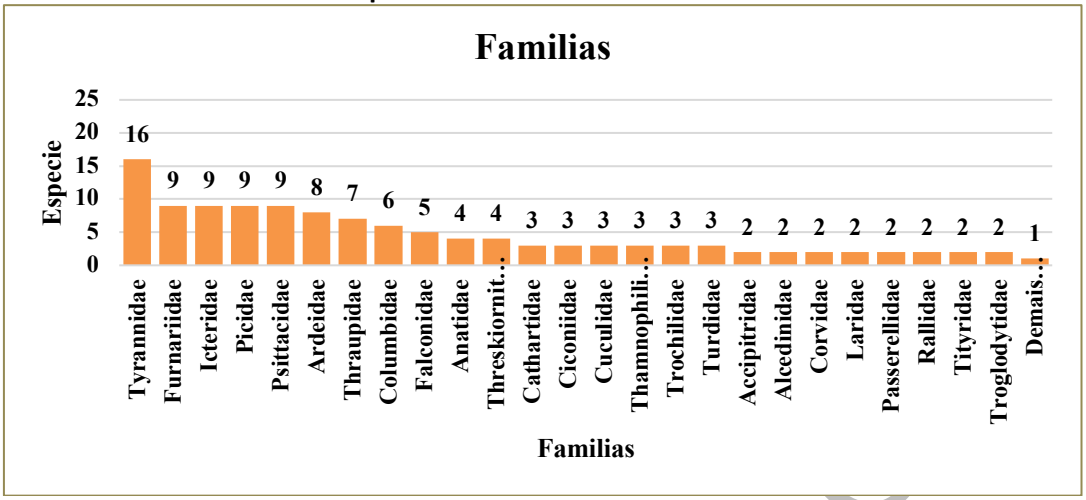


En cuanto a las familias, las más representativas fueron Tyrannidae (fiofíos, piojitos, doraditos, pitogüés y similares) con 16 especies (12%), seguida de Furnariidae (honeros, honeritos, pijuís y similares), Icteridae (boyeros, tordos, boyeritos y similares), Picidae (carpinteros y carpinteritos) y Psittacidae (guacamayos, maracanás, catitas, loros y similares), ambos con nueve especies registradas, lo que representa alrededor del 7% del número total de aves registradas (**Figura 5.3.2.4.1.g** y **Tabla 5.3.2.4.1.c**).

La familia Tyrannidae es una de las familias más representativas, corresponde aproximadamente al 18% de los passeriformes de América del Sur, y la gran representatividad de esta familia está relacionada con el hábito insectívoro de la mayoría de sus representantes, estas aves han obtenido un mayor éxito debido a la gran diversidad de nichos ecológicos y entomofauna neotropical, lo que, de alguna manera, ha garantizado su adaptación a diferentes ambientes y la facilidad en la obtención de alimento, ya que los insectos están disponibles en la mayor parte del año (SICK, 1997; FAXINA & SCHELEMMERMEYER, 2010; BISSOLI *et al*., 2014).

ATOME PLC

Figura 5.3.2.4.1.g
Distribución del número de especies entre las familias



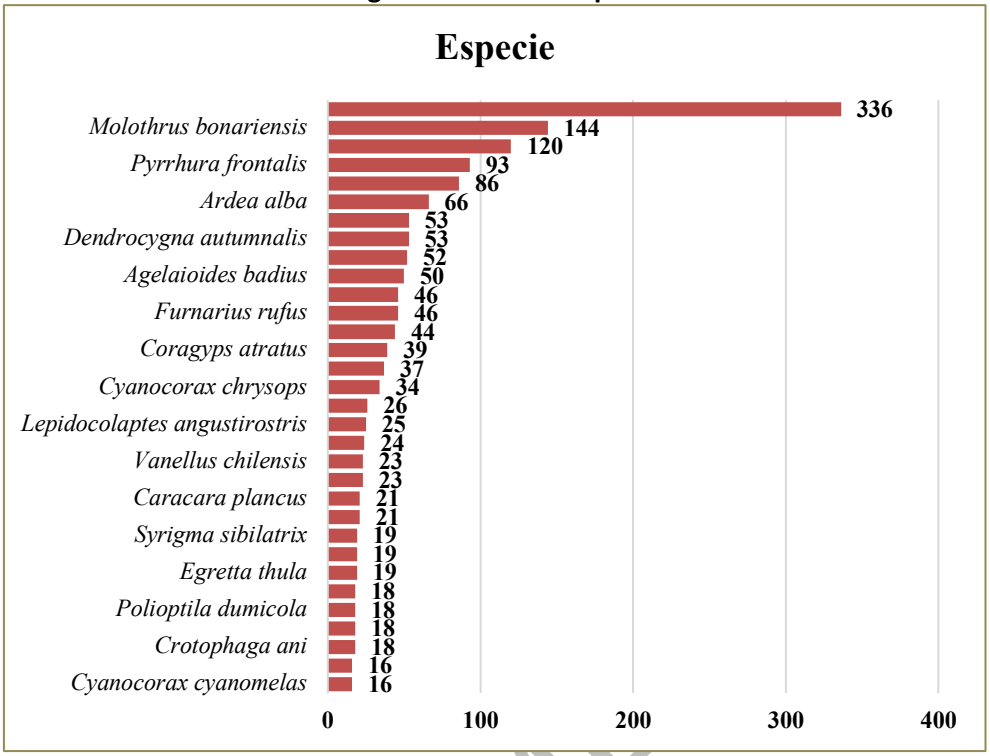
En cuanto a las especies más abundantes, observando el gráfico a continuación (**Figura 5.3.2.4.1.h**), se constata que para los resultados consolidados una especie se destacó en relación a las demás, siendo el cormorán cabeciblanco (*Phimosus infuscatus*), que presentó un total de 336 registros, correspondiendo a cerca del 16% del total de registros obtenidos a lo largo de las campañas de prospección. En secuencia se encuentra el tordo renegrino (*Molothrus bonariensis)* con 144 registros (7%), seguido de la paloma turca (*Patagioenas picazuro*) con 120 registros (6%) y el chiripepé cabeza verde (*Pyrrhura frontalis*) con 93 registros obtenidos (4%) (**Figura 5.3.2.4.1.h**).

Cabe destacar que, además de las especies mostradas en el gráfico, otras 106 especies presentaron valores inferiores a 16 registros, lo que corresponde al 77% de la riqueza total registrada (**Tabla 5.3.2.4.1.c**). También cabe destacar que, de las 106 especies con menos de 16 registros, 24 sólo tenían un único registro, como es el caso del piojito trinador (*Serpophaga griseicapilla*) el suiriri vientre blanco (*Suiriri suiriri*), el batará rayado (*Thamnophilus doliatus*), el hocó coloreado *(Tigrisoma lineatum*), el surucuá aurora (*Trogon curucui),* la monjita blanca (*Xolmis irupero*) el curutié colorado (*Certhiaxis cinnamomeus*), el picaflor verde *(Chlorostilbon lucidus*), el halconcito colorado *(Falco sparverius*), el picaflor de barbijo (*Heliomaster furcifer),* el añapero castaño (*Lurocalis semitorquatus*) el ñei ñei (*Megarynchus pitangua*), el anambé verde *(Pachyramphus viridis*), el churrinche (*Pyrocephalus rubinus*), el caracolero (*Rostrhamus sociabilis*), entre otras especies (**Tabla 5).3.2.4.1.c**).

Aunque algunas especies mostraron una gran abundancia, en general los resultados fueron similares, con una sutil variación en el número de individuos por especie, aunque predominaron las especies con pocos registros en relación con las especies más abundantes, lo que indica la homogeneidad de la abundancia.

ATOME PLC

Figura 5.3.2.4.1.h
Distribución del número de registros entre las Especies



Estado de conservación

Para verificar el estado de conservación de las especies registradas, se consultaron listados de especies amenazadas de extinción a nivel nacional e internacional. Para los criterios nacionales, según las resoluciones del MADES (Resolución N° 254/19), que enumera las especies de aves autóctonas amenazadas y en peligro de extinción, ninguna de las especies registradas en el campo presenta grado de amenaza (**Tabla 5.3.2.4.1.c**).

Para la UICN (2022), solamente el loro manchado menor (*Amazona aestiva*) está clasificada como "Casi Amenazada - NT" de extinción (**Tabla 5.3.2.4.1.c**).

Esta especie se encuentra en el interior de América del Sur, desde el noreste de Brasil, este de Bolivia, Paraguay, hasta el norte de Argentina, donde habita en bosques húmedos y secos, con presencia de palmares y a lo largo de las orillas de los ríos. Las justificaciones para el grado de amenaza de esta especie son variadas, pero se basan principalmente en la disminución de su población que ha sufrido en los últimos años debido a la deforestación de los bosques nativos, además de la susceptibilidad de la especie a la caza, especialmente para la cría en jaulas, como animal doméstico (UICN, 2019). Según Sick (1997), esta especie es la más buscada, entre los psitaciformes, para servir como xerimbabo (especie capturada y/o comercializada como mascota), con la reputación de ser la mejor "habladora". Un total de 14 registros de esta especie fueron realizados en el área del emprendimiento, y en muchos de estos casos, los individuos fueron avistados sobrevolando el lugar, pero no fueron registrados forrajeando en el área de estudio (**Tabla 5.3.2.4.1.c**).
Según la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2023), organización que regula el comercio internacional de especies.

ATOME

Entre las especies registradas, sólo el yabirú (*Jabiru* mycteria) está inserto en el Apéndice I, que incluyó especies "*amenazadas de extinción y que son o pueden ser afectadas por el comercio, de modo que su comercialización sólo puede ser autorizada por la Autoridad Administrativa mediante el otorgamiento de una Licencia o Certificado*" (**Tabla 5.3.2.4.1.c**).

Por otro lado, 22 especies registradas están insertas en el Apéndice II de esta misma lista, que incluye especies que "*no están amenazadas de extinción, pero cuyo comercio y transporte deben ser regulados para evitar usos incompatibles con su supervivencia, además de especies consideradas similares a especies amenazadas debido a su uso comercial*" (CITES, 2023) (**Tabla 5.3.2.4.1.c**). Entre estas especies se encuentran: la catita viuda (*Forpus xanthopterygius*), el picaflor barbijo (*Heliomaster furcifer*), el picaflor bronceado (*Hylocharis chrysura*), la lechucita común (*Megascops choliba)*, el halcón montés (*Micrastur semitorquatus*), el chimachima (*Milvago chimachima*), la cotorrita (*Myiopsitta monachus*), la cardenilla (*Paroaria capitata*), el cardenal (*Paroaria coronata), el* loro choclero (*Pionus maximiliani*) (**Tabla 5.3.2.4.1.c**).

Por último, teniendo en cuenta la Convención sobre las Especies Migratorias (CMS, 2022), que clasifica las especies en: Apéndice I: Especies migratorias en peligro (especies migratorias en peligro de extinción); Apéndice II: Especies migratorias en un estado de conservación desfavorable y que necesitan ser objeto de acuerdos internacionales. Sólo se registraron dos especies incluidas en la categoría CMS II, que son el pitotoy solitario (*Tringa solitaria*) y el caracolero (*Rostrhamus sociabilis*) (**Tabla 5.3.2.4.1.c**).

El pitotoy solitario (*Tringa solitaria*), es una especie de pequeño tamaño perteneciente a la familia Scolopacidae. Los individuos de esta especie realizan migraciones anuales de larga distancia, desplazándose entre las regiones de cría en el hemisferio norte y las zonas de invernada en el hemisferio sur. Entre las rutas migratorias utilizadas por esta especie se encuentran las que pasan por la región Ártica y Subártica hasta América del Sur, y pueden incluir vuelos sobre el Océano Atlántico, incluyendo el paso por varios sitios a lo largo del camino, como regiones costeras y estuarios en América del Sur, incluyendo países como Paraguay, Brasil, Argentina, Uruguay y Chile (HAYES *et al*., 1990; LESTERHUIS & CARTES, 2008; CEMAVE, 2019). Para esta especie sólo se obtuvieron cinco registros en el área de estudio, y en todas estas ocasiones sólo se avistó un individuo (**Tabla 5.3.2.4.1.c**).

El caracolero (*Rostrhamus sociabilis*), por otro lado, es una especie de rapaz de tamaño mediano, perteneciente a la familia Accipitridae, habiendo sido registrada sólo en dos ocasiones a lo largo de los estudios de campo, un registro en cada campaña (**Tabla 5.3.2.4.1.c**). Esta especie se encuentra ampliamente distribuida en América Central y del Sur, incluyendo Paraguay. Si bien no realiza migraciones de larga escala, tiene comportamientos migratorios estacionales y regionales, los cuales son realizados en respuesta a cambios estacionales y disponibilidad de recursos alimenticios (CEMAVE, 2019; JAHN *et al*., 2021).

Migración

En sentido amplio, el término migración se utiliza con mayor frecuencia para designar los movimientos direccionales masivos de muchos individuos de una especie determinada de una localidad a otra (BEGON *et al*., 1990). En sentido estricto, la migración se caracteriza por el desplazamiento realizado anualmente y que se repite, de forma estacional, por una determinada población animal que se desplaza de su zona de cría a zonas de alimentación y

ATOME PLC

descanso en una determinada época del año, regresando a su zona de cría original (ALERSTAM & HENDENSTRÖM 1998).

Este ciclo, que se repite, está causado por el suministro estacional de alimentos (SICK, 1983). En latitudes más alejadas del ecuador, o regiones más frías, la intensidad luminosa diaria ha sido indicada como un factor que estimula los órganos reproductores, con consecuente aumento de la acumulación de grasa, que sirve de reserva para desplazamientos de larga distancia (ROWAN, 1930). En las regiones tropicales, donde hay poca variación en el fotoperíodo, en comparación con las regiones templadas, otros factores, como las precipitaciones y, consecuentemente, la floración y la fructificación, pueden servir de estímulo para las migraciones (SICK, 1983).

SICK (1983) hizo una síntesis sobre el conocimiento de las aves migratorias en América del Sur. En síntesis, este autor divide los movimientos que ocurren en este continente de la siguiente manera: migraciones neárticas (aves provenientes del hemisferio norte); migraciones australes (aves que se desplazan hacia el norte desde el hemisferio sur, existiendo dentro del continente varias migraciones de la parte sur hacia el norte); desplazamientos en respuesta a la estacionalidad de los recursos hídricos y tróficos (como floración y fructificación), que incluyen movimientos regionales, locales o parciales.

Así, de acuerdo con las clasificaciones de Castillo & Clay (2005), en las dos campañas de levantamiento se registraron 12 especies que presentan algún tipo de comportamiento migratorio.

El pitotoy solitario (*Tringa solitaria*) está clasificado como "Migrador Neártico - N", que migra desde Norteamérica fuera de la época de reproducción (**Tabla 5.3.2.4.1.c**).

El añapero pardo (*Lurocalis semitorquatus*), la golondrina parda *(Progne tapera),* el anambé negro *(Pachyramphus polychopterus*), el fiofío grande *(Elaenia spectabilis)*, el burlisto pico canela *(Myiarchus swainsoni*), el pitogüé rayado (*Myiodynastes maculatus*) y el suiriri real *(Tyrannus melancholicus*) se clasifican como "Migrante Austral del Norte - NA", que anidan y migran hacia el norte. La primera especie, *L. semitorquatus,* se clasifica como "Residente - R", pero con el estatus "Desconocido - ?" (**Tabla 5.3.2.4.1.c**).

El caracolero (*Rostrhamus sociabilis*), la paloma turca (*Patagioenas picazuro*) y el churrinche (*Pyrocephalus rubinus)*, en cambio, están clasificados como "Migrante Meridional Nidificante - AS". Y el piojito trinador (*Serpophaga griseicapilla)* está clasificado como "Visitante invernante, no nidificante - AV" (**Tabla 5.3.2.4.1.c**).

Endemismo

Las especies endémicas son aquellas que están confinadas a una ecorregión, ecosistema o bioma concreto y desarrollan allí todo su ciclo vital, dependiendo de los recursos que allí obtienen, de modo que, en el caso extremo, si este entorno desaparece, la especie también desaparecerá. En ornitología también se consideran especies casi endémicas o restringidas aquellas que, aunque tienen la mayor parte de su población en un ecosistema concreto, también se dan marginalmente fuera de él. Así, los patrones de distribución geográfica de las especies endémicas se han utilizado para identificar zonas prioritarias de conservación en todo

ATOME PLC

el mundo (KERR, 1997; STATTERSFIELD *et al*., 1998).

Así, considerando las clasificaciones de Del Castillo & Clay (2004, 2005), que proporciona una lista de especies asociadas a los hábitats presentes en el país, dos especies registradas en las campañas de relevamiento de aves son clasificadas como endémicas del Chaco, siendo: el carpintero lomo blanco (*Campephilus leucopogon)* y el trepador gigante (*Xiphocolaptes major*). Además de estos, el chiripepé cabeza verde *(Pyrrhura frontalis*) está clasificado como endémico de los dominios del bioma Mata Atlántica (**Tabla 5.3.2.4.1.c**). Sin embargo, en todos los casos, a pesar de las clasificaciones de endemicidad, estas especies tienen amplia distribución, con ocurrencia en otros tipos de hábitats, inclusive en países vecinos como Argentina, Bolivia y Brasil (UICN, 2023). Por lo tanto, no son estrictamente endémicas de Paraguay, y en consecuencia no representan una preocupación para la conservación.

Especies de importante valor económico o alimentario para las poblaciones locales

Los estudios de campo indicaron la presencia de algunas especies de aves que pueden considerarse cazables, es decir, que sufren una presión de caza ilegal, que puede ser para alimentación y/o comercialización como aves de compañía, que son atrapadas en jaulas. Estas especies varían según la región y la legislación local, pero son ejemplos comunes: perdices, codornices, patos, pavas de monte y palomas (FERREIRA-FERNANDES, 2014). La caza y la fragmentación forestal representan los dos principales factores que ponen en riesgo a las comunidades de avifauna, reduciendo sus poblaciones e induciendo a las especies al riesgo de extinción, especialmente aquellas con bajas densidades poblacionales. Tanto la caza para alimentación como el comercio ilegal de especies de aves canoras enjauladas son actividades que se transmiten de generación en generación y que a lo largo de los años son responsables de la disminución de las poblaciones de algunas especies y de la casi extinción de otras (FERREIRA-FERNANDES, 2014).

En este estudio se registraron especies cinegéticas que sufren presión de caza principalmente para alimentación, como el patillo (*Amazonetta brasiliensis)*, el bragado (*Cairina moschata*), el pato silbón ala blanca (*Dendrocygna autumnalis*), el pato silbón cara blanca (*Dendrocygna viduata*), el chajá (*Chauna torquata*), la tortolita picuí (*Columbina picui*), la palomita escamada *(Columbina squammata*), la tortolita coloreada *(Columbina talpacoti*), el yerutí común (*Leptotila verreauxi)*, la paloma turca *(Patagioenas picazuro),* la torcaza (*Zenaida auriculata)* y el tataupá común (*Crypturellus tataupa*) (**Tabla 5.3.2.4.1.c**).

Entre las especies registradas que se destinan principalmente al comercio ilegal con fines ornamentales y/o como mascotas se encuentran: el tordo músico (*Agelaioides badius*), el varillero negro *(Agelasticus cyanopus*), el boyero ala amarilla (*Cacicus chrysopterus*), el boyero negro *(Cacicus solitarius*), el varillero del congo (*Chrysomus ruficapillus*), la cardenilla (*Paroaria capitata*), el cardenal (*Paroaria coronata*), el pepitero gris *(Saltator coerulescens*), el canario paraguayo (*Sicalis flaveola*), el zorzal mandioca *(Turdus amaurochalinus)*, el zorzal alas canelas *(Turdus leucomelas*) el zorzal colorado (*Turdus rufiventris*), el loro hablador (*Amazona aestiva*), el ñanday (*Aratinga nenday*), la catita chiriri (*Brotogeris chiriri*), la catitra viuda (*Forpus xanthopterygius*) la cotorrita (*Myiopsitta monachus*), el loro choclero (*Pionus maximiliani*), la maracaná cabeza azulada (Psittacara *acuticaudatus*), la maracaná ala roja (*Psittacara leucophthalmus),* y otras especies **(Tabla 5.).3.2.4.1.c**).

ATOME PLC

Todas estas especies, tanto las cazadas para alimentación como las destinadas al comercio de aves de jaula, merecen atención, ya que son importantes bioindicadores del grado de preservación del medio ambiente, teniendo en cuenta que son las primeras en desaparecer debido a la presión furtiva (BEZERRA *et al*., 2011; BEZERRA *et al*., 2012; ALVES *et al*., 2012; BARBOSA *et al*., 2014; FERREIRA-FERNANDES, 2014).

Áreas Importantes para las Aves (IBA) y Áreas de Aves Endémicas (EBA)

Las IBA se seleccionan utilizando criterios ornitológicos cuantitativos, basados en el conocimiento de los tamaños y tendencias de las poblaciones de aves, estos criterios deben garantizar que las áreas seleccionadas tengan una importancia real para la conservación internacional de las poblaciones de aves (BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2023a).

Por otra parte, las EBA (Zonas de Aves Endémicas / *Endemic Birds Area*) se clasifican como zonas de aves endémicas y se definen como zonas que abarcan bandas superpuestas de especies de presencia restringida, de tal forma que estas bandas de presencia quedan totalmente incluidas dentro de los límites de las EBA. Las especies de área restringida se definen como todas las aves terrestres que tienen un área de reproducción global estimada inferior a 50.000 km². Las especies con áreas de distribución históricas estimadas por encima de este límite, pero que se han reducido a menos de 50.000 km² debido a la pérdida de hábitat u otras presiones antropogénicas, no se incluyen en las EBAs, ya que estas áreas deberían representar zonas naturales de endemismo para las aves (BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2023a).

En este caso, el polígono previsto para la construcción del proyecto no se encuentra dentro de los límites de IBAs y EBAs. Sin embargo, cabe mencionar la proximidad a una IBA denominada Valle Fluvial del Río Paraguay (AR070), situada en el país vecino de Argentina. Esta IBA tiene una superficie aproximada de 250.000 ha, ubicándose en el extremo oriental de la provincia del Chaco, ocupando una franja de hasta 40 km de ancho desde la costa del eje Paraguay-Paraná hasta la localidad de Paralelo 28, en el límite con la provincia de Santa Fe. Toda el área ocupada por esta IBA está sujeta a un régimen de inundaciones con picos de crecida (BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2023b).

El área ha sido poco explorada, pero existe información sobre especies globalmente amenazadas y también de registros sin confirmación actual para algunas especies praderas amenazadas, como el yetapá de collar *(Alectrurus risora*), el tachurí de cola *(Culicivora caudacuta*) y el zarapito enmascarado *(Coryphaspiza melanotis*). Las especies de importancia para esta IBA son: el ñandú (*Rhea americana*), el flamenco (*Phoenicopterus chilensis)*, el atajacaminos ala negra *(Eleothreptus anomalus*), el águila coronada *(Buteogallus coronatus*), el espartillero enano (*Spartonoica maluroides*), el tachurí canela (*Polystictus pectoralis*), el yetapá de collar *(Alectrurus risora*), el capuchino garganta café *(Sporophila ruficollis)* y el capuchino castaño (*Sporophila hypochroma*) (BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2023b). Sin embargo, ninguna de estas especies fue registrada en las campañas de prospección de aves en la región de estudio, apareciendo solamente el yetapá de collar *(Alectrurus risora*) en la lista de especies de probable ocurrencia basada en datos secundarios (**Tabla 5.3.2.4.1.c**).

ATOME PLC

Especies invasoras exóticas, introducidas, invasoras o autóctonas

Las especies exóticas son especies animales no autóctonas o no nativas de una zona o país, que han sido introducidas por la mano del hombre y se han aclimatado, pudiendo sobrevivir y reproducirse en la naturaleza, formando poblaciones silvestres. Esta definición no incluye las especies domésticas ni los animales de compañía escapados que no pueden sobrevivir por sí solos.

Sobre la base de la información anterior, ninguna de las especies registradas en este estudio se clasifica como introducida. Sin embargo, cabe mencionar que la paloma doméstica (*Columba livia*) y la cobartita (*Passer domesticus)*, especies presentes sólo en la lista de datos secundarios, es decir, que no han sido registradas en el área del proyecto, pero cuya presencia se espera para la región de estudio, se clasifican como introducidas (**Tabla 5.3.2.4.1.c**).

La paloma doméstica (*Columba livia*) es un ave originaria de los países mediterráneos, habiendo sido domesticada hace unos 5 mil años e introducida en América del Norte, Central y del Sur y en toda Europa, estando actualmente presente en zonas urbanizadas de todo el mundo, conviviendo con la población humana. Esto puede acarrear problemas de salud pública, ya que las palomas pueden ser un reservorio de microorganismos patógenos para el ser humano, entre ellos *la Salmonella* spp. agente responsable de infecciones alimentarias. Aunque no hay muchos informes de infecciones alimentarias en humanos causadas por palomas, hay varios registros que indican la presencia de *Salmonella spp*. en las heces de estas aves, y no se puede descartar la posibilidad de transmisión del patógeno a humanos y otros animales (ROCHA-E-SILVA *et al*., 2014).

La corbatita (*Passer domesticus*), por su parte, es una especie originaria de Oriente Medio, y es una especie sinantrópica que amplió su distribución ocupando partes de Eurasia y el norte de África junto con la expansión de la agricultura. A través de la dispersión natural y en barcos, la especie se ha dado en la mayor parte del mundo desde mediados del siglo XIX, y actualmente sigue ampliando su distribución en algunas partes, siendo actualmente el ave con la distribución más amplia del planeta. En Sudamérica, se introdujo por primera vez cerca de Buenos Aires en 1870, y se extendió rápidamente por todo el continente. Los gorriones están fuertemente asociados a los cultivos y a las viviendas humanas, y están bien adaptados a la vida en ambientes antrópicos, incluso criando en interiores, aunque también pueden prosperar en ambientes naturales (SUMMER-SMITH, 1988; ANDERSON, 2006).

Las especies invasoras son especies exóticas de reproducción incontrolada que pueden invadir los hábitats nativos y competir con las especies autóctonas. En este caso, destacamos la presencia de la garcita bueyera (*Bubulcus ibis*), un ave de tamaño mediano y origen africano, considerada una exótica invasora en el continente americano, con registros históricos de su establecimiento en América del Sur alrededor de la década de 1930 (CROSBY, 1972). Actualmente, la especie ocupa prácticamente toda el África Subsahariana y América del Sur, y también está presente en áreas de América Central y del Norte (DEVAULT *et al*., 2003; DELLA BELLA & AZEVEDO-JÚNIOR, 2004).

Las especies autóctonas invasoras son aquellas que presentan oscilaciones poblacionales con reproducción explosiva en determinadas condiciones que hacen que su número aumente exponencialmente y puedan poner en peligro a otras especies autóctonas provocando un

ATOME PLC

desequilibrio ambiental. En este caso, se observaron grupos de decenas de tordos renegrinos (*Molothrhus bonariensis*) sobrevolando la zona de estudio y alimentándose de grano caído desde camiones, principalmente arroz, en la carretera asfaltada (**Tabla 5.3.2.4.1.c**). El aumento explosivo de estas aves puede afectar a las poblaciones de otras aves autóctonas, ya que son parásitos de los nidos (SICK, 1997).

Aves acuáticas

Las aves acuáticas son aquellas que desarrollan gran parte o la totalidad de su ciclo vital asociadas al agua. Según la Convención de Ramsar, las aves acuáticas son aquellas que dependen ecológicamente de los humedales y, más concretamente, las pertenecientes a las familias Gaviidae, Podicipedidae, Pelecanidae, Phalacrocoracidae, Anhingidae, Ardeidae, Ciconiidae, Threskiornithidae, Phoenicopteridae, Anhimidae, Anatidae, Aramidae, Rallidae, Heliornithidae, Jacanidae, Rostratulidae, Recurvirostridae, Charadriidae, Scolopacidae, Laridae, Sternidae y Rynchopidae (por mencionar sólo las familias que se presentan en Paraguay y en orden cronológico). Existen 123 especies de aves acuáticas presentes en el país según Lesterhuis *et al*. 2018. Los censos de aves acuáticas se realizan tanto en el país como a nivel mundial dos veces al año y son reportados a Wetlands Intl. que mantiene las estadísticas mundiales.

De acuerdo con los datos obtenidos en el campo, se registraron 30 especies de aves asociadas a ambientes acuáticos que corresponden al hábitat de sabanas inundadas, además de la asociación con arrozales. Para el tipo de ambiente presente en el área de influencia directa del proyecto, las aves acuáticas representan un grupo significativo en la composición de este ecosistema, precisamente por incluir especies migratorias, amenazadas y otras de interés cinegético (ELPHICK & ORING, 1998).

Además, la presencia de zonas de agricultura cíclica, en este caso cultivos de arroz de regadío, puede ejercer una fuerte influencia en la dinámica de las aves de la región. El agroecosistema del arroz se comporta como un humedal temporal, alternando periodos de inundación en verano y sequía en invierno. Este tipo de ambiente proporciona hábitats de alimentación, refugio y cría para grandes poblaciones de aves, especialmente aquellas que habitan en zonas húmedas, como pantanos, lagos, marismas y humedales (FASOLA & RUIZ 1996; MUGICA *et al*., 2006).

Entre las especies registradas que se asocian a medios acuáticos podemos citar: el patillo (*Amazonetta brasiliensis*), el bragado (*Cairina moschata*), el pato silbón ala blanca (*Dendrocygna autumnalis)*, el pato silbón cara blanca *(Dendrocygna viduata*), el chajá (*Chauna torquata*), el chorlito de collar (*Charadrius collaris*), el tero tero (*Vanellus chilensis*), la jacana (*Jacana jacana*), el atí (*Phaetusa simplex*), el rayador (*Rynchops niger)*, el gaviotín chico *(Sternula superciliaris*), el tero real (*Himantopus himantopus*) el playerito maculado (*Actitis macularius*), la becasina chica (*Gallinago paraguaiae*), el pitotoy solitario (*Tringa solitaria*), la cigüeña americana (*Ciconia maguari*), el yabirú (*Jabiru mycteria*), el tuyuyú (*Mycteria americana*), el carau (*Aramus guarauna*), el chiricoe (*Aramides cajaneus*), la gallineta de agua *(Aramides ypecaha*), el burrito grande (*Porzana albicollis*), y otras especies (**Tabla 5.3.2.4.1.c**).

ATOME PLC

Aves de los pastos

En el cono sur de Sudamérica existe una iniciativa de conservación de aves de pastizal de BirdLife International en la que se clasifican las especies de pastizal según su dependencia, facultativas y obligadas, siguiendo la publicación de (VICKERY *et al*., 1999), y según la preferencia de altura del pasto (bajo, alto, ancho, según AZPIROZ *et al*., 2012) en Aldabe *et al*. 2020. Las especies facultativas son aquellas que utilizan el pasto sólo temporalmente y las obligadas todo el tiempo.

Entre las especies registradas en el campo, sólo dos están clasificadas como "Obligadas - O", siendo: el tero tero (*Vanellus chilensis)* y el halcón plomizo (*Falco femoralis*) (**Tabla 5.3.2.4.1.c**). Mientras que 27 especies están clasificadas como "Facultativas - F", entre ellas están: la saría patas rojas (*Cariama cristata*), el cuervo cabeza roja *(Cathartes aura*), la paloma turca *(Patagioenas picazuro*), la torcaza (*Zenaida auriculata*), la piririta (*Guira guira*), el carancho (*Caracara plancus*), el halconcito colorado (*Falco sparverius*), el hornero (*Furnarius rufus*), el titisiri (*Schoeniophylax phryganophilus*), la golondrina parda *(Progne tapera*), el tordo músico (*Agelaioides badius)*, el chopí (*Gnorimopsar chopi*), el tordo renegrido (*Molothrus bonariensis*), el tordo pico corto *(Molothrus rufoaxillaris*), el bendito sea (*Zonotrichia capensis*), el cardenal *(Paroaria coronata)*, el zorzal mandioca (*Turdus amaurochalinus*), el caballerizo (*Machetornis rixosa*), el pitogüé común (*Pitangus sulphuratus*), el churrinche (*Pyrocephalus rubinus*), el suiriri real *(Tyrannus melancholicus)*, la monjita blanca (*Xolmis irupero),* y otros (**Tabla 5.3.2.4.1.c**).

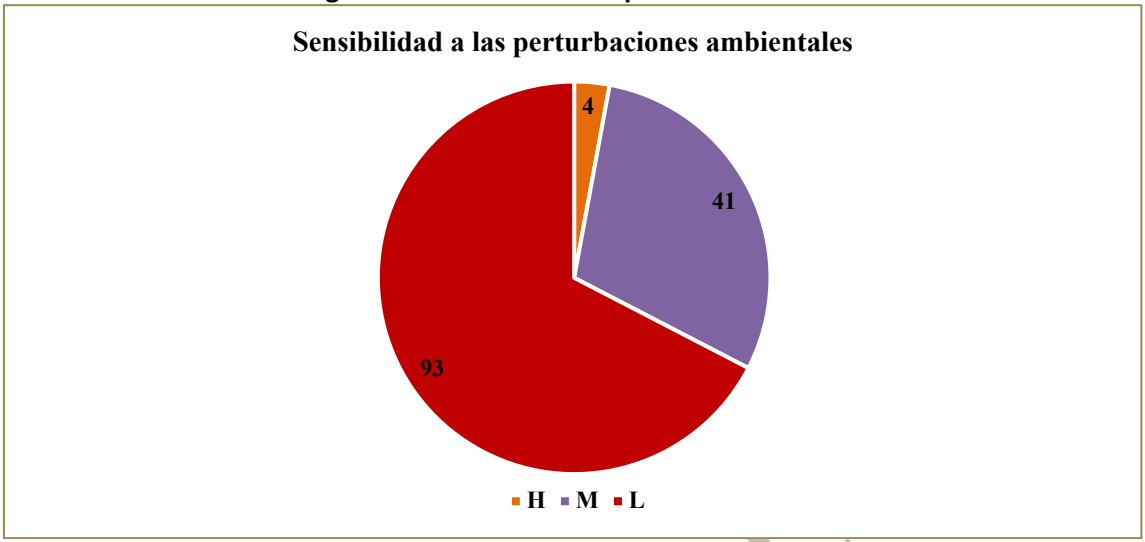
Sensibilidad a las perturbaciones medioambientales

También se analizó la sensibilidad de las especies de aves a las perturbaciones causadas por las actividades humanas, clasificándolas de la siguiente manera: Sensibilidad baja "L" - especies que se encuentran en ecosistemas antropogénicos, independientemente de que estén cerca de ecosistemas naturales; Sensibilidad media "M" - especies que se encuentran en ecosistemas antropogénicos sólo si están cerca de ecosistemas naturales o ecosistemas acuáticos; Sensibilidad alta "H" - especies que se encuentran sólo en paisajes compuestos por ecosistemas intactos o casi inalterados (STOTZ *et a*l., 1996).

Basándonos en la clasificación de Sensibilidad de STOTZ *et al*. (1996), observamos el predominio de especies con sensibilidad baja, con 93 especies registradas, que representan el 67% del conjunto de aves registradas a lo largo de las campañas. Le sigue la categoría de sensibilidad media, con 41 especies registradas, que representan el 30% del total y, por último, las especies con alta sensibilidad a las perturbaciones ambientales, con cuatro especies registradas, que representan el 3% de la comunidad observada (**Figura 5.3.2.4.1.i**).

ATOME PLC

Figura 5.3.2.4.1.i
Clasificación de las aves según su sensibilidad a las perturbaciones ambientales



Las fitofisonomías presentes en la zona de estudio están compuestas, en general, por vegetación herbácea con escasos árboles y arbustos, con presencia de pequeños fragmentos de bosque, predominando las zonas abiertas con gran variedad de gramíneas. Además, en sus alrededores existen grandes extensiones de pastos, así como cultivos cíclicos de arroz. Estas características favorecen a las especies más generalistas y poco sensibles a los cambios ambientales. Este hecho puede explicar el predominio del 67% de las especies con baja sensibilidad (alta capacidad de adaptación) a las perturbaciones ambientales. Las especies de esta categoría, en general, muestran mayor tolerancia a los efectos de la fragmentación, además de presentar mayor plasticidad en el uso de diferentes ambientes (MENCATO & TRECO, 2016; RATON & GOMES, 2015; ROCHA *et al*., 2015; PADOVEZI *et al*., 2014).

Entre las especies con baja sensibilidad podemos citar: el tordo músico (*Agelaioides badius*), el patillo (*Amazonetta brasiliensis*), la garza blanca (*Ardea alba*), la garza mora (*Ardea cocoi*), la garcita bueyera (*Bubulcus ibis)*, la garcita azulada *(Butorides striata),* el boyero ala amarilla (*Cacicus chrysopterus)*, el piojito silbón (*Camptostoma obsoletum*), la ratona grande (*Campylorhynchus turdinus*), el carancho *(Caracara plancus*), el cuervo cabeza roja *(Cathartes aura*), el chajá (*Chauna torquata*), el martín pescador mediano *(Chloroceryle amazona*), el picaflor verde *(Chlorostilbon lucidus)*, el varillero congo (*Chrysomus ruficapillus),* entre otros (**Tabla 5.3.2.4.1.c**).

Para la categoría de sensibilidad media se encuentran especies como: el varillero negro (*Agelasticus cyanopus*), el loro hablador (*Amazona aestiva*), la gallineta de agua (*Aramides ypecaha*), el carau (*Aramus guarauna*), el ñanday (*Aratinga nenday)*, el afrechero de collar (*Arremon flavirostris*), el catita chiriri (*Brotogeris chiriri*), el boyero negro *(Cacicus solitarius*), el bragado (*Cairina moschata*), el carpintero lomo blanco (*Campephilus leucopogon)*, la saría patas rojas (*Cariama cristata*) el suiriri castaño (*Casiornis rufus*), el cuervo cabeza amarilla (*Cathartes burrovianus*), el paujil de corona roja *(Certhiaxis cinnamomeus*), el picaflor de barbijo (*Heliomaster furcifer*), la mosqueta ojo dorado (*Hemitriccus margaritaceiventer*), tero real (*Himantopus himantopus*), chumbera bronceada (*Hylocharis chrysura)*, boyerito (*Icterus pyrrhopterus)* y el yabirú (Jabiru mycteria) (**Tabla 5.3.2.4.1.c**).

ATOME PL

Las especies con alta sensibilidad a las perturbaciones antrópicas son: el chiricoe (*Aramides cajaneus*), el picapalo colorado (*Campylorhamphus trochilirostris*), el atí (*Phaetusa simplex*) y el gaviotín chico (*Sternula superciliaris*) (**Tabla 5.3.2.4.1.c**). Para las dos primeras especies, *A. cajaneus* y *C. trochilirostris, se* obtuvieron cinco y ocho registros, respectivamente. Los individuos fueron observados forrajeando en zonas abiertas e inundadas de la región de estudio. En cuanto a las dos últimas, *P. simplex* y *S. superciliaris,* sólo se registraron uno y cuatro individuos, en todos los casos los individuos fueron vistos forrajeando en un lago y en sobrevuelos bajos en la zona de estudio.

Comparación entre las dos Campañas de Muestreo

Como fue mencionado, se han realizado un total de 2,140 registros en las dos campañas, pertenecientes a 138 especies de aves, que se distribuyen en 22 órdenes y 43 familias (**Tabla 5.3.2.4.1.c**).

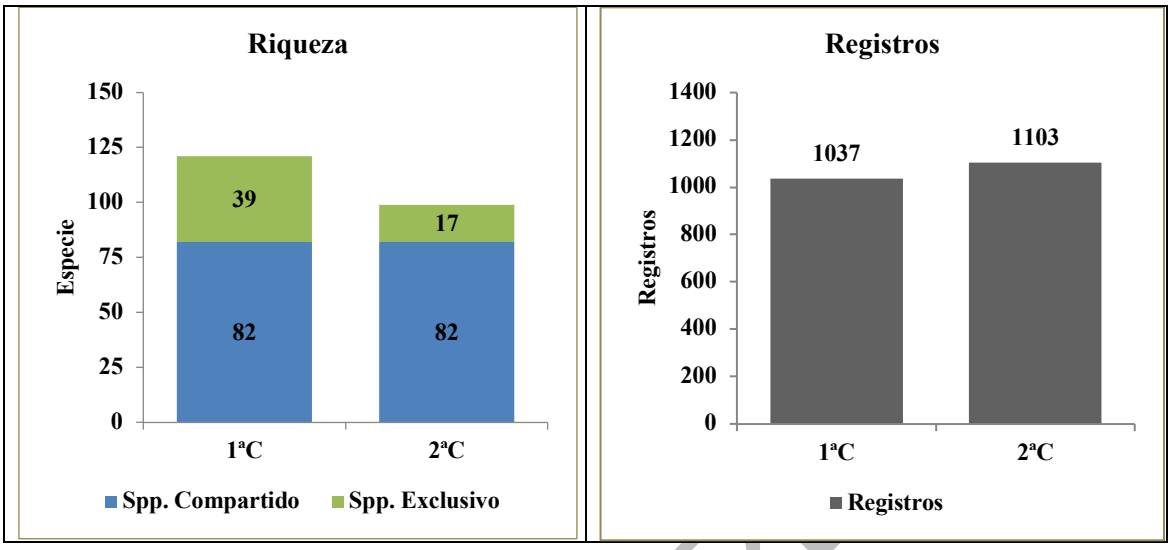
Para la riqueza, el mayor valor de diversidad se obtuvo en la primera campaña de muestreo, con 121 especies, de las cuales 39 fueron exclusivas, es decir, se registraron únicamente en esta primera campaña. Mientras que en la segunda campaña se obtuvo un total de 99 especies, 17 de las cuales eran exclusivas, por lo que la diferencia de riqueza entre las campañas fue de aproximadamente un 18% (**Figura 5.3.2.4.1.j**). Y para los valores de abundancia, a pesar de la ligera diferencia, se observa lo contrario, siendo la segunda campaña con el valor más alto, presentando 1,103 registros, mientras que la primera campaña presentó un total de 1,037 registros, lo que representa una diferencia en valor de sólo el 6% entre las campañas de muestreo (**Figura 5.3.2.4.1.j**).

Entre las especies exclusivas de la primera campaña se encuentran: el atí (*Phaetusa simplex*), el piojito trinador (*Serpophaga griseicapilla*), el suiriri vientre blanco (*Suiriri suiriri),* el batará rayado (*Thamnophilus doliatus*), el surucuá aurora (*Trogon curucui*), la monjita blanca (*Xolmis irupero), el* curutié colorado (*Certhiaxis cinnamomeus*), el ñei ñei (*Megarynchus pitangua*), el anambé verdoso (*Pachyramphus viridis*), el guirí (*Sittasomus griseicapillus*), la garza mora *(Ardea cocoi*), el carpintero campestre *(Colaptes campestris*), pitogüé rayado (*Myiodynastes maculatus*), la tortolita picuí (*Columbina picui)*, el halcón plomizo (*Falco femoralis*) y otras especies (**Tabla 5.3.2.4.1.c**).

Para la segunda campaña, las exclusivas fueron: el halcón montés (*Micrastur semitorquatus*), el carpintero dorado (*Piculus chrysochloros)*, el hocó colorado (*Tigrisoma lineatum*), el halconcito colorado (*Falco sparverius*), el churrinche (*Pyrocephalus rubinus),* el carpintero batataz (*Veniliornis mixtus*), la catita viuda (*Forpus xanthopterygius)*, el gaviotín chico (*Sternula superciliaris*), el chochi (*Tapera naevia*), el chiricoe (*Aramides cajaneus*), el cuervo cabeza roja (*Cathartes aura*), el tero real *(Himantopus himantopus*), el frutero negro *(Tachyphonus rufus)*, el carpintero blanco (*Melanerpes candidus*), la espátula rosada (*Platalea ajaja*), el cuervillo de cañada (*Plegadis chihi*) y la garcita blanca (*Egretta thula*) (**Tabla 5.3.2.4.1.c**).

ATOME PLC

Figura 5.3.2.4.1.j
Distribución de la riqueza, exclusividad y registros de las aves entre las campañas de muestreo



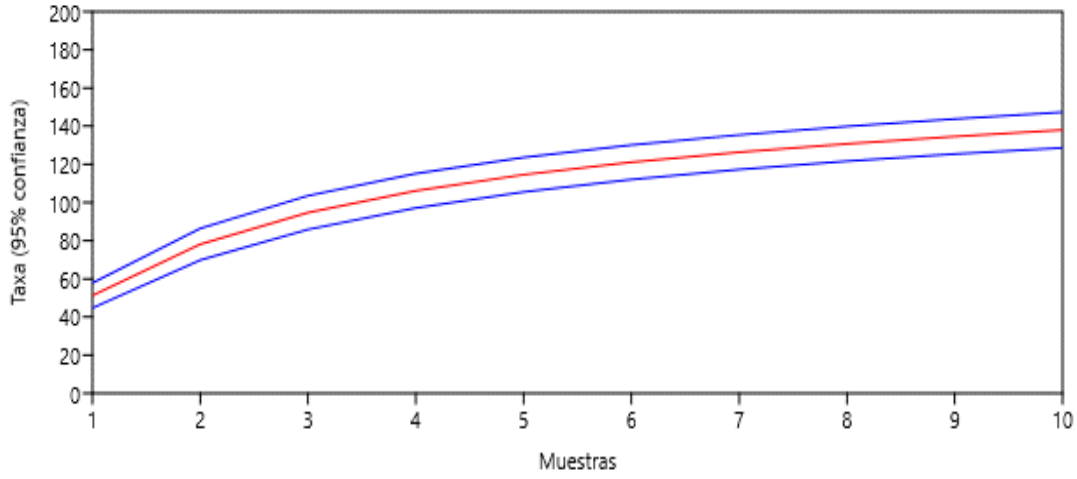
Suficiencia de la muestra

Cuando se compara con la estructura de la comunidad, el número de especies por número de individuos muestreados es una medida muy útil. Sin embargo, las comparaciones entre comunidades suelen basarse en tamaños de muestra diferentes, lo que, a su vez, dificulta las conclusiones. Una solución propuesta a este problema es la adopción de la técnica de la curva de rarefacción, que consiste en calcular el número esperado de especies en cada muestra para un tamaño de muestra estándar. Por lo tanto, con la intención de comprobar la eficacia de los esfuerzos realizados durante las campañas de prospección de la avifauna, se trazó una curva de rarefacción por unidad de muestreo para el total observado (**Figura 5.3.2.4.1.k**).

La curva de rarefacción de especies generada, aun considerando las dos campañas de muestreo (10 días), muestra una tendencia ascendente, pero con una leve tendencia a la estabilización, lo que indica que, aunque se haya obtenido gran parte de la riqueza esperada, todavía se esperan más especies para la riqueza total del área de estudio. Estos resultados ya eran esperados, teniendo en cuenta que estudios con pequeños esfuerzos de muestreo no son suficientes para alcanzar la estabilidad de las curvas, lo que sólo debería ocurrir a largo plazo, especialmente cuando se consideran especies endémicas y/o en peligro de extinción, que son naturalmente raras y tienen baja densidad poblacional, exigiendo mucho más tiempo para ser registradas en el campo (COSTA-BRAGA *et al.*, 2014; STRAUBE *et al.*, 2010; VASCONCELOS, 2006). Tal resultado es corroborado por los estimadores de riqueza (Chao2 y Jacknife 1), que estimaron más especies para la región de la empresa de especies (ver a continuación).

ATOME P

Figura 5.3.2.4.1.k
Curva de rarefacción por muestra para el total



Estimadores de Riqueza, Diversidad y Equitatividad

La comparación de la riqueza observada con los estimadores de riqueza puede utilizarse como otro análisis de la suficiencia de la muestra. En estudios de corta duración es posible considerar las riquezas equivalentes al 90% o más de la estimada como indicadores de un muestreo representativo (por ejemplo, HERZOG *et al*., 2002; CAVARZERE *et al*., 2012 para las listas de Mackinnon). Estos valores se indican para el presente estudio, sirviendo como sugerencia del mínimo esfuerzo adicional necesario para lograr un muestreo representativo para la región de estudio. La **Tabla 5.3.2.4.1.d** muestra la riqueza, el número de registros, los estimadores de riqueza basados en la incidencia (Chao2 y Jackknife 1), así como los índices de diversidad alfa (alfa de Fisher y exponencial de Shannon) y la equitatividad.

Los estimadores de riqueza generados (Chao 2 y Jacknife 1) corroboran los resultados mostrados por las curvas de rarefacción de especies (**Figura 5.3.2.4.1.k**), con estimaciones superiores a las observadas. Para el estimador Chao 2 se estimaron 163,24 especies y para Jacknife 1 la estimación fue de 168,6 especies, lo que indica que la suficiencia del muestreo fue del 84,54 y 81,85%, cuando se compara con el número total de especies registradas (N=138), respectivamente. Así, estos valores indican que aún se esperan 15,46 (Chao 2) y 18,15 (Jacknife 1) especies para el área de estudio (**Tabla 5.3.2.4.1.d**).

El índice de diversidad de Shannon (también llamado índice de Shannon-Wiener (H')) es uno de los varios índices utilizados para medir la diversidad en datos categóricos. Se trata simplemente de la información entrópica de la distribución. Este índice mide el grado de incertidumbre a la hora de predecir a qué especie pertenecerá un individuo elegido al azar en una muestra de S especies y N individuos. Además, permite comparar los valores del índice directamente con la riqueza observada, y cuanto mayor sea el valor del índice mayor será la diversidad del área considerada (HILL, 1973; KEYLOCK, 2005; LUDWIG & REYNOLDS, 1988; TUOMISTO, 2010). Para este índice el valor fue de 3,93 (**Tabla 5.3.2.4.1.d**), que puede considerarse alto, ya que los valores asumidos por el índice de Shannon-Wiener están entre 1,5 y 3,5 y sólo raramente superan 4,5 (MAGURRAN, 1988).

Otro índice utilizado es el Alpha de Fisher, que presenta algunas ventajas sobre otros índices

ATOME PL

de diversidad porque está poco influenciado por el tamaño de la muestra o por la abundancia de las especies más comunes (TAYLOR & FORSMAN, 1976). El índice Alpha de Fisher relaciona el número de especies (S) con el número de individuos (N) de una comunidad mediante la siguiente ecuación: $S = \alpha \ln (1 + N/\alpha)$ (FISHER *et al*. 1943). En el presente estudio, el índice fue de 32,94 (**Tabla 5.3.2.4.1.d**).

La equitatividad expresa la forma en que se distribuye el número de individuos entre las distintas especies, es decir, indica si las distintas especies tienen una abundancia (número de individuos) similar o divergente. Es proporcional a la diversidad, es decir, la relación entre la diversidad real y la diversidad máxima existente. Así, la Equitabilidad varía de 0 (cero) a 1 (uno), con valores próximos a uno indicando una distribución uniforme de la abundancia de los registros en el universo de muestreo (riqueza) (BROWER & ZAR, 1984). Para el presente estudio, el índice fue de 0,79, indicando una mayor homogeneidad de abundancia sobre las especies (**Tabla 5.3.2.4.1.d**).

Tabla 5.3.2.4.1.d
Estimadores de riqueza, diversidad y equitatividad para las campañas de observación de aves

Índices	Total
Riqueza observada (S)	138
Número de registros (N)	2140
Riqueza estimada (Chao 2)	163,24
Riqueza estimada (Jacknife 1)	168,6
Diversidad (Shannon, eH)	3,93
Diversidad (alfa de Fisher)	32,94
Equitabilidad_J	0,79

Observaciones finales

La comparación entre los resultados de las campañas de prospección sobre el terreno y los datos secundarios indica que se registró en campo aproximadamente el 73% de la riqueza prevista para la región de estudio, un resultado que puede considerarse significativo, sobre todo si se tiene en cuenta el esfuerzo realizado.

En cuanto a la suficiencia de la muestra, aunque los estimadores indicaban más especies para la región del proyecto, los esfuerzos de campo fueron significativos, con un elevado porcentaje de especies obtenidas en relación con las estimadas. Además, se pudo observar que la curva de rarefacción mostraba una ligera tendencia a la estabilización.

En general, una gran parte de la comunidad de aves utiliza ambientes abiertos, y una gran parte está asociada a ambientes acuáticos, ya sean naturales o antrópicos (agricultura cíclica). En consecuencia, un alto porcentaje de estas especies muestra una baja sensibilidad a las perturbaciones ambientales. Los procesos de antropización ejercen una fuerte influencia sobre la estructura y composición (comunidad) de la avifauna, especialmente cuando se produce en grandes formaciones forestales, pudiendo dar lugar a la reducción de especies con alta sensibilidad a las perturbaciones ambientales. Las especies ecológicamente más exigentes en relación a las condiciones del medio son gradualmente sustituidas por especies más tolerantes, con gran plasticidad y capacidad de adaptación y baja sensibilidad a los cambios ambientales. Cuanto más intensas sean las modificaciones impuestas al medio, más graves

ATOME PLC

serán los cambios en la comunidad de avifauna.

5.3.2.4.2
Herpetofauna

Primera campaña

Durante la primera campaña de levantamiento de la herpetofauna, realizada del 04 al 08 de marzo de 2023, se registraron 19 especies de anfibios y reptiles, pertenecientes a tres familias del orden Anura y tres del orden Squamata (**Tabla 5.3.2.3.2.a** en el **Anexo 10**).

Considerando la riqueza obtenida, la familia más representativa fue Leptodactylidae, dentro del orden Anura, que contiene diez especies, representando aproximadamente el 53% del total. Le siguen las familias Hylidae, con tres especies (15%); Bufonidae y Dipsadidae, con dos especies cada una (11%), y Colubridae y Teiidae, con una especie, representando cada una aproximadamente el 5% del total del ensamblaje registrado (**Tabla 5.3.2.3.2.a**).

Segunda campaña

En cuanto a la segunda campaña, realizada del 20 al 24 de junio de 2023, se obtuvieron 30 registros pertenecientes a 15 especies de anfibios y reptiles, distribuidas en dos órdenes y cinco familias (**Tabla 5.3.2.3.2.a**). El orden Anura está representado por especies distribuidas en cuatro familias, a saber: Bufonidae (2 sp.), Hylidae (3 sp.), Leptodactylidae (6 sp.) y Odontophrynidae (1 sp.). En Squamata, la diversidad está representada por una sola familia, Dipsadidae (3 sp.), como se presenta en (**Tabla 5.3.2.3.2.a**).

En términos de proporción de riqueza familiar, Leptodactylidae es la más representativa, con un 40% de la diversidad observada. A continuación, Dipsadidae e Hylidae cubren el 20% cada una, Bufonidae el 13.3% y Odontophrynidae el 6.67%, siendo ésta la menos representativa (**Tabla 5.3.2.3.2.a).**

Clasificación de la abundancia

Para la herpetofauna sólo existen datos de abundancia para la segunda campaña. La clasificación de la abundancia de la herpetofauna registrada durante la segunda campaña de muestreo se presenta a continuación, para los órdenes Anura y Squamata (**Figura 5.3.2.3.2.a**).

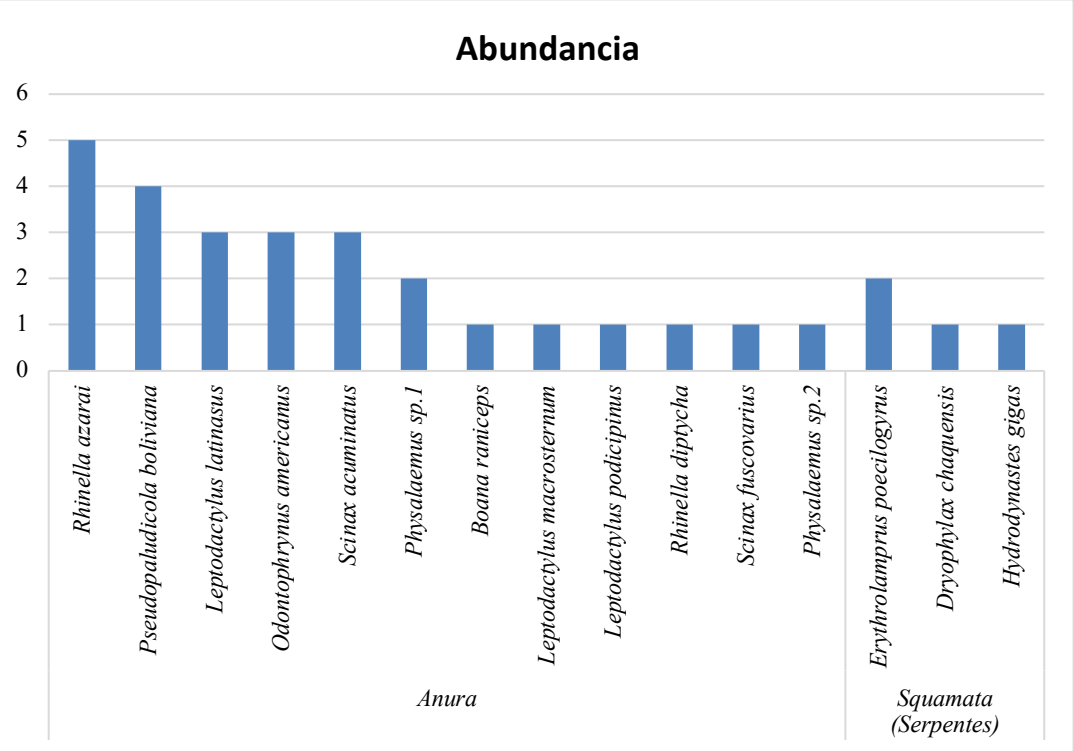
El gráfico muestra que el orden Anura tiene el mayor número de registros en comparación con el orden Squamata. Dentro de este grupo, el sapo kururu (*Rhinella azarai*) destacó en relación a los demás, con un total de cinco ejemplares registrados, lo que representa el 16.67% del total muestreado. Le siguió la rana boliviana *Pseudopaludicola*, con cuatro ejemplares, representando el 13.33%, mientras que las ranas *Leptodactylus latinasus*, *Odontophrynus americano*s y la rana apilada *Scinax acuminatus*, representaron el 10%, con tres individuos cada una (**Figura 5.3.2.3.2.a**). La rana *Physalaemus* sp.1, presenta dos registros (6.67%) y las demás especies están representadas por un solo individuo o el 3.33%, cada una.

En cuanto al orden Squamata, de las tres especies registradas en la familia Dipsadidae, la culebra *Erythrolamprus poecilogyrus* presenta dos registros, representando el 6.67% del total

ATOME PLC

de la muestra, seguida de *Dryophylax chaquensis* e *Hydrodynastes gigas*, cada una con un registro, representando el 3.33% del total (**Figura 5.3.2.3.2.a**).

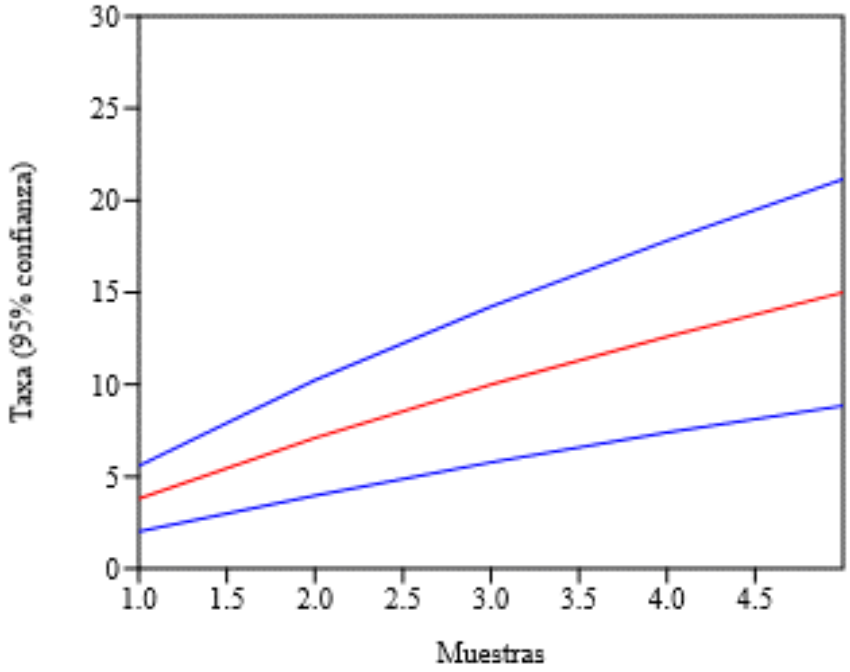
Figura 5.3.2.3.2.a
Clasificación de la abundancia de las especies registradas durante la segunda campaña de levantamiento de la herpetofauna



Suficiencia del muestreo

A partir del esfuerzo de muestreo obtenido durante los cinco días de prospección en el área de influencia del proyecto, el gráfico obtenido a través de la curva de rarefacción de especies generada muestra una tendencia ascendente, sin signos de estabilización, lo que indica que no se alcanzó la riqueza real, esperándose un mayor número de especies para el área muestreada (**Figura 5.3.2.3.2.b**). Este resultado es coherente con estudios de corta duración, especialmente en relación con las particularidades del modo de vida de anfibios y reptiles y la probabilidad de encuentro en la naturaleza.

Figura 5.3.2.3.2.b
Curva de rarefacción por muestra de la segunda campaña de levantamiento de la herpetofauna



Estimadores de riqueza, diversidad y homogeneidad

La comparación de la riqueza observada con los estimadores de riqueza puede utilizarse como un análisis más de la suficiencia del muestreo. En estudios a corto plazo es posible considerar las riquezas equivalentes al 90% o más de la riqueza estimada como indicadores de un muestreo representativo (por ejemplo, HERZOG *et al*., 2002). Estos valores se indican para el presente estudio, sirviendo como sugerencia del mínimo esfuerzo adicional necesario para lograr un muestreo representativo para la región de estudio. La **Tabla 5.3.2.3.2.b** muestra la riqueza, el número de registros, los estimadores de riqueza basados en la incidencia (Chao2 y Jackknife 1), así como los índices de diversidad alfa (alfa de Fisher y exponencial de Shannon) y la uniformidad.

Los estimadores de riqueza generados (Chao 2 y Jacknife 1) corroboran los resultados mostrados por las curvas de rarefacción de especies (**Figura 5.3.2.3.2.b**), con estimaciones superiores a las observadas. Para el estimador Chao 2 se estimaron 32,6 especies y para Jacknife 1 la estimación fue de 24,6 especies, lo que indica que la suficiencia de muestreo fue del 46.01% y 60.97%, cuando se compara con el número total de especies registradas (N=59), respectivamente. Así, estos valores indican que aún se esperan 53,99% (Chao 2) y 39.02% (Jacknife 1) especies para el área de estudio.

El índice de diversidad de Shannon (también llamado índice de Shannon-Wiener (H') es uno de los varios índices utilizados para medir la diversidad en datos categóricos. Este índice mide el grado de incertidumbre a la hora de predecir a qué especie pertenecerá un individuo elegido al

azar en una muestra de S especies y N individuos. Además, permite comparar los valores del índice directamente con la riqueza observada, y cuanto mayor sea el valor del índice, mayor será la diversidad del área considerada (HILL, 1973; KEYLOCK, 2005; LUDWIG & REYNOLDS, 1988). Para este índice el valor fue de 2,52 (**Tabla 5.3.2.3.2.b**), y puede considerarse medio, ya que los valores asumidos por el índice de Shannon-Wiener se sitúan entre 1.5 y 3.5 y sólo raramente superan el valor de 4,5 (MAGURRAN, 1988).

Otro índice utilizado es el Alfa de Fisher, que presenta algunas ventajas sobre otros índices de diversidad, ya que está poco influenciado por el tamaño de la muestra o la abundancia de las especies más comunes (TAYLOR & FORSMAN, 1976). El índice Alfa de Fisher relaciona el número de especies (S) con el número de individuos (N) de una comunidad mediante la siguiente ecuación: $S = \alpha \ln (1 + N/\alpha)$ (FISHER *et al*., 1943). En el presente estudio, el índice fue de 11,94 (**Tabla 5.3.2.3.2.b**).

La equitatividad expresa la forma en que se distribuye el número de individuos entre las distintas especies, es decir, indica si las distintas especies tienen una abundancia (número de individuos) similar o divergente. Es proporcional a la diversidad, es decir, la relación entre la diversidad real y la diversidad máxima existente. Así, la Equitabilidad oscila entre 0 (cero) y 1 (uno), y para valores próximos a uno, indica una distribución uniforme de la abundancia de registros en el universo de muestreo (riqueza) (BROWER & ZAR, 1984). Para el presente estudio, el índice fue de 0.93, indicando una mayor homogeneidad de abundancia sobre las especies (**Tabla 5.3.2.3.2.b**).

Tabla 5.3.2.3.2.b
Estimadores de riqueza, diversidad y homogeneidad para la segunda campaña de prospección de la herpetofauna

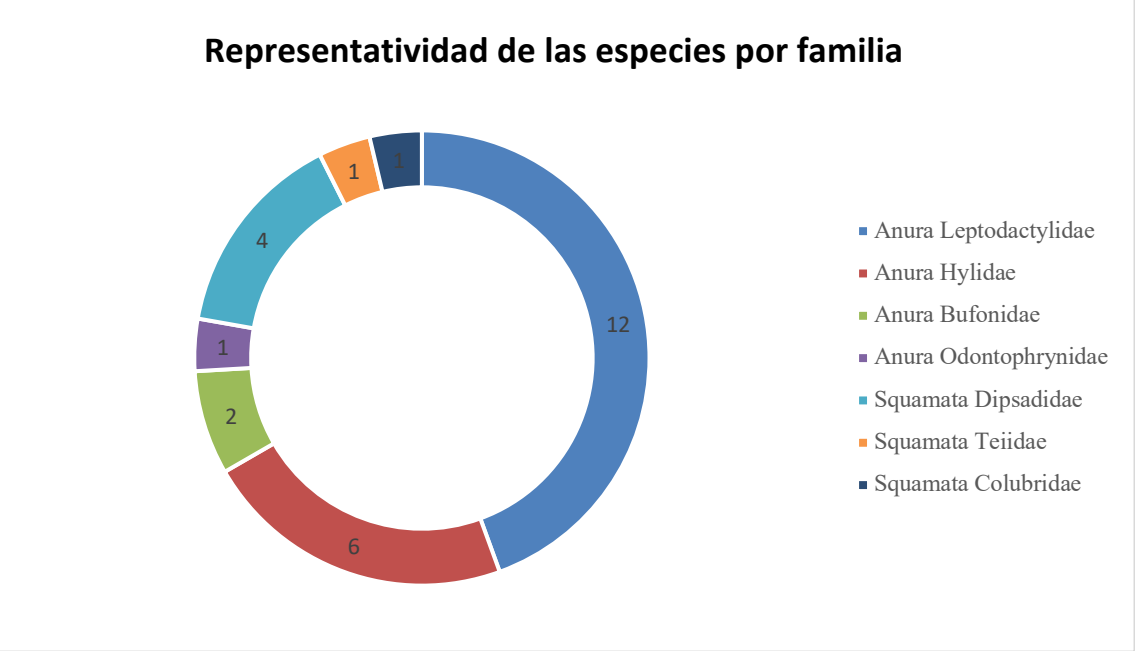
Índices	Total
Riqueza Observada (S)	15
Número de registros (N)	30
Riqueza Estimada (Chao 2)	32.6
Riqueza Estimada (Jacknife 1)	24.6
Diversidad (Shannon, eH)	2.52
Diversidad (Alfa de Fisher)	11.94
Equitabilidad_J	0.93

Consolidación de las campañas

La diversidad obtenida al consolidar los resultados de ambas campañas (1C y 2C), da un total de 27 especies, de las cuales 21 representan al orden Anura y seis al orden Squamata. En cuanto a la representatividad de las familias, Anura tiene cuatro mientras que Squamata tiene tres (**Figura 5.3.2.3.2.c**).

ATOME PLC

Figura 5.3.2.3.2.c
Representatividad de las especies por familias, utilizando datos consolidados entre las dos campañas de levantamiento de herpetofauna



ATOME

El estudio de los datos realizado en distintos periodos estacionales resulta muy eficaz en términos de muestreo complementario. En el caso de los anfibios anuros, la actividad y vocalización durante los periodos más cálidos es mayor en comparación con los periodos más fríos. Durante la primera campaña se registraron individuos vocalizando cerca de masas de agua, de especies pertenecientes a las enanas (*Dendropsophus minutus* y *D. nanus*) y a la familia Leptodactylidae. Estos registros no se realizaron durante la segunda campaña, debido a la menor temperatura, a pesar de que todo el terreno del Proyecto estaba inundado. A lo largo de la segunda campaña, los individuos registrados de ranas pertenecientes al género Leptodactylus, así como *Odontophrynus americanus* y *Pseudopaludicola boliviana* (T**abla 5.3.2.3.2.b**), fueron encontrados mediante búsqueda activa visual. Sólo los dos individuos de rana llorona (*Physalaemus* sp.1) fueron registrados mediante vocalización. Los tres individuos de *Odontophrynus americana* se encontraron en el agua y con la metamorfosis aún incompleta, con presencia de la cola. El individuo de Physalaemus sp2. parece ser un juvenil, debido al tamaño del cuerpo y se encontró en barro seco, al borde del agua. Los individuos del sapo kururu (*Rhinella azarai*) y de la rana almorrana (*Scinax acuminatus*) fueron avistados en pequeños montículos de barro, en medio del agua. La rana del zarzal (*Boana raniceps*) fue rescatada en uno de los bosquetes de vegetación situados en medio de la zona inundada, en actividad sobre un tronco seco, pero sin vocalizar. Según los registros realizados, la estacionalidad no parece tener el mismo efecto sobre la actividad de las serpientes, ya que la culebra ojo de gato (*Dryophylax chaquensis*) y culebras del género Erythrolamprus fueron avistadas en ambas campañas.

En general, los registros realizados denotan especies que se adaptan bastante bien a ambientes con cierto grado de antropización, teniendo una plasticidad ecológica que les permite adaptarse a diferentes ambientes. En el caso de la culebra acuática (*Hydrodynastes*

gigas), puede estar presente en varios tipos de ambientes palustres, e incluso en ambientes ribereños. En su mayoría son especies comunes con la excepción de *Leptodactylus latinasus* la cual, si bien no es una especie rara, no es muy frecuente encontrarla. La mayoría de las especies encontradas son generalistas optando por cualquier tipo de ambiente, algunas de ellas en casos extremos con altos niveles de antropofilia (predilección por viviendas humanas) como *Scinax fuscovarius* y *S. nasicus*.

Comparación entre datos primarios y secundarios

A continuación, se presenta una comparación entre los datos primarios, recogidos durante las dos campañas de herpetofauna, y las especies con probabilidad de presencia en el área del proyecto, realizada mediante la consulta de artículos científicos (BRUSQUETTI & LAVILLA, 2006; WEILER *et al*.,2013; CACCIALI & BUONGERMINI, 2021) y listados oficiales de fauna (**Tabla 5.3.2.3.2.c** en el **Anexo 10**).

Se estimó la ocurrencia de un total de 59 especies pertenecientes a 18 familias, de las cuales seis pertenecen al orden Anura y 12 al orden Squamata, para el área en que se localiza la empresa (**Tabla 5.3.2.3.2.c**).

Considerando la riqueza total estimada, basada en datos primarios y secundarios, hay 63 especies, distribuidas en seis familias del orden Anura y 12 de Squamata. La diferencia en el número de especies estudiadas a partir de los datos primarios con respecto a los secundarios es el hecho de que, en estos últimos, no se han computado cuatro taxones pertenecientes a la familia Leptodactylidae, dos asignados al género Leptodactylus (*L. latinasus* y *L. latrans*), y dos al género Physalaemus, estos dos últimos, sin embargo, sin identificar (*Physalaemus* sp.1 y *Physalaemus* sp.2).

La taxonomía de las ranas manteca, que forman parte del grupo *L. latrans*, ha sido discutida (MAGALHÃES *et al*., 2020). El grupo incluye por lo menos siete especies, de las cuales *L. latrans*, *L. chaquensis*, *L. luctator* y L*. macrosternum* incluyen en sus distribuciones biomas presentes en Paraguay. En el área del proyecto, por lo tanto, se pueden encontrar *L. latrans* o *L. aff. latrans*, *L. luctator* y *L. macrosternon*/*L. chaquensis*.

Los registros de los dos individuos de *Physalaemus* sp.1, obtenidos por vocalización durante la segunda campaña, se encuadran en el grupo de las ranas lloronas que, en el caso del área del proyecto, pueden atribuirse a las especies *Physalaemus albonotatus* y *Physalaemus biligonigerus*, y también a *P. gracilis*, especie recientemente registrada para Paraguay (PROCOSARA, 2008). El canto de estos anuros es bastante peculiar en comparación con otras Proyecto (**Tabla 5.3.2.3.2.c**). El registro visual de *Physalaemus* sp.2 no permitió una identificación correcta a nivel específico, aunque comparte algunas características de coloración con *Physalaemus cuvieri*.

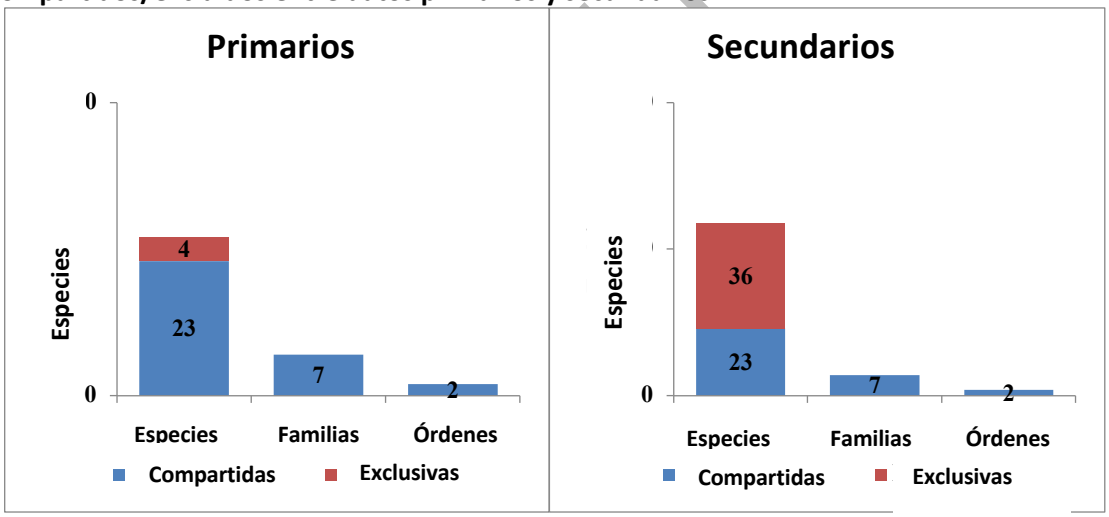
ATOME PLC

Al considerar los estudios primario y secundario, 23 especies son comunes a ambos estudios, lo que significa que fueron registradas durante las campañas de levantamiento, pero también están incluidas en la lista de especies con presencia esperada para la región del Proyecto (**Figura 5.3.2.3.2.c**).

En cuanto a las exclusividades, es decir, las especies que sólo están presentes en uno de los dos muestreos realizados, se obtuvieron cuatro especies a lo largo del muestreo de datos primarios cuya presencia en la región no está indicada en la lista de ocurrencia probable basada en datos secundarios, como se ha mencionado anteriormente.

El número de anfibios y reptiles registrados en el campo e incluidos en la lista de especies previstas para la región según los datos secundarios (23 especies) representa aproximadamente el 39% de la riqueza prevista para el área del Proyecto. Además, si se consideran las 59 especies con presencia potencial para la zona, las cuatro especies registradas únicamente durante las campañas de muestreo de datos primarios representan un aumento de aproximadamente el 7% de la riqueza ya conocida.

Figura 5.3.2.3.2.d
Comparación de la representatividad entre especies, familias y órdenes compartidos/excluidos entre datos primarios y secundarios



Estado de conservación

Para verificar el estado de conservación de las especies registradas, se consultaron listas de especies amenazadas a nivel nacional e internacional. Para los criterios nacionales, se consultaron las resoluciones del MADES (Resolución No. 254/19 y No. 206/2020), que enumera las especies amenazadas y en peligro de reptiles y anfibios nativos. Para los criterios internacionales, se consultaron las clasificaciones de la UICN (2022) y la CITES (2023).

Entre las especies de reptiles y anfibios registradas, ninguna se encuentra en peligro de extinción en las listas MADES y UICN consultadas. En cuanto a CITES, dos especies, la anaconda (*Eunectes notaeus*) y el lagarto overo (*Salvator merianae*) (**Tabla 5.3.2.3.2.**c), están incluidas en el Apéndice II de la lista, que incluye especies que "no están amenazadas de extinción, pero cuyo comercio y transporte deben ser regulados para evitar usos incompatibles con su

supervivencia, así como especies consideradas similares a especies amenazadas debido a su utilización comercial" (CITES, 2023).

Endemismo

Considerando la distribución de las especies registradas en el área del Proyecto, inserta en el dominio del Chaco húmedo, ninguna se clasifica como endémica de este bioma (MADES, 2019, 2020; BRUSQUETTI & LAVILLA, 2006) (**Tabla 5.3.2.4.1.c**). La mayoría tiene una amplia distribución con ocurrencia en otros tipos de hábitat, presentes en otras regiones geográficas, como Argentina, Bolivia y Brasil (UICN, 2023).

Especies de importante valor económico o alimentario para las poblaciones locales

Durante la primera campaña de recolección de datos primarios, se registró una especie de lagarto (lagarto overo), considerada como especie cinegética, es decir, sufre presión de caza ilegal, que puede ser con fines alimenticios y/o de comercialización. A través de registros de datos secundarios, se añade a esta condición la anaconda (*Eunectes notaeus*). Ambas están incluidas en el Apéndice II de CITES, cuya importancia económica radica en el valor comercial de sus pieles, por lo que son especies utilizadas en el mercado del cuero para la marroquinería. Las especies más empleadas para esto, que, si bien el mercado de comercio local está prohibido, igual se pueden encontrar apliques con estos cueros en mercados artesanales nacionales.

Especies exóticas, introducidas, invasoras o autóctonas invasoras
La única especie de reptil exótico presente en Paraguay es *Hemidactylus mabouia*, cuya presencia no fue confirmada en el área de estudio.

<u>Consideraciones finales</u>

La comparación entre los resultados de las campañas de levantamiento de campo y los datos secundarios indica que sólo se registró en campo el 39% de la riqueza prevista para la región de estudio. A pesar de ello, los datos primarios recogidos sobre el terreno añadieron cuatro taxones que no estaban incluidos en la lista de datos secundarios, aunque se trata de registros de especies muy extendidas que pueden darse en la región del Proyecto.

En total, se registraron 19 especies de anfibios y reptiles durante la primera campaña realizada en el área del Proyecto y 15 especies durante la segunda campaña. La primera fue llevada a cabo en el periodo más cálido y la segunda en el más frío. En ambas se observó una mayor representación de ranas de la familia Leptodactylidae.

Consolidando los resultados de los datos primarios de las dos campañas (excluyéndose las especies comunes a las dos campañas), se registraron 27 especies, de las cuales 21 representan a cuatro familias del orden Anura y tres del orden Squamata.

Los resultados, basados en el esfuerzo de muestreo (segunda campaña), muestran una curva de rarefacción ascendente, sin signos de estabilización, resultado coherente con estudios de un corto período de tiempo, especialmente cuando se trata de las particularidades relativas al

ATOME PLC

modo de vida de anfibios y reptiles. Estos resultados son corroborados por los estimadores de riqueza y diversidad.

En general, los registros realizados denotan especies que se adaptan bastante bien a ambientes con cierto grado de antropización, teniendo una plasticidad ecológica que les permite adaptarse a diferentes ambientes.

La toma de datos realizada en diferentes periodos estacionales se muestra bastante eficaz en cuanto a la complementariedad de los muestreos. La mayoría de las especies encontradas son generalistas, optando por cualquier tipo de ambiente, presentando algunas en casos extremos altos niveles de antropofilia (predilección por las viviendas humanas) como *Scinax fuscov*arius y *S. nasicus*.

A excepción de cuatro taxones, todas las especies registradas a través de datos primarios se registran para la región del Proyecto (23 especies), a través del levantamiento de datos secundarios. Al concatenar los números de datos primarios y secundarios, hay un total de 63 especies, distribuidas en seis familias del orden Anura y 12 de Squamata.

Entre las especies de reptiles y anfibios registradas, ninguna se encuentra en peligro de extinción en las listas consultadas, tanto nacionales como internacionales. Dos especies, la anaconda (*Eunectes notaeus*) y el lagarto overo (*Salvator merianae*) están incluidas en el Apéndice II de la lista CITES.

Ninguna de las especies registradas se considera endémica de la región, la mayoría tiene una amplia distribución y se da en distintos tipos de biomas.

5.3.2.4.3
Murciélagos Insectívoros Aéreos

Primera campaña

Con la primera campaña de levantamiento de murciélagos, realizada del 04 al 08 de marzo de 2023, se obtuvieron 488 registros de murciélagos pertenecientes al orden Chiroptera, en 13 taxones, distribuidos en dos familias (**Tabla 5.3.2.4.3.a** en el **Anexo 10**). Los registros se obtuvieron mediante un método normalizado que utiliza vocalizaciones obtenidas por registradores ultrasónicos (dispositivo bioacústico Songmeter SM4 BAT FS) para identificar las especies.

De los 13 taxones, uno sólo puede ser identificado a nivel de género: *Eumops* sp. Los otros 12 taxones identificados fueron clasificados a nivel específico, de acuerdo a la reciente revisión de la bioacústica de murciélagos insectívoros aéreos que ocurren en Sudamérica y bibliografías con claves de identificación acústica (LÓPEZ-BAUCELLS *et al*., 2016, ARIAS-AGUILAR, *et al*., 2018) (**Tabla 5.3.2.4.3.a**).

Con la riqueza y abundancia obtenida durante esta campaña, entre las familias, la más representativa fue la Vespertilionidae con seis taxones y 327 registros (67%), seguida de la familia Molossidae con siete taxones y 161 registros (33%) (**Tabla 5.3.2.4.3.a**).

ATOME PLC

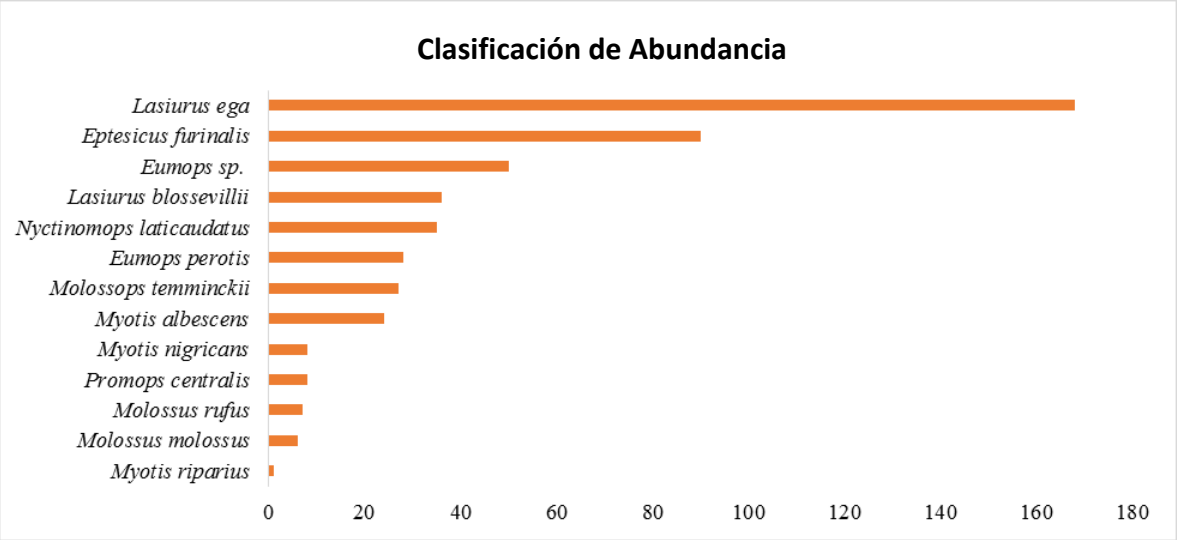
Estado de conservación

En cuanto al estado de conservación de las especies registradas, según el listado nacional de especies protegidas de fauna silvestre de la clase Mammalia (Resolución SEAM N° 632 de 2017), ninguna fue categorizada en peligro de extinción. Así mismo, no se registran especies categorizadas según la clasificación internacional de la UICN (2022) y CITES (2023) (**Tabla 5.3.2.4.3.a**).

Clasificación de la abundancia

A continuación, se presenta la clasificación de la abundancia de murciélagos registrados durante la primera campaña de levantamiento (**Figura 5.3.2.4.3.a**). Al observar el gráfico abajo, se nota que una especie se destacó en relación a las demás, siendo el murciélago *Lasiurus ega*, que presentó un total de 168 registros, correspondiendo a cerca del 34% de los registros totales obtenidos durante esta primera campaña. Le sigue la especie *Eptesicus furinalis* con 90 registros (18%). A continuación, el taxón *Eumops* sp. obtuvo 50 registros que representan el 10% del total. Las demás especies obtuvieron registros entre el 7.4 y el 0.2% (**Figura 5.3.2.4.3.**a y **Tabla 5.3.2.4.3.a**).

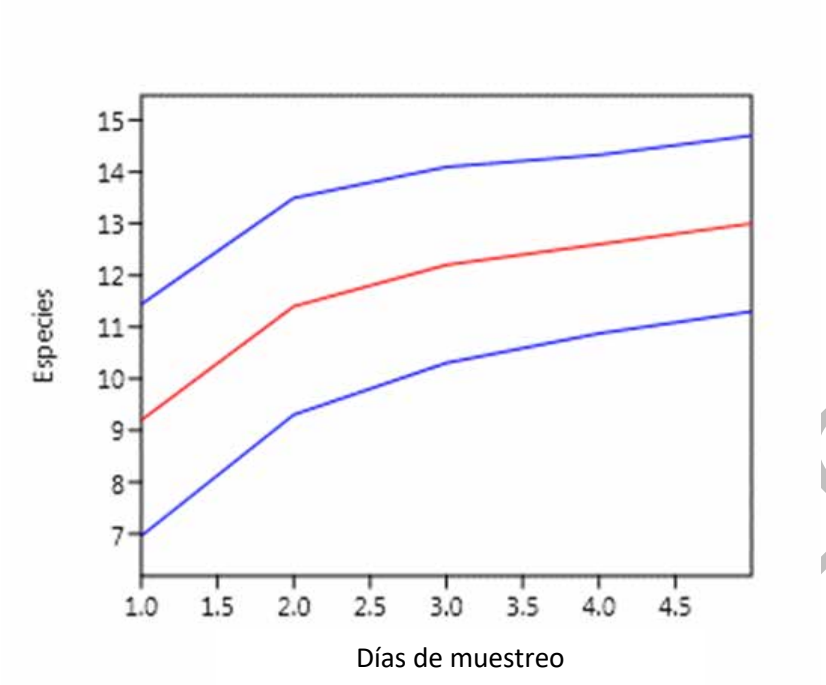
Figura 5.3.2.4.3.a
Clasificación de la abundancia de murciélagos registrada en la primera campaña



Suficiencia del muestreo

En esta primera campaña se dedicaron cinco días de esfuerzo de muestreo al levantamiento de murciélagos en el área de influencia del Proyecto. La curva de rarefacción de especies generada es ascendente, sin signos de estabilización, lo que indica que no se alcanzó la riqueza real y que se espera un mayor número de especies para las áreas muestreadas (**Figura 5.3.2.4.3.b**).

Figura 5.3.2.4.3.b
Curva de rarefacción por muestra para la primera campaña



Segunda campaña

En la segunda campaña de levantamiento de murciélagos, realizada del 20 al 24 de junio de 2023, se obtuvieron 103 registros pertenecientes a nueve especies, que se distribuyen en tres familias (**Tabla 5.3.2.4.3.b** en el **Anexo 10**). Los registros se obtuvieron con el mismo método de la primera campaña, usando el dispositivo bioacústico Songmeter SM4 BAT FS para la identificación de las especies.

De los nueve taxones, uno sólo puede ser identificado a nivel de género: *Eumop*s sp. Los otros ocho taxones identificados fueron clasificados a nivel específico, de acuerdo a la reciente revisión de la bioacústica de murciélagos insectívoros aéreos que ocurren en Sudamérica y bibliografías con claves de identificación acústica (LÓPEZ-BAUCELLS *et al*., 2016, ARIAS-AGUILAR, *et al*., 2018) (**Tabla 5.3.2.4.3.b**).

Con la riqueza y abundancia obtenida a lo largo de esta campaña, entre las familias, las más representativas fueron la Vespertilionidae con cuatro taxones y 69 registros (67%), y la familia Molossidae con cuatro taxones y 32 registros (31%), seguida de la familia Noctilionidae con un taxón y sólo dos registros (2%) (**Tabla 5.3.2.4.3.b**).

Estado de conservación

En cuanto al grado de conservación de las especies registradas, según el listado nacional de especies protegidas de fauna silvestre de la clase Mammalia (Resolución SEAM N° 632 de 2017), ninguna cuenta con clasificación de amenaza. De igual forma, según la clasificación internacional de la UICN (2022) y CITES (2023), ninguna de las especies registradas se encuentra categorizada en peligro de extinción (**Tabla 5.3.2.4.3.b**).

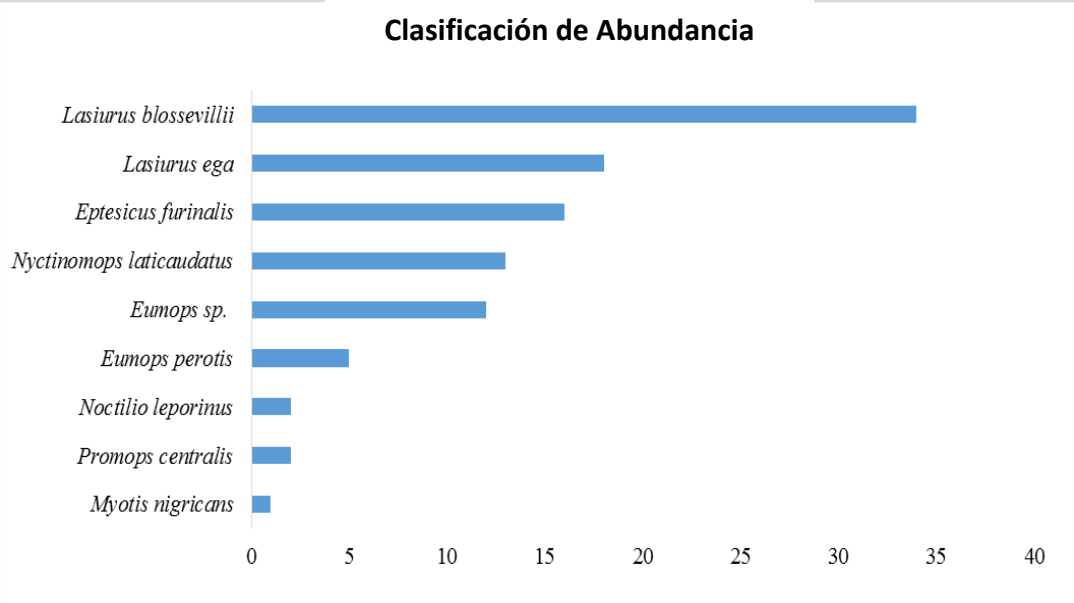
ATOME

Clasificación de la abundancia

A continuación, se presenta la clasificación de abundancia de murciélagos registrados durante la segunda campaña de levantamiento (**Figura 5.3.2.4.1.c**). Al observar el gráfico siguiente, se observa que una especie destacó sobre las demás, siendo el murciélago de la especie *Lasiurus blossevillii*, que presentó un total de 34 registros, lo que corresponde a cerca del 33% del total de registros obtenidos durante esta segunda campaña.

A continuación, se encuentra la especie de murciélago *Lasiurus ega* con 11 registros (17%), seguida de la especie *Eptesicus furinali*, con 16 registros (16%). La especie *Nyctinomops laticaudatus* obtuvo 13 registros (13%), y el taxón *Eumops* sp. 12 (12%). Le siguen las especies *Eumops perotis* con cinco registros (5%), el murciélago pescador (*Noctilio leporinus*) con 2 (2%), *Promops centralis* con dos (2%) y, por último, *Myotis nigricans*, con un solo registro (1%) (**Figura 5.3.2.4.1.c** y **Tabla 5.3.2.4.3.b**).

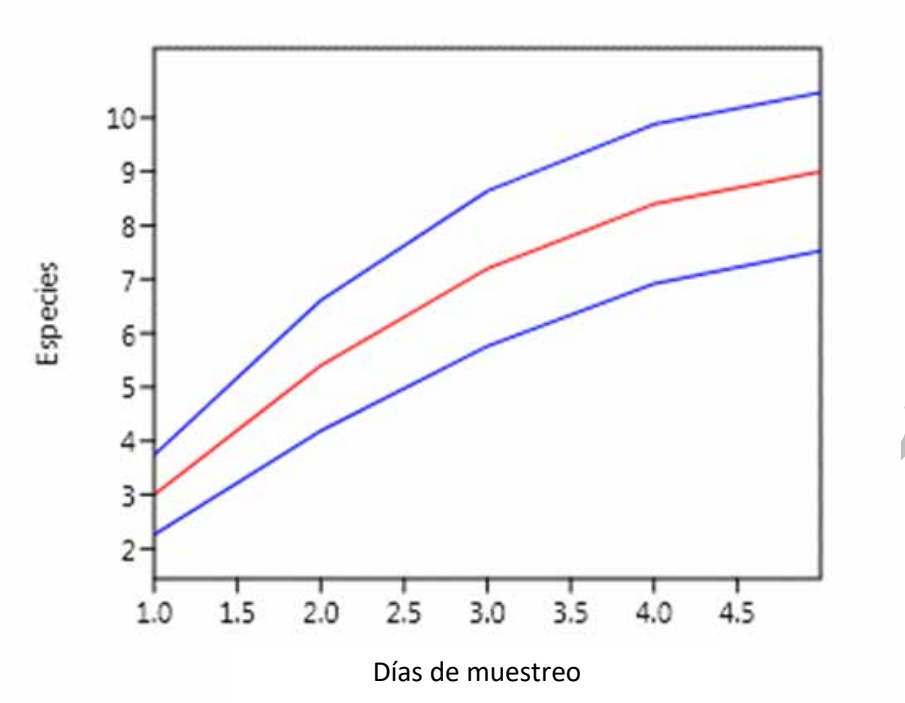
Figura 5.3.2.4.3.c
Clasificación de la abundancia de murciélagos registrados en la segunda campaña



Suficiencia del muestreo

En esta segunda campaña también se dedicaron cinco días de esfuerzo de muestreo a los estudios de murciélagos en el área de influencia del proyecto. La curva de rarefacción de especies generada es ascendente, sin signos de estabilización, lo que indica que no se alcanzó la riqueza real y que se espera un mayor número de especies para las zonas muestreadas (**Figura 5.3.2.4.3.d**).

Figura 5.3.2.4.3.d
Curva de rarefacción por muestra para la segunda campaña



Consolidación de las campañas

Considerando los resultados obtenidos en las dos campañas de levantamiento de murciélagos, se han realizado un total de 591 registros pertenecientes a 14 taxones, que se distribuyen en tres familias (**Tabla 5.3.2.4.3.c**).

Comparación entre datos primarios y secundarios

La lista de especies esperadas para el Proyecto basada en datos secundarios registra 28 especies de murciélagos, pertenecientes al orden Chiroptera y distribuidas en tres familias (**Tabla 5.3.2.4.1.c** en el **Anexo 10**). Para este estudio, han sido consultados los informes científicos existentes, publicados o inéditos, que hacen referencia a la biodiversidad de la zona. En particular, se utilizaron los listados de instituciones oficiales como el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Museo Nacional de Historia Natural del Paraguay - MNHNP, Facultad de Ciencias Químicas - FCQ, Instituto Nacional de Desarrollo Territorial - INDERT, Instituto Nacional de Estadística - INE, Ministerio de Agricultura y Ganadería - MAG, Instituto Nacional Forestal - INFONA, entre otros.

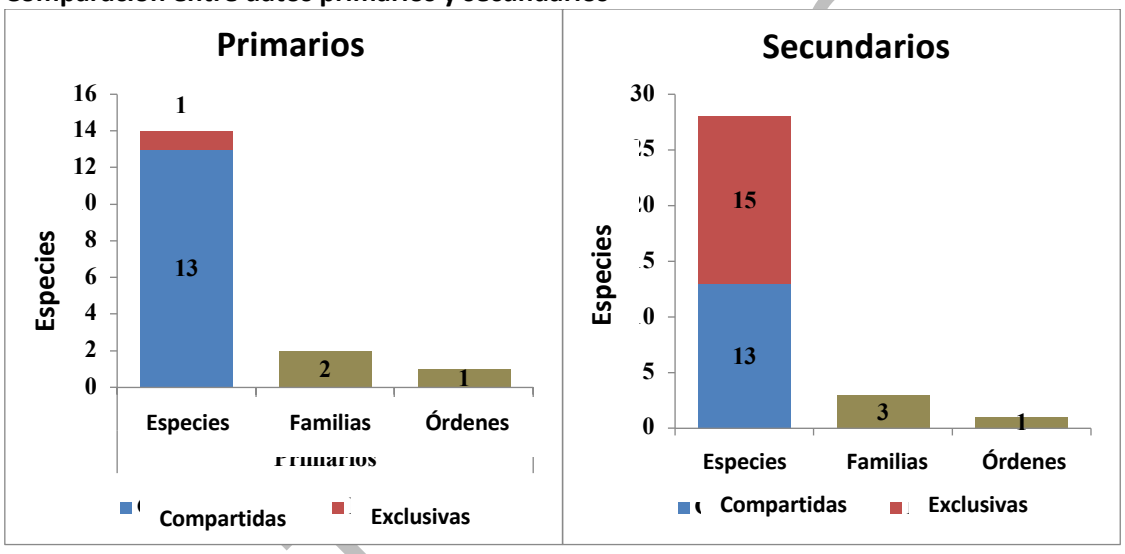
Así, al considerar tanto los estudios primarios como los secundarios, hay un total de 29 taxones, distribuidos en cuatro familias (**Tabla 5.3.2.4.3.c**). De este total, 13 especies son comunes a ambos estudios, lo que significa que fueron registradas durante las campañas de levantamiento, pero también están incluidas en la lista de especies cuya presencia se espera en la región del Proyecto (**Figura 5.3.2.4.3.e**).

En cuanto a las exclusividades, es decir, las especies que sólo están presentes en uno de los

dos estudios realizados, los levantamientos de campo obtuvieron registros para un taxón, identificado a nivel de género como *Eumops* sp., sin embargo, la presencia de este género está indicada en la lista de murciélagos de probable presencia en la región basada en datos secundarios (**Figura 5.3.2.4.3.e**).

El número de especies de murciélagos registradas en el campo, comparado con la lista de especies esperadas para la región según datos secundarios, representa aproximadamente el 50% de la riqueza obtenida para el área del Proyecto. Aun así, al considerar las especies con ocurrencia potencial para el área, no se registraron nuevas especies durante las campañas de levantamiento. Sin embargo, se registró la presencia del género *Eumops* sp., indicado en la lista de murciélagos de ocurrencia probable en la región según datos secundarios.

Figura 5.3.2.4.3.e
Comparación entre datos primarios y secundarios



Así, con la riqueza obtenida durante las dos campañas, entre las familias, Molossidae fue la más representativa, con siete especies, lo que representa aproximadamente el 50% del total. A continuación, la familia Vespertilionidae con seis especies, representando el 42,9% de la riqueza, y, por último, la familia Noctilionidae con una sola especie (7,1%), el *Noctilio leporinus* (murciélago pescador) (**Figura 5.3.2.4.1.f** y **Tabla 5.3.2.4.1.c**).

En cuanto a las especies más abundantes, al observar el gráfico a continuación (**Figura 5.3.2.4.3.g**), se nota que para los resultados consolidados una especie se destacó en relación a las demás, siendo *Lasiurus ega*, que presentó un total de 186 registros, correspondiendo a cerca del 31.5% del total de registros obtenidos durante las campañas de levantamiento. Le sigue la especie *Eptesicus furinalis* con 106 registros (17.9%). A continuación, hay 70 registros de la especie *Lasiurus blossevillii* que representan el 11.8% del muestreo. En cuarto lugar, se encuentra el taxón identificado a nivel de género, *Eumops* sp. con 62 registros (10.5%). El resto de las especies presentan valores que oscilan entre el 8.1% y el 0.2% (**Figura 5.3.2.4.3.g**).

Figura 5.3.2.4.3.f
Distribución del número de especies entre familias

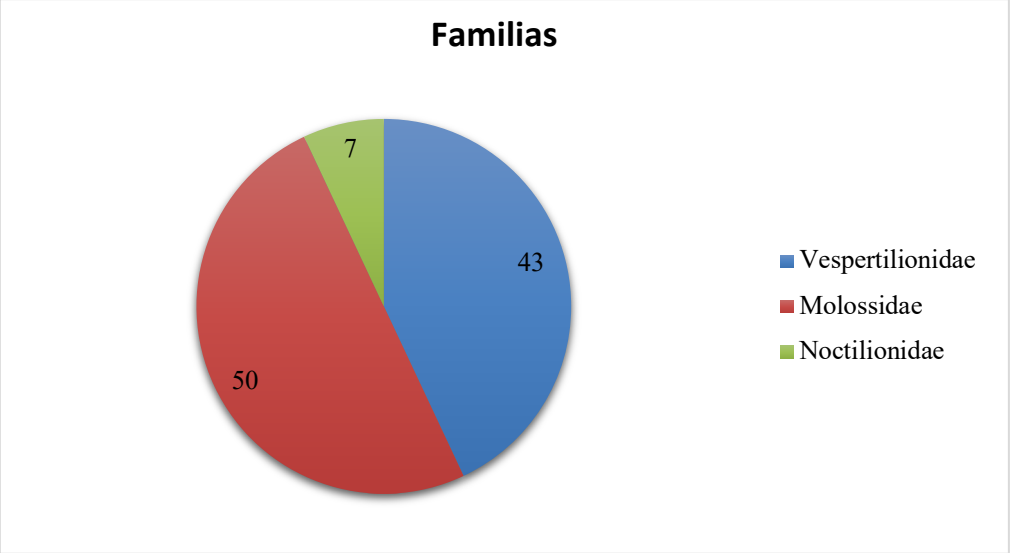
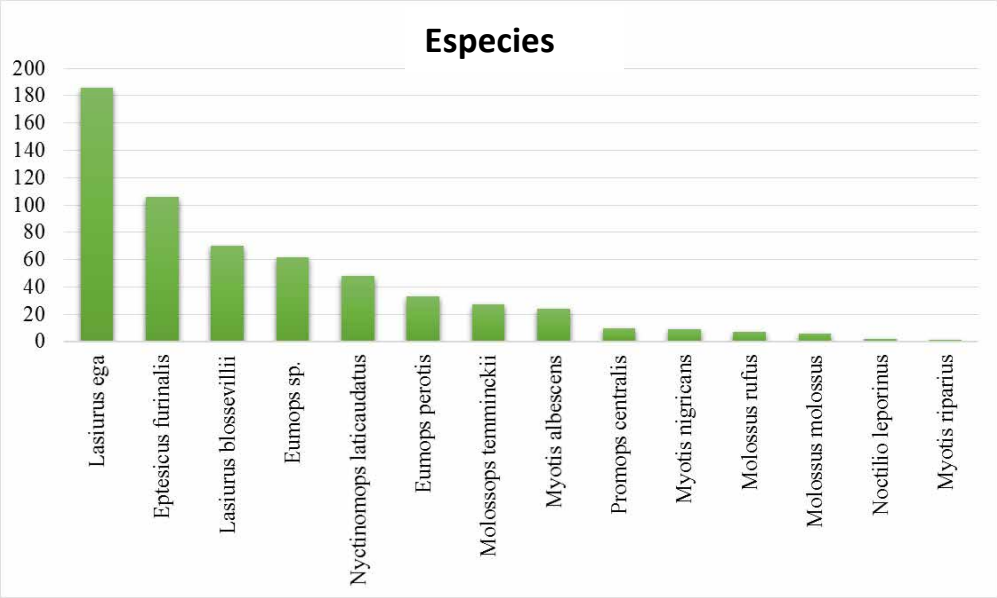


Figura 5.3.2.4.3.g
Distribución del número de registros entre las especies



Estado de conservación

En cuanto al estado de conservación de las especies registradas, según la lista nacional de especies protegidas de fauna silvestre de la clase Mammalia (Resolución SEAM nº 632 de 2017), la especie *Peropteryx macrotis* fue categorizada como "En Peligro de Extinción" - EN. Sin embargo, esta especie solo se registró en el estudio de datos secundarios. La presencia de esta especie no se registró en las campañas de campo. Del mismo modo, según la clasificación internacional de la UICN (2022), hay una especie clasificada como Casi Amenazada (NT), el murciélago *Myotis ruber*. Se considera que un taxón está Casi Amenazado cuando, al evaluarlo en función de los criterios, no se clasifica actualmente como amenazado, pero está cerca de

clasificarse (se aproxima a los umbrales cuantitativos de los criterios) o es probable que entre en una categoría de amenaza en un futuro próximo (UICN 2022) (**Tabla 5.3.2.4.3.c**).

También en lo que respecta a los datos secundarios, dos taxones están clasificados como "Datos insuficientes" - DD, siendo las especies *Myotis simus* y *Cynomops abrasus*. Se considera que un taxón tiene "Datos Insuficientes" cuando no hay suficiente información para hacer una evaluación directa o indirecta de su riesgo de extinción, basándose en su distribución y/o estado poblacional. Una especie de esta categoría puede estar bien estudiada y su biología es bien conocida, pero faltan datos adecuados sobre su distribución y/o abundancia. Distribución y/o abundancia. Clasificar una especie en esta categoría indica que se necesita más información, pero que se reconoce la posibilidad de que pueda estar amenazada, y que futuras investigaciones pueden indicar una categoría de amenaza (UICN 2022). Por último, las especies restantes se clasifican como de "Preocupación Menor" - LC, los taxones con una amplia distribución y los taxones abundantes se incluyen normalmente en esta categoría. Los taxones raros y restringidos también pueden clasificarse como LC, siempre que no existan amenazas significativas (UICN 2022).

Endemismo

En cuanto al endemismo, ninguna de las especies registradas se considera endémica del bioma (PARAGUAY, 2023).

Especies de importante valor económico o alimentario para las poblaciones locales

No hay estudios que indiquen en detalle la importancia económica del grupo de los murciélagos insectívoros aéreos, pero la información disponible ya es suficiente para indicar su importancia en términos económicos, ya sea en la producción de alimentos, en cuestiones epidemiológicas o en la disponibilidad de elementos extremadamente importantes, como el ciclo del nitrógeno a través de sus heces (guano) (REIS *et al*., 2008).

La depredación de insectos crepusculares y nocturnos por murciélagos insectívoros aéreos, que son sin duda los más numerosos, debido a la abundancia de presas, es extremadamente importante para reducir el número de mosquitos transmisores del dengue, leishmaniasis, malaria, así como de insectos dañinos para diversos tipos de cultivos, pudiendo así reducir la cantidad de pesticidas utilizados en las plantaciones (YALDEN & MORRIS, 1975). Su importancia como controladores de insectos es inmensa, ya que algunas especies pueden comer hasta una vez y media su peso corporal en una sola noche (GOODWIN & GREENHAL, 1961). Los insectos son nutritivos y proporcionan guano fértil, que incluso puede comercializarse debido a la gran cantidad de nitrógeno que contiene (REIS *et al*., 2008).

Especies no descritas para la zona o para la ciencia

Debido al estado del arte de la bioacústica neotropical, no es posible descartar la hipótesis de que las especies no identificadas a nivel específico sean nuevas para la ciencia o para el área de influencia del Proyecto. Para las especies identificadas a nivel específico, no hubo registros de especies no descritas para el área.
Sin embargo, es importante resaltar que el método tradicional de capturas con redes de niebla no es eficiente para la detección de insectívoros aéreos, el uso de la bioacústica está

ATOME PLC

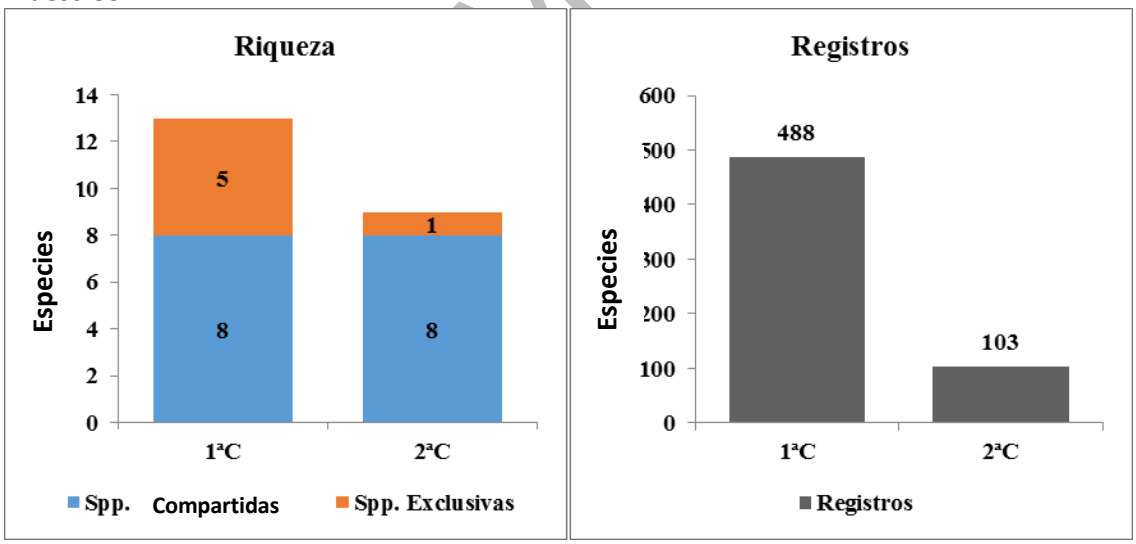
permitiendo un amplio reordenamiento en la comprensión de la biogeografía de estos grupos de murciélagos, ya que las falsas ausencias influenciadas por el método tradicional están siendo corregidas por el uso de la bioacústica (MORATELLI & WILSON, 2013, HINTZE *et al.*, 2020).

Comparación entre las dos campañas de muestreo

Como mencionado, se obtuvieron un total de 591 registros en las dos campañas, pertenecientes a 14 taxones, que se distribuyen en tres familias (**Tabla 5.3.2.4.3.c**).

Para la riqueza, el valor más alto de diversidad se obtuvo en la primera campaña de levantamiento, con 13 especies, de las cuales cinco fueron exclusivas, es decir, sólo se registraron en la primera campaña. Mientras que en la segunda campaña se obtuvieron un total de nueve especies, una de las cuales era exclusiva. Así pues, la diferencia de riqueza entre las campañas fue de aproximadamente un 9.7% (**Figura 5.3.2.4.3.h**). Para los valores de abundancia, la diferencia es considerable, siendo la primera campaña la de mayor valor, presentando 488 registros, mientras que la segunda campaña presentó un total de 103 registros. Esta diferencia entre las campañas de muestreo puede estar relacionada con la estacionalidad, ya que la primera campaña se realizó en la época menos lluviosa del año (seca), y la segunda en la época de lluvias (**Figura 5.3.2.4.3.h**).

Figura 5.3.2.4.3.h
Distribución de la riqueza, exclusividad y registros de murciélagos entre las campañas de muestreo

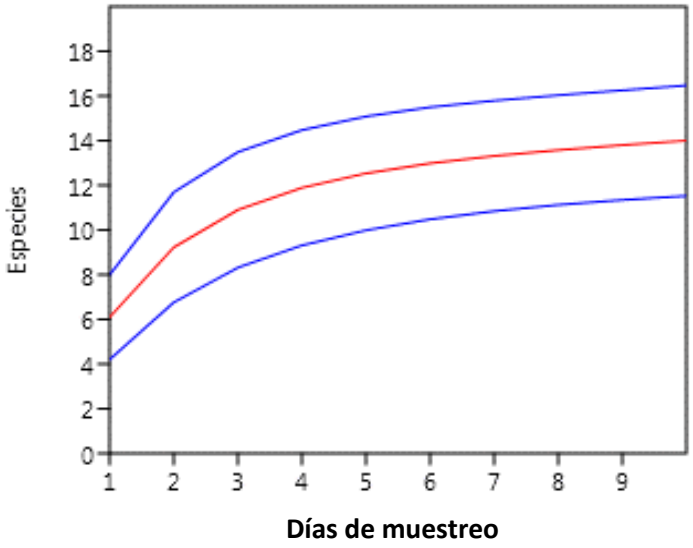


Suficiencia del muestreo

Con la intención de comprobar la eficacia de los esfuerzos durante las campañas de levantamiento, se realizó una curva de rarefacción para el total observado (**Figura 5.3.2.4.3.i**). Esta curva, incluso considerando las dos campañas de muestreo (10 días), muestra una tendencia ascendente, pero con una ligera tendencia a estabilizarse, lo que indica que, aunque se haya obtenido una gran parte de la riqueza esperada, todavía se esperan más especies para la riqueza total del área de estudio. Estos resultados ya eran esperados, teniendo en cuenta que estudios con pequeños esfuerzos de muestreo no son suficientes para alcanzar la

estabilidad de las curvas, lo que sólo debería ocurrir a largo plazo, especialmente cuando se consideran especies endémicas y/o en peligro de extinción, que son naturalmente raras y tienen baja densidad poblacional, requiriendo mucho más tiempo para ser registradas en el campo (COSTA-BRAGA *et al*., 2014; STRAUBE *et al*., 2010; VASCONCELOS, 2006). Este resultado es corroborado por los estimadores de riqueza (Chao2 y Jacknife 1), que estimaron más especies para la región del Proyecto (ver a continuación).

Figura 5.3.2.4.3.i
Curva de rarefacción por muestra para el total



Estimadores de riqueza, diversidad y equitabilidad

La **Tabla 5.3.2.4.1.d** muestra la riqueza, el número de registros, los estimadores de riqueza basados en la incidencia (Chao2 y Jackknife 1), así como los índices de diversidad alfa (alfa de Fisher y exponencial de Shannon) y la equitabilidad.

Los estimadores de riqueza generados (Chao 2 y Jacknife 1) corroboran los resultados mostrados por las curvas de rarefacción de especies (**Figura 5.3.2.4.3.i**), con estimaciones superiores a las observadas. Para el estimador Chao 2, se estimaron 14.5 especies y para Jacknife 1 la estimación fue de 15.5 especies, lo que indica que la suficiencia de muestreo fue del 96.89% y 88.7%, cuando se compara con el número total de especies registradas (S=14), respectivamente. Así, estos valores indican que aún se esperan 3.11 (Chao 2) y 11.39 (Jacknife 1) especies para el área de estudio (**Tabla 5.3.2.4.1.d**).

El índice de diversidad de Shannon (también llamado índice de Shannon-Wiener (H')) es uno de los varios índices utilizados para medir la diversidad en datos categóricos. Se trata simplemente de la información entrópica de la distribución. Este índice mide el grado de incertidumbre a la hora de predecir a qué especie pertenecerá un individuo elegido al azar en una muestra de S especies y N individuos. Además, permite comparar los valores del índice directamente con la riqueza observada, y cuanto mayor sea el valor del índice, mayor será la diversidad del área considerada (HILL, 1973; KEYLOCK, 2005; LUDWIG & REYNOLDS, 1988; TUOMISTO, 2010). Para este índice el valor fue de 2.1 (**Tabla 5.3.2.4.1.d**), que puede

considerarse alto, ya que los valores asumidos por el índice de Shannon-Wiener están entre 1.5 y 3.5 y sólo raramente superan el valor de 4.5 (MAGURRAN, 1988).

Otro índice utilizado es el Alfa de Fisher, que presenta algunas ventajas sobre otros índices de diversidad en el sentido de que está poco influenciado por el tamaño de la muestra o la abundancia de las especies más comunes (TAYLOR & FORSMAN, 1976). El índice Alfa de Fisher relaciona el número de especies (S) con el número de individuos (N) de una comunidad mediante la siguiente ecuación: $S = \alpha \ln (1 + N/\alpha)$ (FISHER *et al.*, 1943). En el presente estudio, el índice fue de 2,6 (**Tabla 5.3.2.4.1.d**).

La equitatividad expresa la forma en que se distribuye el número de individuos entre las distintas especies, es decir, indica si las distintas especies tienen una abundancia (número de individuos) similar o divergente. Es proporcional a la diversidad, es decir, la relación entre la diversidad real y la diversidad máxima existente. Así, la Equitabilidad oscila entre 0 (cero) y 1 (uno), y para valores próximos a uno, indica una distribución uniforme de la abundancia de registros en el universo de muestreo (riqueza) (BROWER & ZAR, 1984). Para el presente estudio, el índice fue de 0.8, lo que indica una mayor homogeneidad de la abundancia sobre las especies (**Tabla 5.3.2.4.1.d**).

Tabla 5.3.2.4.1.d
Estimadores de riqueza, diversidad y homogeneidad para las campañas de levantamiento de murciélagos

Índices	Total
Riqueza Observada (S)	14
Número de registros (N)	591
Riqueza Estimada (Chao 2)	14.5
Riqueza Estimada (Jacknife 1)	15.8
Diversidad (Shannon, eH)	2.1
Diversidad (Alfa de Fisher)	2.6
Equitabilidad_J	0.8

Consideraciones finales

Los levantamientos primarios y los secundarios de murciélagos registraron un total de 29 taxones, distribuidos en cuatro familias del orden Chiroptera. De este total, 13 especies son comunes a ambos estudios, lo que significa que fueron registradas durante las campañas de levantamiento, pero también están incluidas en la lista de especies cuya presencia se espera en la región del Proyecto. Debido al estado del arte de la bioacústica neotropical, no es posible descartar la hipótesis de que las especies no identificadas a nivel específico sean nuevas para la ciencia o para el área de influencia del Proyecto. Para las especies identificadas a nivel específico, no hubo registros de especies no descritas para el área.

En cuanto al grado de conservación de las especies registradas en los levantamientos de campo, de acuerdo con el listado nacional de especies protegidas de fauna silvestre de la clase Mammalia (Resolución SEAM N° 632 de 2017), ninguna fue categorizada en peligro de extinción. Así mismo, no se registran especies categorizadas según la clasificación internacional de la UICN (2022) y CITES (2023). Tampoco se registraron especies consideradas endémicas del bioma. Teniendo en cuenta los datos secundarios, una especie se considera amenazada a nivel nacional (*Peropteryx macrotis*). A nivel internacional, una espécie se considera casi amenazada

ATOME PLC

(*Myotis ruber*) y dos se clasifican como especies sobre las que no se dispone de datos suficientes para verificar su estado de amenaza (*Myotis simus* y *Cynomops abrasus*).

En cuanto a la suficiencia del muestreo, la curva de rarefacción de especies generada es ascendente, pero con una ligera tendencia a estabilizarse, lo que indica que, aunque se ha obtenido gran parte de la riqueza esperada, aún se esperan más especies para la riqueza total del área de estudio. Los estimadores de riqueza generados corroboran los resultados mostrados por las curvas de rarefacción de especies, con estimaciones superiores a las observadas.

5.3.2.4.4
Mamíferos Terrestres Medianos y Grandes

Primera campaña

Con la primera campaña de levantamiento de mamíferos terrestres, realizada del 04 al 08 de marzo de 2023, se obtuvieron 23 registros de mamíferos medianos y grandes, pertenecientes a 11 taxones, distribuidos en siete órdenes y nueve familias (**Tabla 5.3.2.4.4.a**). Los registros se obtuvieron mediante métodos estandarizados (búsqueda activa y cámaras trampa) y no estandarizados (encuentros fortuitos). Sin embargo, cabe señalar que para los análisis sólo se tendrán en cuenta los valores obtenidos por los métodos estandarizados, y que los métodos no estandarizados se consideran en la caracterización cualitativa del grupo.

Con la riqueza y abundancia obtenidas durante la primera campaña, entre los órdenes, Carnivora fue el más representativo, con cinco taxones y 12 registros, lo que representa aproximadamente el 52% del total del muestreo. A continuación, se encuentran el resto de órdenes con una sola especie cada uno, y la abundancia se distribuye de la siguiente manera: Primates con cinco registros (N=22%), Cetartiodactyla con dos registros (N=9%), Cingulata (N=1%), Didelphimorphia (N=1%), Lagomorpha (N=1%) y, Pilosa (N=1%) (**Tabla 5.3.2.4.4.a**).

En cuanto a las familias, la más representativa fue Canidae con siete registros (30%), Atelidae con cinco (22%), Felidae con tres (N=13%). Las familias Cervidae y Procyonidae obtuvieron dos registros cada una (17%). Cada una de las familias Leporidae, Myrmecophagidae, Dasypodidade y Didelphidae con un registro cada una (17%) (**Tabla 5.3.2.4.4.a**).

ATOME PLC

Estado de conservación

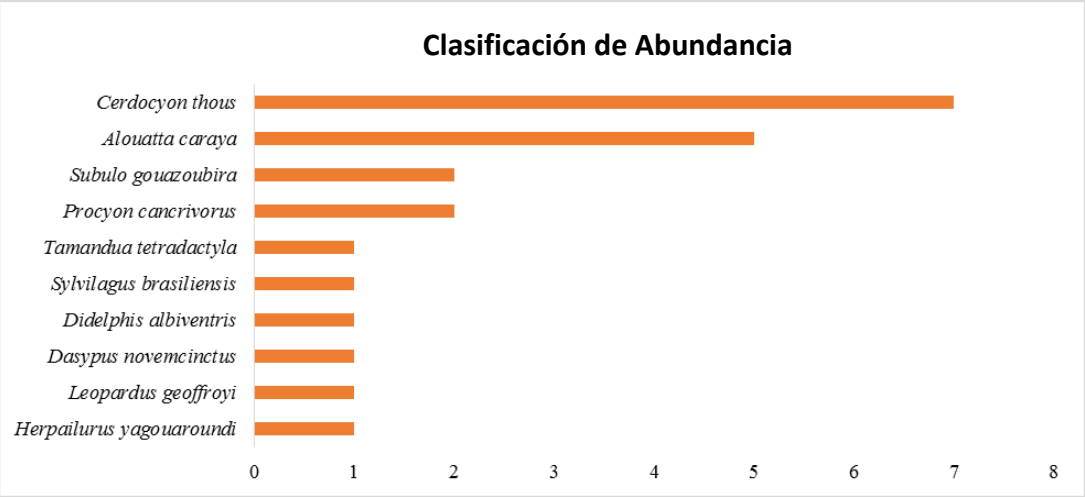
En cuanto al estado de conservación de las especies registradas, según el listado nacional de especies protegidas de fauna silvestre de la clase Mammalia (Resolución SEAM N° 632 de 2017), ninguna ha sido categorizada en peligro de extinción. Así mismo, no se registran especies categorizadas según la clasificación internacional de la UICN (2022) (**Tabla 5.3.2.4.4.a**).

Mientras que para la lista internacional CITES (2023), cinco especies registradas están incluidas en el Apéndice II, que incluye especies que no están amenazadas de extinción, pero que podrían llegar a esta situación si no se realiza un seguimiento estricto, a saber: el Mono aullador (*Alouatta caraya*), el Zorro cangrejero (*Cerdocyon thous*) y la familia felidae, con el Gato moro (H*erpailurus yagouaroundi*) y el Gato montés (*Leopardus geoffroyi*) (CITES, 2023) (**Tabla 5.3.2.4.4.a**).

Clasificación de la abundancia

A continuación, se presenta el ranking de abundancia de mamíferos medianos y grandes registrados durante la primera campaña de prospección (**Figura 5.3.2.4.4.a**). Al observar el gráfico abajo, se nota que una especie se destacó de las demás, siendo el zorro cangrejero (*Cerdocyon thous*), que presentó un total de siete registros, correspondiendo a cerca del 30% de los valores totales obtenidos durante esta primera campaña de prospección. Le sigue el mono aullador (*Allouatta caraya*) con cinco registros (22%). El oso melero (*Tamandua tetradactyla*), el conejito de monte (*Sylvilagus brasiliensis*), la comadreja común (*Didelphis albiventris*), la mulita grande (*Dasypus novemcinctus*), y el gato moro (*Herpailurus yagouaroundi*) y gato montés (*Leopardus geoffroyi*), obtuvieron un registro cada uno, totalizando el 31% de los registros. La corzuela (Subulo gouazoubira) y el mapache come-cangrejos (*Procyon cancrivorus*) obtuvieron dos registros cada uno (17%) (**Figura 5.3.2.4.4.a** y **Tabla 5.3.2.4.4.a**).

Figura 5.3.2.4.4.a
Clasificación de la abundancia de mamíferos registrados en la Primera Campaña



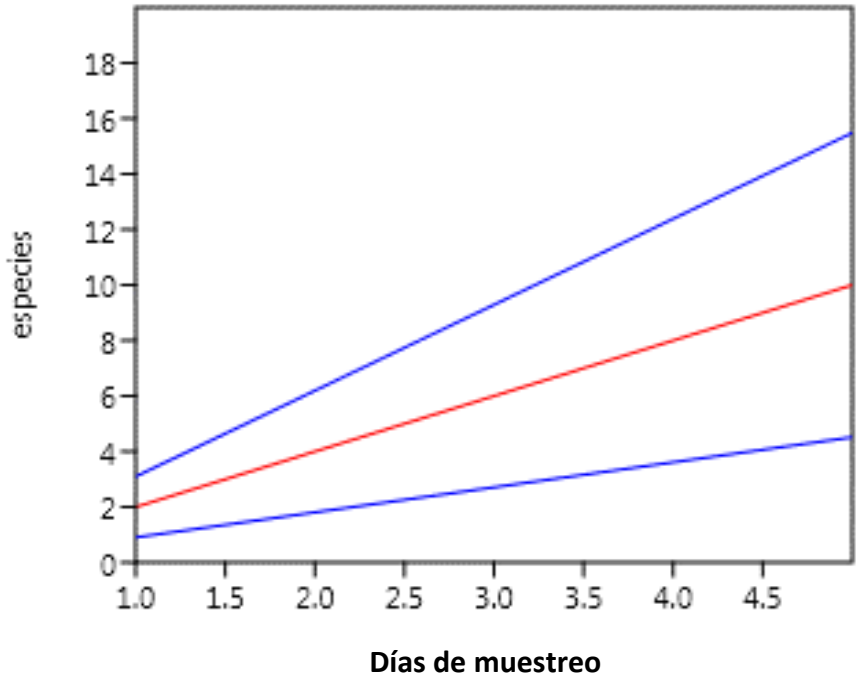
ATOME PLC

Se recogió un registro de rastro indirecto de un felino silvestre, que no pudo identificarse a nivel de especie. Sin embargo, estos registros posiblemente pertenezcan a una de las especies de félidos confirmadas por las cámaras trampa.

Suficiencia del muestreo

En esta primera campaña se dedicaron cinco días de esfuerzo de muestreo de mamíferos en el área de influencia del Proyecto. La curva de rarefacción de especies generada es ascendente, sin signos de estabilización, lo que indica que no se alcanzó la riqueza real y que se espera un mayor número de especies para las áreas muestreadas (**Figura 5.3.2.4.4.b**).

Figura 5.3.2.4.4.b
Curva de rarefacción por muestra para la primera campaña



<u>Segunda campaña</u>

En la segunda campaña de levantamiento de mamíferos, realizada del 20 al 24 de junio de 2023, se obtuvieron 62 registros pertenecientes a nueve especies de mamíferos, que se distribuyen en seis órdenes y ocho familias (**Tabla 5.3.2.4.4.b** en el **Anexo 10**).

Los registros se obtuvieron mediante métodos estandarizados (búsqueda activa y cámaras trampa) y no estandarizados (encuentros fortuitos). No obstante, cabe señalar que para los análisis sólo se tendrán en cuenta los valores obtenidos por los métodos estandarizados, y que los métodos no estandarizados se consideran en la caracterización cualitativa del grupo.

Con la riqueza y abundancia obtenidas durante esta campaña, entre los órdenes, Carnivora fue el más representativo, con tres especies y 27 registros, lo que representa aproximadamente el 44% del total. Le sigue el orden Didelphimorphia con dos especies y 19 registros, lo que

representa aproximadamente el 31% del total de registros. Todos los demás órdenes tuvieron una sola especie cada uno, y la abundancia se distribuyó de la siguiente manera: Cingulata con siete registros (N=11%), Cetartiodactyla con seis registros (N=10%), Lagomorpha con dos (N=3%) y Primates con sólo uno (N=2%) (**Tabla 5.3.2.4.4.b**).

En cuanto a las familias, la más representativa fue Didelphidae con dos especies (S=2) y la más abundante con 19 registros (31%). Las demás familias obtuvieron una especie cada una. Los registros presentaron valores de abundancia como sigue: Canidae (27%), Procyonidae (13%), Dasypodidae (N=11%), Cervidae (10%). Las familias Felidae y Leporidae presentaron dos registros cada una (6%) y, por último, la familia Atelidae obtuvo sólo un registro (2%) (**Tabla 5.3.2.4.4.b**).

Estado de conservación

En cuanto al estado de conservación de las especies registradas, según el listado nacional de especies protegidas de fauna silvestre de la clase Mammalia (Resolución N° 632 de 2017), ninguna de ellas cuenta con clasificación de amenaza. De igual forma, según la clasificación internacional de la UICN (2022), ninguna de las especies registradas se encuentra categorizada como en peligro de extinción (**Tabla 5.3.2.4.4.b**).

Mientras que para la lista internacional CITES (2023), tres especies registradas están incluidas en el Apéndice II, que incluye especies que no están amenazadas de extinción, pero que podrían llegar a esta situación si no se realiza un seguimiento estricto, a saber: el Mono aullador (*Alouatta caraya*), el Zorro cangrejero (*Cerdocyon thous*) y la familia felidae (CITES, 2023) (**Tabla 5.3.2.4.4.**b).

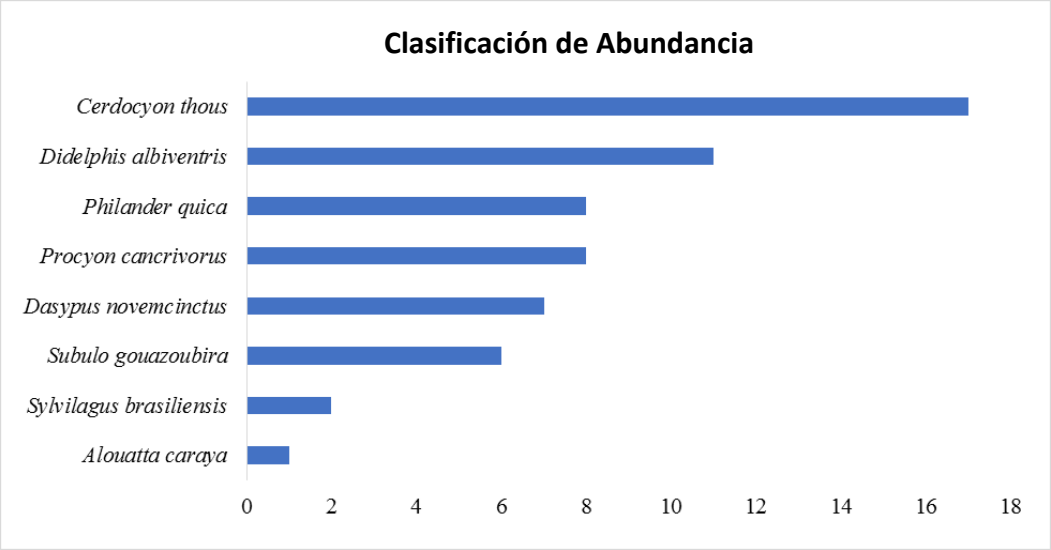
Clasificación de la abundancia

A continuación, se presenta el *ranking* de abundancia de mamíferos registrados durante la segunda campaña de levantamiento (**Figura 5.3.2.4.4.c**). Al observar el gráfico siguiente, se nota que una especie se destacó en relación a las demás, siendo el zorro cangrejero (*Cerdocyon thous*), que presentó un total de 17 registros, correspondiendo a cerca del 28% del total de registros obtenidos durante esta segunda campaña de levantamiento. Le sigue el zorro común (*Didelphis albiventris*) con 11 registros (19%), seguido del mapache cangrejero (*Procyon cancrivorus*) con ocho registros (13%), y con los mismos valores el zorro cuatro ojos (*Philander quica*) (13%). La mulita grande (*Dasypus novemcinctus*) con siete (12%) y la corzuela (*Subulo gouazoubira*) con seis (10%) y el conejito de monte (*Sylvilagus brasiliensis*) con dos registros (2%). Por último, el mono aullador (*Alouatta caraya*) obtuvo sólo un registro (1%) (**Figura 5. 3.2.4.4.c** y **Tabla 5.3.2.4.4.b**).

Se recogieron registros de rastros indirectos de un felino salvaje, que no pudieron identificarse a nivel de especie. Sin embargo, estos registros posiblemente pertenezcan a una de las especies de félidos confirmadas por las cámaras trampa.

ATOME PLC

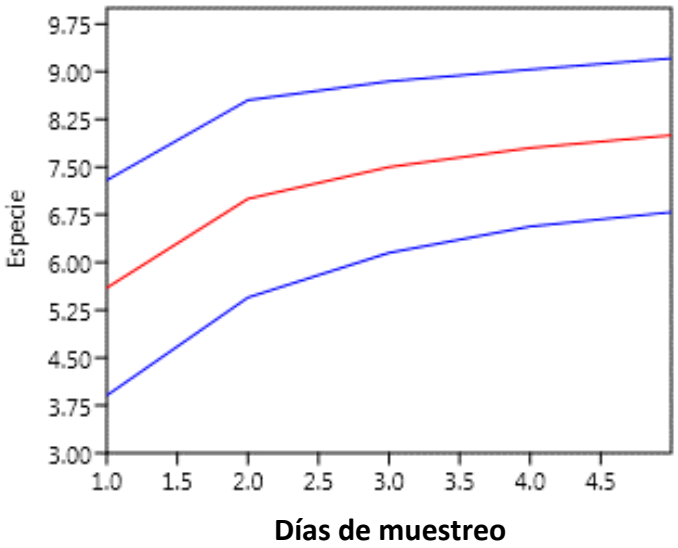
Figura 5.3.2.4.4.c
Clasificación de la abundancia de Mamíferos registrados en la segunda campaña



Suficiencia del muestreo

En esta segunda campaña también se dedicaron cinco días de esfuerzo de muestreo a los estudios de mamíferos en el área de influencia del proyecto. La curva de rarefacción de especies generada es ascendente, sin signos de estabilización, lo que indica que no se alcanzó la riqueza real y que se espera un mayor número de especies para las zonas muestreadas (**Figura 5.3.2.4.4.d**).

Figura 5.3.2.4.4.d
Curva de rarefacción por muestra para la segunda campaña



Consolidación de las campañas

Considerando los resultados obtenidos a lo largo de las dos campañas de levantamiento de mamíferos medianos y grandes, se han realizado un total de 85 registros pertenecientes a 12 taxones, que se distribuyen en siete órdenes y nueve familias (**Tabla 5.3.2.4.4.c**).

Los registros se obtuvieron mediante métodos estandarizados (búsqueda activa y cámaras trampa) y no estandarizados (encuentros fortuitos). A continuación, los análisis se presentarán considerando los valores obtenidos por los métodos estandarizados.

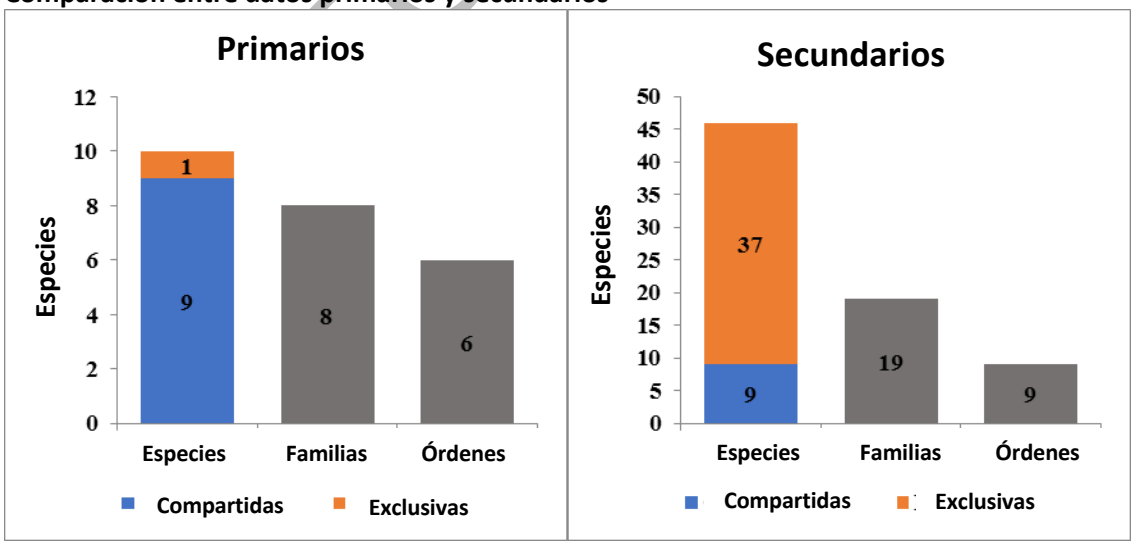
Comparación entre datos primarios y secundarios

La lista de especies esperadas para el Proyecto basada en datos secundarios (AII) registra 46 especies de mamíferos medianos y grandes, distribuidas en nueve órdenes y 19 familias (**Tabla 5.3.2.4.4.c** en el **Anexo 10**). En particular, se utilizaron listados de instituciones oficiales como el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, Museo Nacional de Historia Natural del Paraguay - MNHNP, Facultad de Ciencias Químicas - FCQ, Instituto Nacional de Desarrollo Territorial - INDERT, Instituto Nacional de Estadística - INE, Ministerio de Agricultura y Ganadería - MAG, Instituto Nacional Forestal - INFONA, entre otros (**Tabla 5.3.2.4.4.c**).

Así, al considerar tanto los estudios primarios como los secundarios, se cuenta con un total de 47 taxones, distribuidos en nueve órdenes y 19 familias (**Tabla 5.3.2.4.4.c**). De este total, nueve especies son comunes a ambos estudios, lo que significa que fueron registradas durante las campañas de levantamiento, pero también están incluidas en la lista de especies cuya presencia se espera en la región del Proyecto (**Figura 5.3.2.4.4.e**).

ATOME PLC

Figura 5.3.2.4.4.e
Comparación entre datos primarios y secundarios



En cuanto a las exclusividades, es decir, las especies que sólo están presentes en uno de los dos estudios realizados, los estudios de campo obtuvieron registros para una especie, la comadreja de cuatro ojos (*Philander quica*), cuya presencia en la región no está indicada en la lista de mamíferos de probable presencia basada en datos secundarios. Este marsupial entra

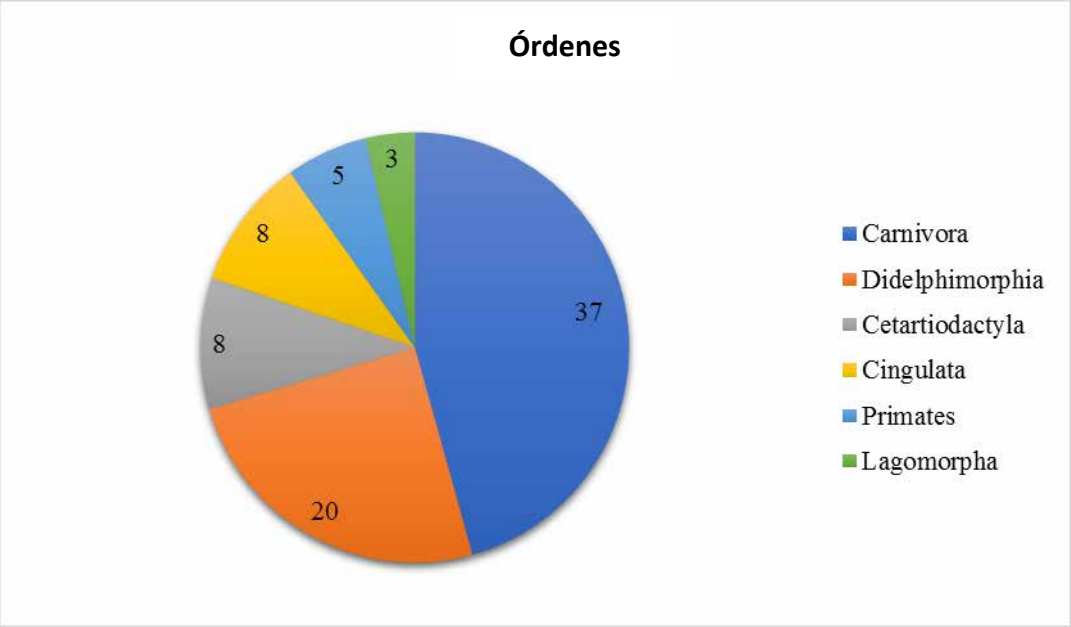
en la categoría de mamíferos pequeños, sin embargo, fue registrado por las cámaras trampa.

El número de mamíferos registrados sobre el terreno, comparado con la lista de especies previstas para la región según los datos secundarios, representa aproximadamente el 22% de la riqueza obtenida para el área del Proyecto. Además, al considerar las especies con presencia potencial para la zona, sólo se registró una nueva especie durante las campañas de levantamiento, que pertenece a la categoría de pequeños mamíferos.

Es importante mencionar que, con el fin de aumentar la comparabilidad de los resultados, para todos los análisis siguientes sólo se utilizarán los registros obtenidos a través de las metodologías estandarizadas ejecutadas en las dos campañas de prospección de mamíferos.

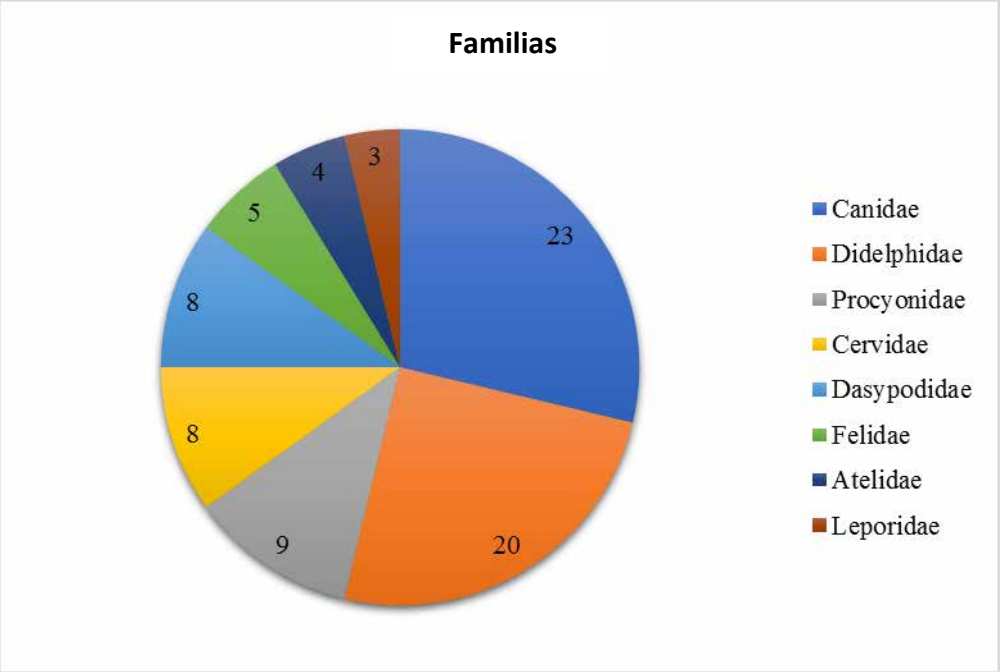
Así, con la riqueza obtenida durante las dos campañas, entre los órdenes, Carnivora fue el más representativo, con cuatro especies y 37 registros, lo que representa aproximadamente el 46% del total. Le siguen el orden Didelphimorphia con dos especies y veinte registros (25%), Cetartiodactyla (10%), Cingulata (10%), Primates (6%) y Lagomorpha (4%) con una especie cada uno (**Figura 5.3.2.4.4.g** y **Tabla 5.3.2.4.4.c**).

Figura 5.3.2.4.4.f
Distribución del número de registros entre los Órdenes



En cuanto a las familias, las más representativas por riqueza de especies fueron Didelphidae y Felidae, ambas con dos especies cada una. Todas las demás familias presentaron sólo una especie cada una. En cuanto a la abundancia La familia que obtuvo registros fue Canidae con 23 registros (29%). Le siguieron Canidae con 20 (25%), Procyonidae con nueve (11%), Cervidae y Dasypodidae con ocho registros (10%) cada una. Por último, Felidae con cinco registros (6%) Atelidae con cuatro (5%) y Leporidae con tres registros (4%) (**Figura 5.3.2.4.4.g** y **Tabla 5.3.2.4.4.c**).

Figura 5.3.2.4.4.g
Distribución del número de registros entre Familias

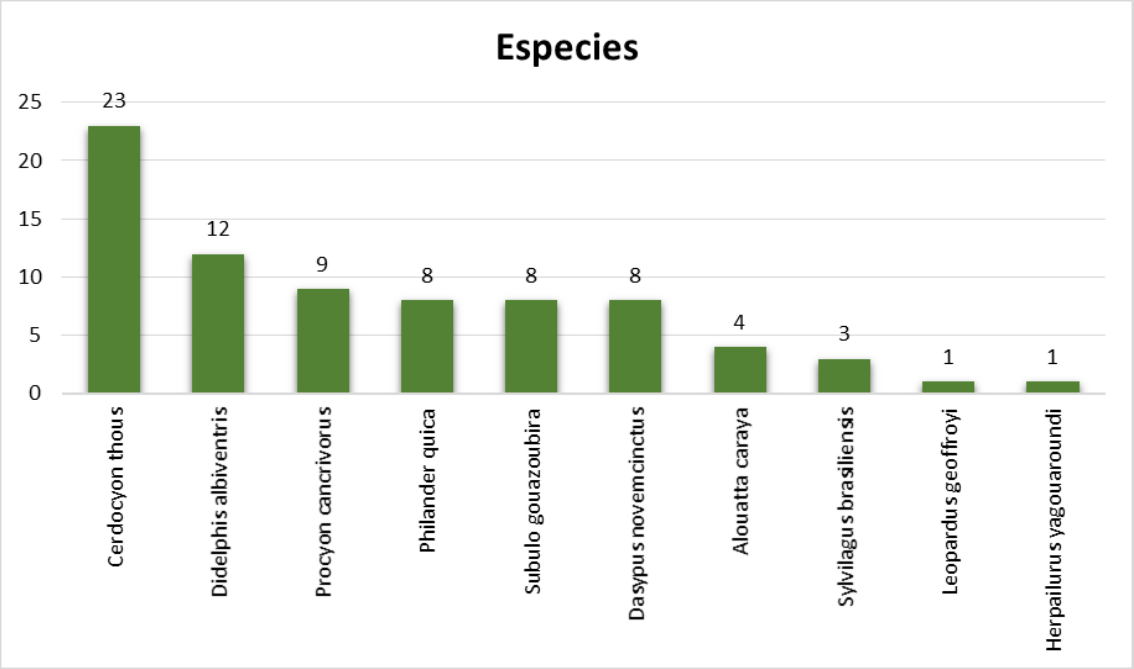


En cuanto a las especies más abundantes, al observar el gráfico a continuación (**Figura 5.3.2.4.4.h**), se nota que para los resultados consolidados una especie se destacó en relación a las demás, siendo el zorro cangrejero (*Cerdocyon thous*), que presentó un total de 23 registros, correspondiendo a cerca del 29% del total de registros obtenidos a lo largo de las campañas de levantamiento. Le sigue el zorro común (*Didelphis albiventris*) con 12 registros (15%). Estos registros fueron proporcionados por el método de trampeo con cámara y demostraron su eficacia cuando se cebaron (**Figura 5.3.2.4.h**).

A continuación, tenemos el mapache comedor de cangrejos (*Procyon cancrivorus*) con nueve registros (11%), ocho de los cuales se obtuvieron por el método de búsqueda activa. La comadreja de Cuatro ojos (*Philander quica*) fue registrada en ocho eventos (10%) capturados por trampeo con cámara, así como la corzuela (*Subulo gouazoubira*) con ocho registros (10%), y la mulita grande (*Dasypus novemcinctus*) con ocho registros (10%). Los registros de las siguientes especies se realizaron mediante el método de búsqueda activa, con el mono aullador (*Alouatta caraya*) con cuatro registros (5%), el conejito de monte (*Sylvilagus brasiliensis*) con tres registros (4%), y los félidos gato montés (*Leopardus geoffroyi*) y gato moro (*Herpailurus yagouaroundi*) con un solo registro cada uno, totalizando un 2%.

ATOME

Figura 5.3.2.4.4.h
Distribución del número de registros entre las especies de mamíferos medianos y grandes



Estado de conservación

En cuanto al estado de conservación de las especies registradas en las campañas de campo, según el listado nacional de especies protegidas de fauna silvestre de la clase Mammalia (Resolución SEAM N° 632 de 2017), ninguna ha sido categorizada en peligro de extinción. Así mismo, no se registraron en campo especies categorizadas según la clasificación internacional de la UICN (2022) (**Tabla 5.3.2.4.4.c**). Por otro lado, considerando la lista de probable ocurrencia en la región (datos secundarios), hay 4 especies vulnerables (VU) según la UICN (*Leopardus tigrinus*, *Tapirus terrestres*, *Blastocerus dichotomus* y *Tayassu pecari*). Otras dos se consideran en peligro (EN) (*Pteronura brasiliensis* y *Catagonus wagneri*). Por último, *Lontra longicaudis*, *Leopardus braccatus*, *Leopardus wiedii* y *Panthera onca* están clasificados como casi amenazadas (NT). Para la lista internacional CITES (2023), 9 especies figuran en el Apéndice I, de las cuales sólo 1 (*Leopardus geoffroyi)* se registró en campo. En el Apendice II figuran 17 especies, siendo 4 registradas en el campo.

Endemismo

En cuanto al endemismo, ninguna de las especies registradas en campo se considera endémica del bioma (PARAGUAY, 2023).

Especies de importante valor económico o alimentario para las poblaciones locales

La presencia confirmada de especies altamente especializadas, dependientes de ambientes estructurados, como el gato montés (*Leopardus geoffroyi*) y el gato pardo (*Herpailurus yagouaroundi*), tiene un importante valor de conservación. También son indicadores de la calidad ambiental, ya que incluso bajo influencia antropogénica la región sigue siendo capaz de sustentar elementos con elevados requisitos ambientales.

ATOME

Históricamente, los seres humanos y los mamíferos salvajes han interactuado de distintas maneras, que pueden culminar en relaciones que varían según la cultura regional y nacional específica. Además de ser utilizados como alimento, los mamíferos son utilizados como combustible, medicinas, creación de artefactos como adornos, fuentes de belleza e inspiración, así como símbolos de la divinidad (ALVES *et al*., 2016; FERNANDES-FERREIRA, 2014). En este estudio, se consideraron cinegéticas las especies que pueden ser cazadas para ser utilizadas como diferentes fuentes de productos, o que pueden ser capturadas debido a relaciones conflictivas.

Se evaluó que entre los registros dos especies tienen potencial valor cinegético en el área del Proyecto y pueden sufrir presión de caza por parte del hombre: la comadreja común (*Didelphis albiventris*), la mulita grande (*Dasypus novemcinctus*), el oo melero (*Tamandua tetradactyla*), el conejito de monte (*Sylvilagus brasiliensis*), el zorro cangrejera (*Cerdocyon thous*), el gato montês (*Leopardus geoffroyi*), el gato moro (*Herpailurus yagouaroundi*) y la corzuela (*Subulo gouazoubira*).

Cabe señalar que animales carnívoros como los cánidos y félidos mencionados pueden ser cazados en represalia por ataques al ganado doméstico.

Especies exóticas, introducidas, invasoras o autóctonas invasoras
En este estudio no se registraron especies exóticas, introducidas, invasoras o nativas invasoras de mamíferos medianos y grandes.

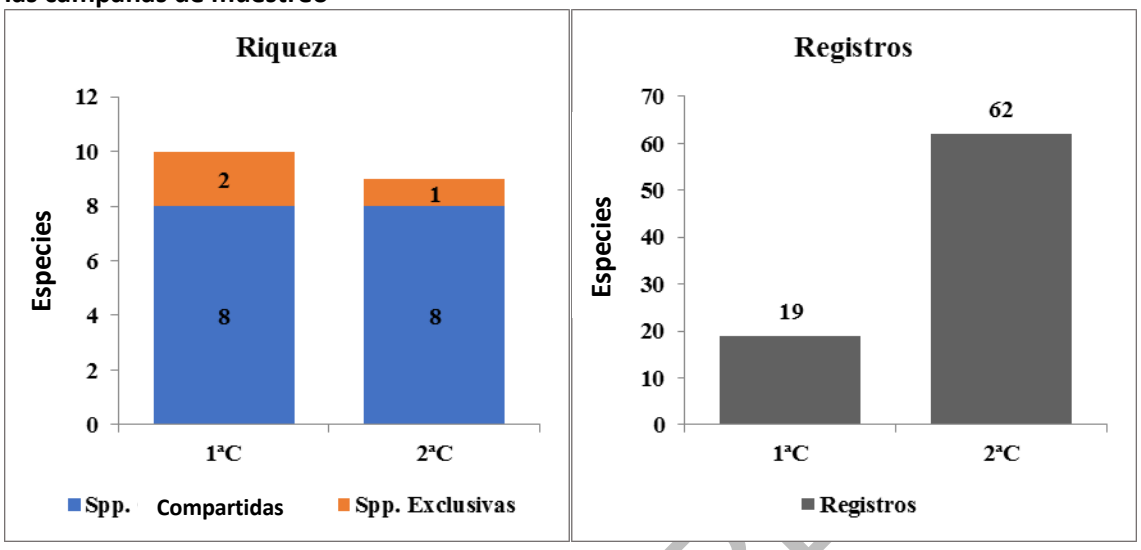
<u>Comparación entre las dos campañas de muestreo</u>

Como mencionó previamente, se obtuvieron un total de 85 registros en las dos campañas de campo, pertenecientes a 12 taxones, que se distribuyen en siete órdenes y nueve familias (**Tabla 5.3.2.4.4.c**).

Para la riqueza, el valor más alto de diversidad se obtuvo en la primera campaña, con 10 especies, de las cuales dos fueron exclusivas, es decir, sólo se registraron en esta primera campaña. Mientras que en la segunda campaña se obtuvieron un total de nueve especies, una de las cuales era exclusiva, por lo que la diferencia de riqueza entre las campañas fue de aproximadamente un 1% (**Figura 5.3.2.4.4.j**). Y para los valores de abundancia, a pesar de la ligera diferencia, se observa lo contrario, siendo la segunda campaña la de mayor valor, presentando 62 registros, mientras que la primera campaña presentó un total de 19 registros, lo que supone una diferencia de valor de tan sólo el 30% entre las campañas de muestreo (**Figura 5.3.2.4.4.j**).

ATOME PLC

Figura 5.3.2.4.4.j
Distribución de la riqueza, exclusividad y registros de mamíferos medianos y grandes entre las campañas de muestreo

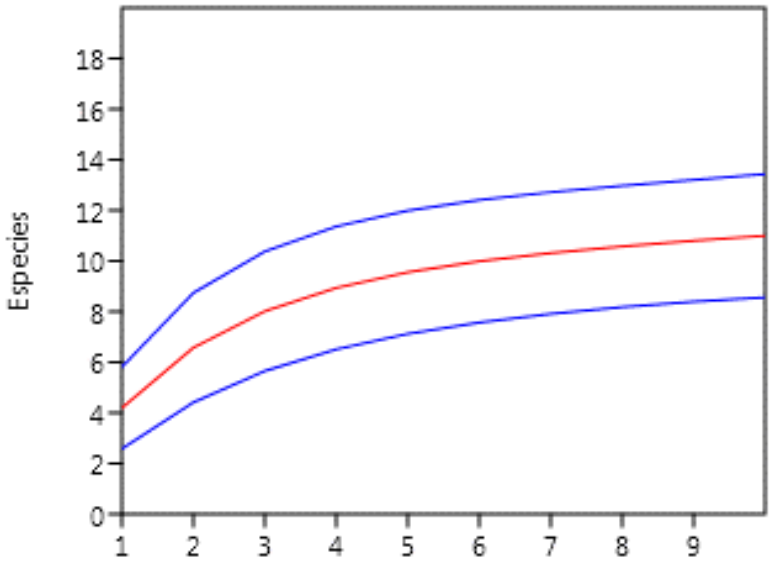


Suficiencia del muestreo

La curva de rarefacción resultante de las dos campañas de levantamiento de la mastofauna de medianos y grandes se muestra en la **Figura 5.3.2.4.4.k**. Aun considerando las dos campañas de muestreo (10 días), la curva muestra una tendencia ascendente, pero con una ligera tendencia a estabilizarse, lo que indica que, aunque se ha obtenido gran parte de la riqueza esperada, aún se esperan más especies para la riqueza total del área de estudio (**Figura 5.3.2.4.4.k**). Estos resultados ya eran esperados, teniendo en cuenta que los estudios con pequeños esfuerzos de muestreo no son suficientes para alcanzar la estabilidad de las curvas, lo que sólo debería ocurrir a largo plazo, especialmente cuando se consideran especies endémicas y/o en peligro de extinción, que son naturalmente raras y tienen baja densidad de población, requiriendo mucho más tiempo para ser registradas en el campo (COSTA-BRAGA *et* al., 2014; STRAUBE *et al*., 2010; VASCONCELOS, 2006). Este resultado es corroborado por los estimadores de riqueza (Chao2 y Jacknife 1), que estimaron más especies para la región del Proyecto (ver a continuación).

ATOME P

Figura 5.3.2.4.4.k
Curva de rarefacción por muestra para el total



Estimadores de riqueza, diversidad y homogeneidad

La **Tabla 5.3.2.4.d** muestra la riqueza, el número de registros, los estimadores de riqueza basados en la incidencia (Chao2 y Jackknife 1), así como los índices de diversidad alfa (alfa de Fisher y exponencial de Shannon) y la uniformidad para los resultados de los levantamientos de la mastofauna de medianos y grandes.

Los estimadores de riqueza generados (Chao 2 y Jacknife 1) corroboran los resultados mostrados por las curvas de rarefacción de especies (**Figura 5.3.2.4.4.k**), con estimaciones superiores a las observadas. Para el estimador Chao 2, se estimaron 11.45 especies y para Jacknife 1 la estimación fue de 12.8 especies, lo que indica que la suficiencia de muestreo fue del 87.34 y 78.13%, cuando se compara con el número total de especies registradas (S=10), respectivamente. Así, estos valores indican que aún se esperan 12.66 (Chao 2) y 21.88 (Jacknife 1) especies para el área de estudio (**Tabla 5.3.2.4.d**).

El índice de diversidad de Shannon (también llamado índice de Shannon-Wiener (H')) es uno de los varios índices utilizados para medir la diversidad en datos categóricos. Se trata simplemente de la información entrópica de la distribución. Este índice mide el grado de incertidumbre a la hora de predecir a qué especie pertenecerá un individuo elegido al azar en una muestra de S especies y N individuos. Además, permite comparar los valores del índice directamente con la riqueza observada, y cuanto mayor sea el valor del índice, mayor será la diversidad del área considerada (HILL, 1973; KEYLOCK, 2005; LUDWIG & REYNOLDS, 1988; TUOMISTO, 2010). Para este índice el valor fue de 2.1 (**Tabla 5.3.2.4.4.d**), que puede ser considerado alto, ya que los valores asumidos por el índice de Shannon-Wiener están entre 1.5 y 3.5 y sólo raramente superan el valor de 4,5 (MAGURRAN, 1988).

ATOME

Otro índice utilizado es el Alfa de Fisher, que presenta algunas ventajas sobre otros índices de diversidad en el sentido de que está poco influenciado por el tamaño de la muestra o la abundancia de las especies más comunes (TAYLOR & FORSMAN 1976). El índice Alfa de Fisher relaciona el número de especies (S) con el número de individuos (N) de una comunidad mediante la siguiente ecuación: $S = \alpha \ln (1 + N/\alpha)$ (FISHER *et al*. 1943). En el presente estudio, el índice fue de 3.4 (**Tabla 5.3.2.4.4.d**).

La equitatividad expresa la forma en que se distribuye el número de individuos entre las distintas especies, es decir, indica si las distintas especies tienen una abundancia (número de individuos) similar o divergente. Es proporcional a la diversidad, es decir, la relación entre la diversidad real y la diversidad máxima existente. Así, la Equitabilidad oscila entre 0 (cero) y 1 (uno), y para valores próximos a uno, indica una distribución uniforme de la abundancia de registros en el universo de muestreo (riqueza) (BROWER & ZAR 1984). Para el presente estudio, el índice fue de 0.9, lo que indica una mayor homogeneidad de la abundancia sobre las especies (**Tabla 5.3.2.4.4.d**).

Tabla 5.3.2.4.4.d
Estimadores de riqueza, diversidad y homogeneidad para las campañas de levantamiento de mamíferos medianos y grandes

Índices	Total
Riqueza Observada (S)	10
Número de registros (N)	81
Riqueza Estimada (Chao 2)	11.45
Riqueza Estimada (Jacknife 1)	12.8
Diversidad (Shannon, eH)	2.1
Diversidad (Alfa de Fisher)	3.4
Equitabilidad_J	0.9

Consideraciones finales

Los estudios primarios y secundarios de mamíferos medianos y grandes en el área del Proyecto resultaron en un total de 47 taxones, distribuidos en nueve órdenes y 19 familias. De este total, nueve especies son comunes a ambos estudios, y en cuanto a exclusividades, los estudios de campo obtuvieron registros para una especie, la comadreja de cuatro ojos (*Philander quica*). Este marsupial entra en la categoría de pequeños mamíferos, fue registrado por las cámaras trampa.

En cuanto al grado de conservación de las especies registradas tras el relevamiento en campo, según el listado nacional de especies protegidas de fauna silvestre de la clase Mammalia (Resolución SEAM N° 632 de 2017), ninguna fue categorizada en peligro de extinción. Así mismo, no se registran especies categorizadas según la clasificación internacional de la UICN (2022) y CITES (2023).

En este estudio no se registraron especies exóticas, introducidas, invasoras o nativas invasoras, ni tampoco especies consideradas endémicas del bioma.

La presencia confirmada de especies altamente especializadas, dependientes de entornos estructurados, como el gato montés (*Leopardus geoffroyi*) y el gato pardo (*Herpailurus yagouaroundi*), tiene un valor significativo en términos de conservación. También son

ATOME PLC

indicadores de la calidad ambiental, porque incluso bajo la influencia antrópica la región sigue siendo capaz de mantener elementos con elevados requisitos ambientales. Se evaluó que entre los registros, dos especies tienen potencial valor cinegético en el área del Proyecto y pueden sufrir presión de caza por parte del hombre: la comadreja común (*Didelphis albiventris*), la mulita grande (*Dasypus novemcinctus*), el oso melero (*Tamandua tetradactyla*), el conejito de monte (*Sylvilagus brasiliensis*), el zorro cangrejera (*Cerdocyon thous*), el gato montés (*Leopardus geoffroyi*), el gato moro (*Herpailurus yagouaroundi*) y la corzuela (*Subulo gouazoubira*).

En cuanto a la suficiencia del muestreo, la curva de rarefacción de especies generada muestra una tendencia ascendente, pero con una ligera tendencia a estabilizarse, lo que indica que, aunque se ha obtenido una gran parte de la riqueza esperada, aún se esperan más especies para la riqueza total de la zona de estudio. Los estimadores de riqueza generados corroboran los resultados mostrados por las curvas de rarefacción de especies, con estimaciones superiores a las observadas.

5.3.3
Ictiofauna

El levantamiento de la ictiofauna en el área de influencia del Proyecto se basó en datos secundarios obtenidos de los estudios de Menni (2004), Sverlij *et al*. (2013) y Brancolini *et al*. (2014), realizados en la cuenca baja del río Paraguay. Además, para componer la lista de especies, se consideraron los taxones estudiados en los trabajos de Cardoso *et al*. (2016), Friel & Carvalho (2016) y Rosso *et al*. (2017), que estudiaron o describieron especies de la cuenca baja del río Paraguay.

Las especies compiladas a partir de los estudios citados se muestran en la **Tabla 5.3.3.a**. Cabe señalar que la lista incluye actualizaciones taxonómicas para varios taxones citados en los estudios utilizados como fuentes y estas actualizaciones se realizaron en base al Catálogo de Peces de Eschmeyer (FRICKIE *et al*., 2023). En total, hay 168 taxones, cuatro de los cuales sólo se han identificado a nivel de género. Las 168 especies recopiladas se distribuyen en 45 familias y 13 órdenes. La mayoría de los taxones pertenecen a los órdenes Characiformes y Siluriformes (**Figura 5.3.3.a**). Este patrón de distribución por órdenes es conocido para la región Neotropical, donde predominan los Characiformes y Siluriformes, seguidos de los Perciformes (LOWE-MCCONNELL, 1987). La mayoría de las especies clasificadas anteriormente como Perciformes constituyen el orden actual de los Cichliformes, que es el 3er orden más representativo en estos estudios.

Tabla 5.3.3.a
Especies registradas en el Área de Influencia Indirecta – Cuenca baja del río Paraguay

Orden	Familia	Especie	IUCN	Exótico	Fuente
Atheriniformes	Atherinopsidae	*Odontesthes bonariensis*	DD		2
Characiformes	Acestrorhynchidae	*Acestrorhynchus altus*	DD		1
		Acestrorhynchus pantaneiro	LC		2, 5
	Anostomidae	*Leporinus friderici*	LC		1
		Leporinus lacustris	LC		5
		Megaleporinus obtusidens	LC		1, 2
		Schizodon borelli	LC		2, 5
	Bryconidae	*Brycon orbignyanus*			2

ATOME PLC

Tabla 5.3.3.a
Especies registradas en el Área de Influencia Indirecta – Cuenca baja del río Paraguay

Orden	Familia	Especie	IUCN	Exótico	Fuente
		Salminus brasiliensis			1, 2, 5
	Characidae	*Aphyocharax anisitsi*			1, 5
		Aphyocharax dentatus			1, 5
		Aphyocharax nattereri			5
		Astyanax abramis			1
		Astyanax alleni			1
		Astyanax bimaculatus	LC		1
		Astyanax lacustris	LC		1, 5
		Astyanax lineatus			1
		Charax gibbosus			1
		Charax leticiae			5
		Charax stenopterus			1
		Cheirodon interruptus			5
		Ctenobrycon multiradiatus			1
		Cyanocharax sp			5
		Cynopotamus argenteus			1
		Deuterodon luetkenii			1, 5
		Galeocharax humeralis			1
		Gymnocorymbus ternetzi			1, 5
		Hyphessobrycon eques			1
		Hypostomus formosae			3
		Markiana nigripinnis	LC		1, 5
		Moenkhausia dichroura			1, 5
		Moenkhausia intermedia			1
		Moenkhausia sanctaefilomenae	LC		1
		Odontostilbe paraguayensis			1
		Odontostilbe pequira			1, 5
		Poptella paraguayensis			1
		Prionobrama paraguayensis			1, 5
		Psalidodon cf. fasciatus			1, 5
		Psalidodon pellegrini			5
		Psellogrammus kennedyi			1, 5
		Pseudocorynopoma doriae			1
		Roeboides descalvadensis			1, 5
		Roeboides microlepis	LC		1, 5
		Serrapinnus calliurus			5
		Serrapinnus kriegi			5
		Serrapinnus microdon			5
		Tetragonopterus argenteus			1, 5
	Crenuchidae	*Characidium cf. fasciatum*			1
	Curimatidae	*Curimatella dorsalis*			1, 2
		Cyphocharax platanus			1, 2
		Cyphocharax saladensis			2
		Cyphocharax spilotus			1
		Cyphocharax voga	LC		1, 2
		Potamorhina squamoralevis			1, 2
		Psectrogaster curviventris			1, 2, 5
		Steindachnerina brevipinna			1, 5

ATOME PLC

Tabla 5.3.3.a
Especies registradas en el Área de Influencia Indirecta – Cuenca baja del río Paraguay

Orden	Familia	Especie	IUCN	Exótico	Fuente
		Steindachnerina conspersa			1, 5
	Cynodontidae	*Raphiodon vulpinus*			1, 2
	Erythrinidae	*Hoplerythrinus unitaeniatus*	LC		1, 5
		Hoplias malabaricus	LC		1, 5
	Gasteropelecidae	*Thoracocharax stellatus*			1
	Hemiodontidae	*Hemiodus orthonops*			1, 2
	Iguanodectidae	*Piabucus melanostoma*			1
	Lebiasinidae	*Pyrrhulina australis*	LC		1, 5
	Parodontidae	*Apareiodon affinis*			1
	Prochilodontidae	*Prochilodus lineatus*			1, 2, 5
	Serrasalmidae	*Mylossoma duriventre*			1, 2
		Piaractus mesopotamicus			1, 2
		Pygocentrus nattereri			1, 2 , 5
		Serrasalmus maculatus			5
		Serrasalmus marginatus			1, 2, 5
		Serrasalmus spilopleura			1
	Triportheidae	*Triportheus nematurus*			1, 2
		Triportheus pantanensis			5
Cichliformes	Cichlidae	*Apistogramma borellii*			1, 5
		Apistogramma commbrae			1
		Bujurquina vittata			1, 5
		Cichla kelberi			2
		Cichlasoma dimerus			1, 5
		Coptodon rendalli		EX	2
		Crenicichla semifasciata			1, 5
		Crenicichla vittata			1
		Gymnogeophagus balzanii			1, 5
		Oreochromis niloticus		EX	2
		Saxatilia lepidota			1, 5
Clupeiformes	Engraulidae	*Lycengraulis grossidens*	LC		2
Cypriniformes	Cyprinidae	*Cyprinus carpio*		EX	2
	Xenocyprididae	*Hypophthalmichthys molitrix*		EX	2
Cyprinodontiformes	Poeciliidae	*Poecilia reticulata*			4
	Rivulidae	*Austrolebias bellottii*			1
		Neofundulus paraguayensis			1
		Pterolebias longipinnis			1, 5
		Rivulus sp.			1
		Trigonectes balzanii			5
Gymnotiformes	Gymnotidae	*Gymnotus carapo*	LC		1
		Gymnotus inaequilabiatus			5
	Hypopomidae	*Brachyhypopomus gauderio*			5
	Rhamphichthyidae	*Rhamphichthys hahni*	LC		5
	Sternopygidae	*Eigenmannia trilineata*			5
		Eigenmannia virescens			1
		Sternopygus macrurus			1
Lepidosireniformes	Lepidosirenidae	*Lepidosiren paradoxa*	LC		1, 5
Myliobatiformes	Potamotrygonidae	*Potamotrygon motoro*	DD		5
Perciformes	Centrarchidae	*Micropterus salmoides*		EX	2

ATOME PLC

Tabla 5.3.3.a
Especies registradas en el Área de Influencia Indirecta – Cuenca baja del río Paraguay

Orden	Familia	Especie	IUCN	Exótico	Fuente
	Sciaenidae	*Plagioscion ternetzi*	DD		2
Pleuronectiformes	Achiridae	*Catathyridium jenynsii*	LC		1
Siluriformes	Ariidae	*Genidens barbus*			2
	Aspredinidae	*Amaralia oviraptor*	LC		6
	Auchenipteridae	*Ageneiosus inermis*			2
		Ageneiosus militaris			2
		Auchenipterus nigripinnis			1
		Auchenipterus osteomystax			1, 5
		Trachelyopterus cf. ceratophysus			1
		Trachelyopterus striatulus			1, 5
	Callichthyidae	*Callichthys callichthys*			1, 5
		Corydoras hastatus			1, 5
		Corydoras microps	LC		1
		Corydoras paleatus			1
		Hoplosternum littorale			1, 5
		Lepthoplosternum pectorale			5
		Megalechis thoracata			1
	Clariidae	*Clarias gariepinus*		EX	2
	Doradidae	*Anadoras weddellii*	LC		1, 5
		Ossancora eigenmanni			1
		Oxydoras kneri			2
		Pterodoras granulosus			1, 2
		Rhinodoras dorbignyi			1
		Trachelyopterus cf. galeatus			2
		Trachydoras paraguayensis			1
	Heptapteridae	*Pimelodella gracilis*	LC		1, 5
		Pimelodella howesi			1
		Pimelodella laticeps	LC		1, 5
		Rhamdia quelen	LC		5
	Hypopomidae	*Brachyhypopomus brevirostris*			1
	Ictaluridae	*Ictalurus punctatus*		EX	2
	Loricariidae	*Hisonotus maculipinnis*			1
		Hypoptopoma inexspectatum			1
		Hypostomus commersoni			1
		Hypostomus sp.1			5
		Hypostomus sp.2			5
		Loricaria simillima			1, 2
		Loricariichthys maculatus			1
		Loricariichthys platymetopon			5
		Otocinclus vittatus			5
		Potamorrhaphis eigenmanni	LC		1
		Pterygoplichthys ambrosetti			1, 5
		Pterygoplichthys multiradiatus			1
		Rineloricaria parva			1, 5
		Sturisoma robustum			1, 5
	Pimelodidae	*Bergiaria westermanni*	LC		1
		Hemisorubim platyrhynchos			1
		Hypophthalmus edentatus			2, 5

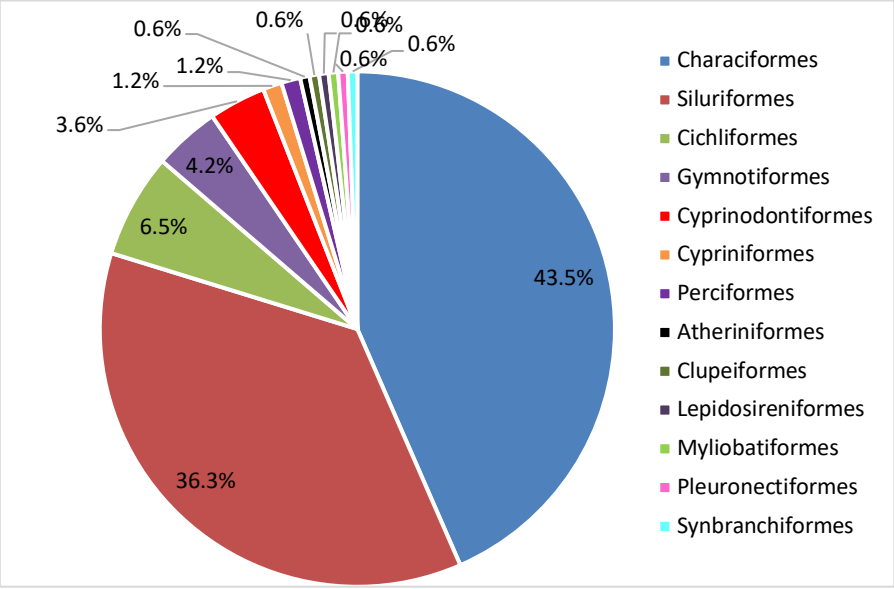
ATOME PLC

Tabla 5.3.3.a
Especies registradas en el Área de Influencia Indirecta – Cuenca baja del río Paraguay

Orden	Familia	Especie	IUCN	Exótico	Fuente
		Hypophthalmus oremaculatus	LC		2
		Luciopimelodus pati			1, 2
		Pimelodus albicans			1, 2, 5
		Pimelodus argenteus	LC		1
		Pimelodus maculatus	LC		1, 2
		Pimelodus ornatus			1, 5
		Pseudoplatystoma cf. fasciatum			1
		Pseudoplatystoma corruscans			1, 2, 5
		Pseudoplatystoma reticulatum			2, 5
		Sorubim lima	LC		1, 2, 5
		Steindachneridion scriptum			2
		Zungaro jahu			2
	Pseudopimelodidae	*Pseudopimelodus mangurus*	LC		2
	Trichomycteridae	*Tridentopsis cahuali*			5
		Tridentopsis pearsoni			1
Synbranchiformes	Synbranchidae	*Synbranchus marmoratus*	LC		1, 5

Nota: Estado de conservación según la UICN - LC: "Last Concern" – de poca preocupación; DD: Datos Insuficientes. Referencias: 1 - Menni (2004); 2 - Sverlij *et al*. (2013); 3 - Cardoso *et al*. (2016); 4 - Rosso *et al*. (2017); 5 - Brancolini *et al*. (2014); 6 - Friel & Cardoso (2016).

Figura 5.3.3.a
Distribución de los taxones entre los distintos órdenes recopilados



La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2022) aún no ha clasificado el estado de amenaza de la mayoría de las especies recopiladas en la **Tabla 5.3.3.a**. De las que ya han sido clasificadas, ninguna está considerada en algún grado de amenaza de extinción y la mayoría están clasificadas en la categoría de baja preocupación (LC). A nivel nacional, todavía no existe una lista de clasificación de amenazas para los peces.

En la entrevista realizada en la comunidad de Puerto Lobato para el estudio de caracterización de la actividad pesquera en el AII del Proyecto (**Sección 5.4.1.5.3**), se mencionó la captura de surubí en la actividad pesquera local con fines comerciales o de subsistencia. Entre los taxones listados en la **Tabla 5.3.3.a** se encuentran tres especies del género Pseudoplatystoma (*P. corruscans*, P. reticulatum y *P.* cf. *fasciatum*) que son conocidas popularmente como surubíes. Además, durante el estudio de la actividad pesquera, el entrevistado también mencionó la pesca de peces blancos más pequeños, que se utilizan básicamente para el autoconsumo, pero no mencionó los nombres de los peces que se tratan localmente como peces blancos. Por lo tanto, no fue posible identificar cuáles de las especies potencialmente presentes en el AII forman parte de este grupo de peces blancos capturados por la población local.

Del total de taxones recopilados, siete especies (*Oreochromis niloticus*, *Cyprinus carpio*, *Micropterus salmoides*, Hypophthalmichthys molitrix, *Clarias gariepinus* e *Ictalurus punctatus*) son exóticas, es decir, originarias de otros continentes e introducidas en la cuenca fluvial.

5.3.4
Áreas de Interés para la Biodiversidad

5.3.4.1
Áreas Silvestres Protegidas (ASP)

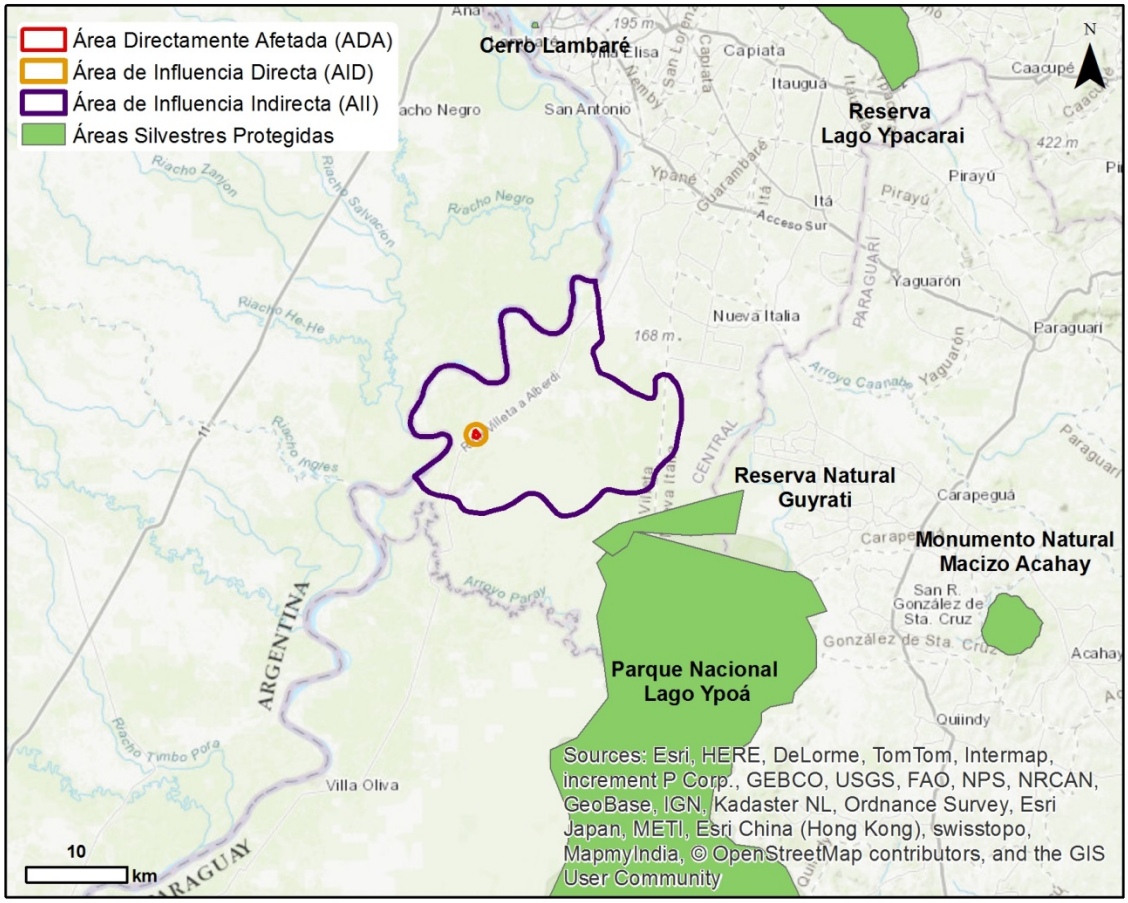
La Ley Nº 352/94 de Áreas Silvestres Protegidas (ASP) tiene como objetivo fijar normas generales para la regulación y manejo del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Paraguay (SINASIP). El SINASIP es el conjunto de Áreas Silvestres Protegidas de relevancia ecológica y social, a nivel internacional, nacional y local, bajo un manejo ordenado y dirigido que permite cumplir con los objetivos y políticas de conservación establecidos por el gobierno paraguayo, según el Artículo 5º de la Ley de Áreas Silvestres Protegidas.

Según el Mapa Actualizado al 2022 del SINASIP[9], el AII del proyecto no se superpone con ningún área silvestre protegida. Las ASP más cercanas son la Reserva Natural Guyrati y el Parque Nacional Lago Ypoá (**Figura 5.3.4.1.a**), que se encuentran a unos 3 kilómetros del límite del AII.

ATOME PLC

[9] Mapa (mades.gov.py)

Figura 5.3.4.1.a
Áreas Silvestres Protegidas en la región del proyecto



Fuente: MADES.

La Reserva Natural Guyrati es un ASP bajo dominio privado creada en noviembre de 2010 (Decreto Nº 5450, rectificado por Decreto Nº 10042).

El Parque Nacional Lago Ypoá es un ASP bajo dominio público creado en 1992 por el Decreto 13681 El parque es una laguna de agua dulce permanente, con zonas pantanosas asociadas (esteros y embalsados) y cercana a la laguna Cabral y Verá. El área está constituida de pequeñas elevaciones y regiones bajas, inundables.

Las comunidades naturales que se presentan en el área son: lacustres, palustres, ripiaras, y terrestres. En las comunidades lacustres se encuentra el Lago Ypoá y las lagunas Cabral y Verá. Las comunidades palustres enmarcan a los esteros y embalsados, la comunidad riparia comprende pequeños y numerosos cuerpos de agua. Los esteros se encuentran cubiertos principalmente por los géneros *Cyperus, Panucum*, *Thalia* y *Canna*.

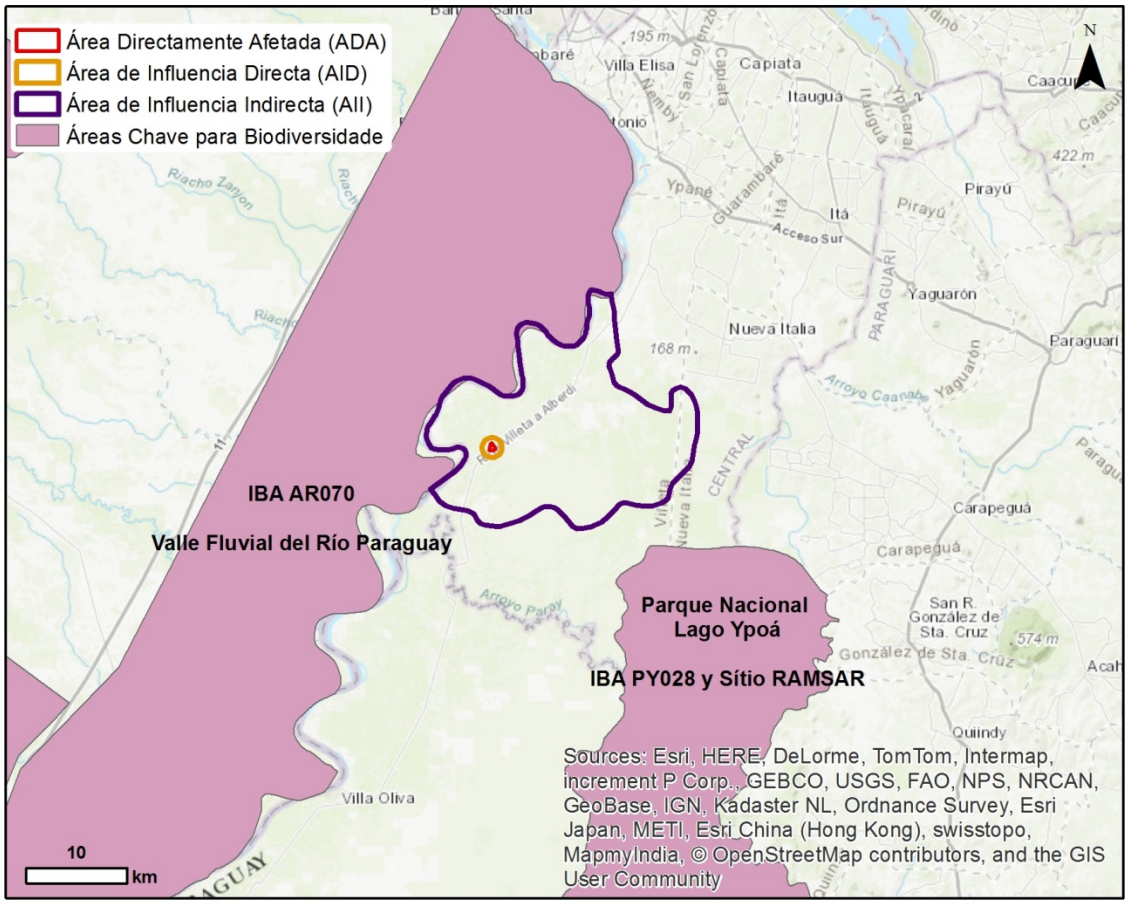
Las comunidades terrestres son representadas por Bosque semicaducifolio, que se desarrollan en los lugares más elevados y árboles con una altura promedio de 15 m, las sábanas, de vegetación herbácea con árboles y arbustos dispersos, y los roquedales, afloramientos graníticos asociados a las Bromeliaceas, y Cactaceas. En la comunidad faunística se registraron 134 especies de aves y 21 especies de mamíferos.

El Parque Nacional Lago Ypoá también es un área de importancia internacional, clasificado como un Sitio Ramsar y un Área de Importancia para las Aves (*Important Bird Area*/IBA).

5.3.4.2
Otras Áreas de Interés para la Biodiversidad

Además de las Áreas Silvestres Protegidas, hay cerca del AII del Proyecto otras áreas importantes para la biodiversidad internacionalmente reconocidas, una IBA en territorio argentino, además del Lago Ypoá, que es una IBA y un Sitio Ramsar (**Figura 5.3.4.2.a**).

Figura 5.3.4.2.a
Áreas Importantes para la Biodiversidad internacionalmente reconocidas



Fuente: elaboración propia.

La identificación de Áreas Importantes para la Conservación de Aves (IBA) es una iniciativa de la organización inglesa BirdLife International, la cual busca identificar sitios importantes para conservar las especies de avifauna amenazadas al nivel global, combinando bases técnicas-científicas con la identificación de áreas críticas para la biodiversidad. Aunque estos sitios no son considerados como áreas protegidas, la idea es tenerlos en cuenta para realizar esfuerzos de conservación.

El concepto de IBA engloba tres aspectos importantes: especies de aves, área geográfica y esfuerzos de conservación (CARTES, 2008). Las aves, conocidas como especies indicadoras, demuestran que estos sitios son importantes para otros grupos taxonómicos, por lo tanto, el esfuerzo de conservación para estos sitios debería ser mayor en cada país. El enfoque principal de las IBAs es la conservación de aves amenazadas, endémicas, restrictas y congregatorias.

Las IBA más cercana al proyecto es AR070 Valle Fluvial del Río Paraguay, que se encuentra en el territorio argentino, en las orillas del río Paraguay, ocupa una faja de hasta 40 km de ancho desde la costa del eje Paraguay-Paraná hasta la ruta nacional Nº 11 en Argentina.

Según *BirdLife International* (2023[10]), toda el área se encuentra sometida a un régimen de crecidas y bajantes, con pulsos de inundaciones. Desde la costa hacia el oeste se van sucediendo y ocupan distintos espacios los bosques chaqueños, sabanas de algarrobos (*Prosopis* sp.) o de palmera caranday (*Copernicia alba*) y bañados.

El área ha sido poco prospectada. Se han registrado nueve especies globalmente amenazadas, pero el área cuenta además con registros sin confirmación actual para algunas especies de pastizales amenazadas como el yetapá de collar (*Alectrurus risora*), el tachurí coludo (*Culicivora caudacuta*) y el cachilo de antifaz (*Coryphaspiza melanotis*). Es habitual la presencia temporal de bandadas de capuchinos del género *Sporophila* durante las migraciones. Existen datos interesantes para el área, incluyendo especies raras o de distribución restringida en la región como el lechuzón mocho grande (*Pulsatrix perspicillata*) y el águila viuda (*Spizastur melanoleucus*). También se registran migrantes neárticos como el águila pescadora (*Pandion haliaetus*) y el milano boreal (*Ictinia mississippiensis*), además presenta una alta diversidad y densidad de aves acuáticas.

Ya el Parque Nacional Lago Ypoá alberga varios tipos de hábitats; ambientes acuáticos, pastizales inundables y bosques de galería por lo cual presenta una avifauna muy variada, con aves acuáticas de esteros y de bosques, con algunas especies de pastizal y especies de chaco.

En la región no se observan otras áreas importantes para la biodiversidad internacionalmente reconocidas.

ATOME PLC

5.3.5
Análisis de hábitat crítico

El análisis de hábitat critico (HC) se realizó con base en el levantamiento de biodiversidad realizado en el terreno del Proyecto y las definiciones de cada uno de los criterios desencadenantes de HC. Los valores de biodiversidad fueron evaluados en relación con las definiciones de cada uno de los 5 criterios (especies amenazadas, endémicas, migratorias congregantes, ecosistemas nativos y procesos evolutivos clave), y estos fueron denominados valores de biodiversidad prioritarios. Las especies listadas con algún grado de amenaza por las listas nacional y/o internacional fueron analizadas para verificar los umbrales de activación del HC, según los umbrales y definiciones presentados en las Notas de Orientación (NO) de la ND 06 respectivas a cada criterio.

[10] BirdLife Data Zone

La NO59 de la ND 06 orienta que se debe identificar un área de análisis ecológicamente apropiada (AAEA) para determinar la presencia de HC para cada especie de ocurrencia regular en la región del proyecto, o ecosistema, que esté enmarcado en alguno de los criterios de HC, según umbrales específicos. La delimitación de esta AAEA debe considerar la distribución de la especie y la conectividad del paisaje, que respalda los procesos ecológicos necesarios para la supervivencia de las especies. Las AAEA representan un recorte regional de la distribución de las especies y respaldan el análisis de activación de HC. De este modo, la delimitación del AAEA debe realizarse para el área de inserción del proyecto en análisis, pero no se limita a su área de influencia. Para valores de biodiversidad que tienen características ecológicas similares, se puede delimitar una única AAEA.

La delimitación del AAEA para los valores de biodiversidad potencialmente desencadenantes de HC consideró los hábitats nativos en el Área de Influencia del Proyecto y su continuidad en el paisaje, las fitofisionomías de ocurrencia de las especies, continuación del hábitat y límites de ríos.

5.3.5.1
Criterio 1

La Lista Roja de la UICN es un indicador de biodiversidad para informar sobre el rango, el tamaño de la población, el hábitat y la ecología, el uso y/o el comercio y las amenazas de las especies.

Como parte del criterio 1, la NO70 de la ND 06 determina que son las especies amenazadas de extinción en las categorías en peligro (*endangered/*EN) y críticamente en peligro (*critically endangered/*CR) a nivel global (según la lista roja de especies amenazadas de la UICN). La NO71 también destaca que las evaluaciones regionales o locales de amenaza, que utilicen el mismo criterio de la UICN, pueden ser consideradas a criterio del equipo de análisis.

La NO72 establece los umbrales de activación de HC para el criterio 1, que son los siguientes:

a) Áreas que sostengan concentraciones globalmente importantes de una especie clasificada como CR o EN por la UICN (≥ 0,5% de la población global Y ≥ 5 unidades reproductivas de una especie CR o EN);
b) Áreas que sostengan concentraciones globalmente importantes de una especie clasificada como Vulnerable (*vulnerable/*VU) o casi amenazada (*near threatened/*NT) por la UICN, cuya pérdida de esta población resultaría en la alteración del estatus de amenaza para EN o CR y alcanzaría los límites establecidos en el ítem NO72(a);
c) Según corresponda, áreas que contengan concentraciones importantes de una especie clasificada como EN o CR a nivel nacional o regional.

La lista de flora amenazada del Paraguay no utiliza los criterios de la lista roja de la UICN (UICN, 2010[11])[12]. Así, el ítem NO72(c) no es aplicable a esta evaluación para la flora.

Para las especies potencialmente desencadenantes por la NO72(a), el análisis de los umbrales de HC se realizó mediante la comparación entre el AAEA de la especie y el Área de Ocupación

[11] RL-2012-002-Es.pdf (iucn.org)
[12] Home | National Red List

ATOME PLC

(*Area of Ocupancy/*AOO) de la misma. El límite definido en la NO72(a) se basa en el tamaño de la población de individuos maduros en relación con la población global de la especie. Esta información no está disponible en la bibliografía para la gran mayoría de las especies. Igualmente, difícil es la determinación de la cantidad de unidades reproductivas de una especie determinada. Por lo tanto, para permitir el análisis de la activación del límite de encuadramiento, se estableció la premisa de que los individuos de una población se distribuyen de manera igualitaria dentro de su AOO. Entonces, la verificación para saber si se dispara el límite de clasificación se realiza mediante la comparación directa entre el AOO de una especie con su AAEA, dentro del área de análisis del Proyecto.

El AOO de un taxón se define como el área dentro de la Extensión de Ocurrencia (*Extent of Occurrence*/EOO[13]) que puede ocupar efectivamente, excluyendo casos ocasionales. Esta medida refleja el hecho de que un taxón no suele ocupar todo el ámbito de su EOO, que puede contener hábitats inadecuados para las necesidades de una determinada especie (UICN, 2001). Así, la AOO debe adaptarse a las características biológicas y ecológicas del taxón, es decir, a las características de la fitofisionomía de ocurrencia, altitud, etc., necesarias para satisfacer las demandas de alimentación, abrigo y reproducción y para sostener la población de cada especie. En este contexto, el AOO permite tener una idea de la extensión geográfica de la población global de cada especie, lo que permite inferir la importancia que tiene el AAEA en el contexto global de apoyo a la población de una determinada especie.

Para las especies potenciales desencadenantes de HC según la NO72(b), se verificó la ocurrencia de una densidad poblacional significativa dentro del AAEA. Esta evaluación se realizó con base en los datos de registro disponibles en la literatura, tanto primaria como secundaria. La información disponible se evaluó conjuntamente para determinar si existen indicios o información sobre la existencia de concentraciones significativas de individuos en el área.

La evaluación de la activación del gatillo por la NO72(b) buscó comprender si, con base en la densidad poblacional observada para cada especie potencial gatillo y los impactos conocidos y descritos del Proyecto, habrá una reducción significativa en esa población que altere su estado de amenaza. Según la UICN (2012), el cambio del estado de amenaza de una especie clasificada como VU (Vulnerable) a EN (En Peligro) debe evaluarse en base a 5 criterios:

a) Una reducción de la población observada, estimada, inferida o sospechada de ≥50% o ≥70%, ocasionada por causas reversibles o no, a lo largo de los últimos 10 años o tres generaciones;
b) Distribución geográfica = EOO con menos de 5,000 km² o AOO estimada en menos de 500 km²;
c) Tamaño de la población estimado en menos de 2,500 individuos maduros y en declive continuo estimado en al menos un 20% en cinco años o en declive continuo en el número de individuos maduros;
d) Población estimada en menos de 250 individuos maduros;
e) Análisis cuantitativo que indica la probabilidad de extinción en la naturaleza de al menos un 20% en 20 años o cinco generaciones.

[13]La extensión de la ocurrencia se define como el área contenida dentro del límite imaginario continuo más corto que puede trazarse para abarcar todos los lugares conocidos, inferidos o proyectados de ocurrencia actual de un taxón, excluyendo los casos excepcionales (UICN, 2012).

Para que una especie sea considerada potencialmente gatillo según la NO72(b) y alcance el umbral del HC, estos cambios en el estado de amenaza deben ocurrir como resultado de los impactos del Proyecto. Considerando los requisitos para clasificar a una especie como EN (En Peligro), esta alteración es más probable de ocurrir en proyectos con impactos potencialmente generalizados en el uso de la tierra, especialmente cuando se considera la escala de alcance mundial de las especies[14].

El Proyecto se está implementando en un área predominantemente ocupada por hábitats naturales. La conversión de hábitats naturales se dará en 25.67 hectáreas, incluyendo la implantación actual y expansión futura de la Planta y la franja de servidumbre de la línea de transmisión (50 m de ancho) lo que representa el 82% del área directamente afectada del Proyecto (ver **Sección 5.3.1.4**). Sin embargo, estas 25.67 hectáreas representan sólo el 10% del total de vegetación nativa del AID[15], y el 0.3% del total de vegetación nativa del AII[16].

Así, aunque la conversión de hábitats naturales representa la mayor proporción del ADA, debido a que el terreno no es grande, no representa una proporción significativa de los hábitats naturales del AID y AII. Por lo tanto, se entiende que no habrá una conversión generalizada de uso de suelo en el área de influencia del Proyecto para su implementación.

Las especies de fauna y flora con ocurrencia potencial o confirmada en el área del Proyecto fueron evaluadas en relación con su adecuación a las definiciones de los ítems (a) y (b) de la NO72.

De los datos del levantamiento de flora, se encontró que ninguna especie está clasificada como VU, EN o CR por la UICN. De la fauna el resultado fue que sólo hay una (1) especie clasificada como EN/CR (ítem a de la NO72), la lobito gargantilla *Pteronura brasiliensis*, y 6 clasificadas como VU por la UICN, evaluadas según los límites establecidos en el ítem (b) de la NO72.

El tapetí *S. brasiliensis*, aunque clasificado como EN por la UICN, no fue incluido en la evaluación en relación con el límite NO72(a) porque la especie clasificada como EN por la UICN está restringida al Centro de Endemismo de Pernambuco, en el noreste brasileño. La especie identificada en la región del Proyecto es probablemente otra especie que necesita ser mejor estudiada para definir su clasificación, así como su distribución y estado de amenaza.

El taguá *Catagonus wagneri* y el armadillo *Priodontes maximus* se incluyeron en la lista de potencial ocurrencia del área de influencia del Proyecto por medio de datos secundarios. Rumbo (2010) lista estas dos especies como de ocurrencia en la región del Chaco Húmedo, que se distribuye tanto por la región oriental como occidental del Paraguay. Sin embargo, según las diferentes basis de datos consultadas (UICN, GBIF, *Map of Life*), la distribución más reciente de estas dos especies no incluye la región del Proyecto.

[14] El entendimiento sobre el potencial de especies clasificadas como vulnerables para activar el límite de hábitat crítico está presente en el Marco de Políticas Socioambientales del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), específicamente en el Padrão de Desempenho Socioambiental (PDAS) 6. Este marco de políticas se refiere a las normas y pautas que el BID sigue para evaluar y gestionar los impactos socioambientales de sus proyectos y actividades, y el PDAS 6 aborda específicamente la conservación de la biodiversidad y la protección del hábitat crítico.

[15] Según el mapeo realizado por JGP, ver Sección 5.3.1.2.

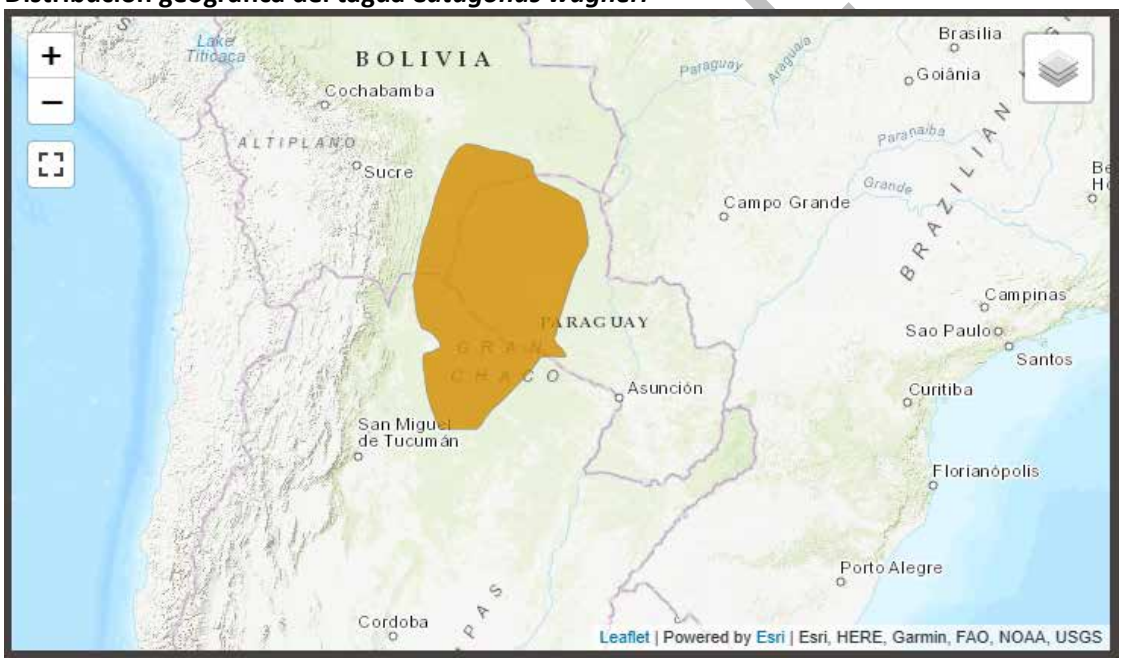
[16] Según el mapeo del proyecto MapBiomas Chaco año 2021, ver Sección 5.3.1.1

ATOME

El taguá *Catagonus wagneri* se distribuye en el noroeste del Chaco Seco, en la región occidental del Paraguay (**Figura 5.3.5.1.a**). El armadillo *Priodontes maximus* tiene distribución amplia por toda América latina, sin embargo, específicamente en Paraguay ocurre en la región occidental del país (**Figura 5.3.5.1.b**).

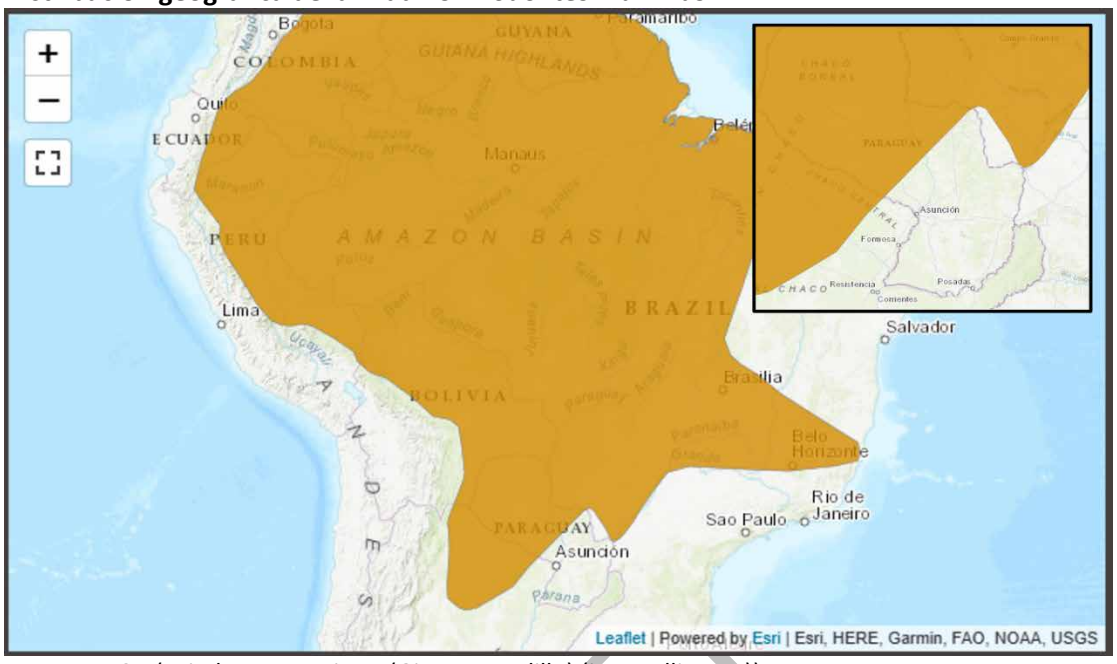
El armadillo *P. maximus* es una especie altamente especializada y sensible, siendo una de las primeras especies de mamíferos en desaparecer como resultado de acciones antrópicas, estando ausente en áreas de ocurrencia histórica a lo largo de su distribución original (WETZEL *et al*., 2008). El taguá *C. wagneri* está más fuertemente asociada al Chaco Seco, con pocos registros históricos en la región del Chaco Húmedo. Asociado a esto, la intensa ocupación humana, los cambios ambientales y las influencias antropogénicas en el área del proyecto impiden cualquier posibilidad de ocurrencia de la especie en la región (ALTRICHTER *et al*., 2015).

Figura 5.3.5.1.a
Distribución geográfica del taguá *Catagonus wagneri*



Fuente: UICN (*Catagonus wagneri* (Chacoan Peccary) (iucnredlist.org)

Figura 5.3.5.1.b
Distribución geográfica del armadillo *Priodontes maximus*



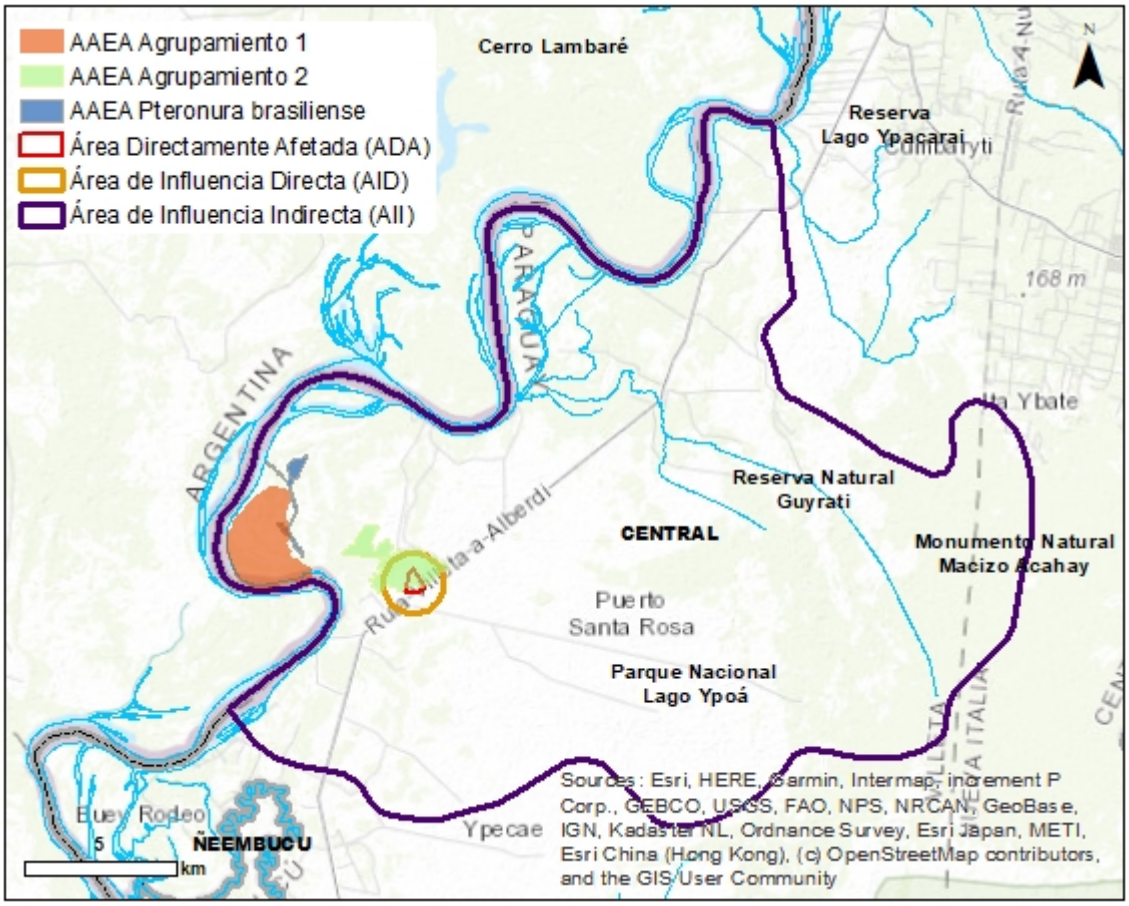
Fuente: UICN (*Priodontes maximus* (Giant Armadillo) (iucnredlist.org))

El análisis realizado de acuerdo con el ítem "a" de la NO72 se presenta en el **Cuadro 5.3.5.1.a**, y los análisis realizados de acuerdo con el ítem "b" de la NO72 se presentan en el **Cuadro 5.3.5.1.b**. Como se puede verificar en estos Cuadros, ninguna especie activó el límite de inclusión de HC según el criterio 1.

La delimitación de las AAEA se presenta en la **Figura 5.3.5.1.c** a continuación.

ATOME

Figura 5.3.5.1.c
Área de análisis ecológicamente apropiada utilizada en la verificación de los umbrales



Fuente: Elaboración propia.

ATC

Cuadro 5.3.5.1.a
Análisis de activación de hábitats críticos del Criterio 1 según la Nota de Orientación 72 ítem "a"

Grupo	Especie	Nome popular	Tipo de registro	Status de amenaza	Criterio	Ecología y distribución	EOO (km²)	AOO (km²)	AAEA (km²)	AAEA/ AOO (%)	Conclusión HC	Fuente
Mammalia	*Pteronura brasiliensis*	Lobito Gargantilla	Secundario	EN (IUCN)	NO72-a	Especie de mamífero semiacuático que habita en América del Sur, con distribución por varios países: Brasil, Perú, Colombia, Venezuela, Guyana, Surinam y Guayana Francesa. Ocurre en hábitats de ríos, lagos y lagunas de agua dulce, así como áreas de pantanos y humedales. El hábitat preferido de la especie parecen ser los ríos con buena calidad de agua, con vegetación nativa en buen estado de conservación en las orillas y abundantes reservas de alimentos.	8,263,663.50	2,528.00	0.20	0.01%	No hay hábitats preferidos para la especie cerca del terreno del Proyecto. Estos hábitats se encuentran en su mayoría cerca de las orillas del río Paraguay, a unos 4 km lejos del ADA del Proyecto, donde se delimitó el AAEA. El límite de 0.5% no fue alcanzado. La especie no es desencadenante de HC.	IUCN, GBIFF EOO y AOO delimitadas con GeoCAT

Cuadro 5.3.5.1.b
Análisis de activación de hábitats críticos del Criterio 1 según la Nota de Orientación 72 ítem "b"

Grupo	Especie	Nombre popular	Tipo de registro	Estado de amenaza	Agrup.	Hábitat	Análisis	Abundancia global	EOO (km²)	AAEA (km²)	Población global estimada (en ind.)	Población estimada en el AAEA (en ind.)	Representatividad del AAEA en la población global (%)	Conclusión HC	Fuente
Aves	*Alectrurus risora*	Guyra jetapa	Secundario	EN (MADES)/ VU (IUCN)	1	Ave de América del Sur y se encuentra principalmente en la región del Cerrado en Brasil (especialmente en los estados de Mato Grosso y Mato Grosso do Sul) y Gran Chaco en Paraguay. Prefiere hábitats de pastizales y áreas abiertas dentro en zonas de campos inundables y pastizales cercanos a cuerpos de agua.	Ocurre en el Brasil, Paraguay, Argentina y Uruguay hasta el límite de 500 m de altitud. La población global se estima en 10,000 - 19,999 individuos basándose en una evaluación de los registros conocidos, descripciones de abundancia y tamaño del área de distribución. Esta estimación equivale a 6,000 – 15,000 individuos maduros.	6,000 - 15,000 individuos maduros.	132,000.00	5.67	60.00	0.003	0.4%	No hay hábitats preferidos para la especie cerca del terreno del Proyecto. Estos hábitats se encuentran en su mayoría cerca de las orillas del río Paraguay, a unos 4 km lejos del ADA del Proyecto, donde se delimitó el AAEA. Así, el impacto de reducción de cobertura vegetal en el ADA no impactará la población de la especie de modo a alcanzar los criterios de cambio en la categoría de amenaza. Estimativa de población en el AAEA es de 0.4% de la población global.	UICN, GBIF, BirdLife
Mammalia	*Myrmecophaga tridactyla*	Oso Hormiguero Gigante	Secundario	VU (UICN)	2	Habita regiones de bosques húmedos y secos, sabanas y campos abiertos.	Ocurre em áreas de América del Sur, incluyendo países como Brasil, Paraguay, Bolivia, Colombia, Venezuela y Ecuador. Hay pocas informaciones acerca de la población local, es descrita en algunos estudios como localmente no común o rara. Smith (2012) afirma que la especie se ha extinguido en el Paraguay Oriental. Sin embargo, otros estudios sugieren que el Chaco Umedo es el ambiente preferible para la especie (LAINO *et al.*, 2020). Un estudio realizado en el pantanal brasileño	0.34 ind./km²	2,500,000.00	3.12	4,250,000.00	1.06	0.002%	La estimación de la población en al AAEA es de 0.002% de la población global. Así, el impacto de reducción de cobertura vegetal en el ADA no impactará la población de la especie de modo a alcanzar los criterios de cambio en la categoría de amenaza (reducción de ≥50% o ≥70).	IUCN, GBIFF; Desbiez & Medri, 2010; Smith, 2012; Laino *et al.*, 2020

ATOME PLC

Cuadro 5.3.5.1.b
Análisis de activación de hábitats críticos del Criterio 1 según la Nota de Orientación 72 ítem "b"

Grupo	Especie	Nombre popular	Tipo de registro	Estado de amenaza	Agrup.	Hábitat	Análisis	Abundancia global	EOO (km²)	AAEA (km²)	Población global estimada (en ind.)	Población estimada en el AAEA (en ind.)	Representatividad del AAEA en la población global (%)	Conclusión HC	Fuente
							llegó al número de 0.34 ind./km² (DESBIEZ & MEDRI, 2010). En la región del proyecto fue registrada solo por datos secundarios.								
Mammalia	*Leopardus tigrinus*	Jaguarete'i	Secundario	VU (UICN)	2	Ocurre en sabanas, bosques y zonas de vegetación densa.	La especie es rara por naturaleza, con estimaciones de población que oscilan entre 1-5 individuos por 100 km2. En áreas con poblaciones bajas o ausentes de ocelotes (*L. pardalis*) el número de individuos de *L. tigrinus* tiende a ser mayor (estimado en 5-20 ind./100 km²). La densidad poblacional total se estima en 0,01 ind./km² (entre 8.932 y 10.208 ind. adultos en toda su EOO). En la región del proyecto fue registrada solo por datos secundarios.	0.01 ind/ha	13,406,366.00	3.12	1,340.64	0.0003	0.002%	La estimación de la población en al AAEA es de 0.002% de la población global. Así, el impacto de reducción de cobertura vegetal en el ADA no impactará la población de la especie de modo a alcanzar los criterios de cambio en la categoría de amenaza (reducción de ≥50% o ≥70).	IUCN, GBIFF
Mammalia	*Tapirus terrestris*	Mborevi	Secundario	VU (UICN)	2	Habita en bosques tropicales húmedos, selvas, sabanas y zonas de vegetación densa.	Se distribuye en países como Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Paraguay, Perú y Venezuela. Se sabe poco sobre la población de esta especie. Aunque suele ser rara, también puede ser localmente abundante. Estimaciones muy preliminares apuntan a valores de entre 0.20 y 3.7 ind./km². Estas variaciones se atribuyen, entre otros factores, a la gran capacidad de adaptación de la especie a distintos tipos de ambientes. De acuerdo con los datos de GBIF, la especie ha sido ampliamente registrada en América del Sur. En Paraguay, gran parte de los registros están en la región occidental y en la divisa con Brasil, en la región oriental. En la región del proyecto fue registrada solo por datos secundarios.	entre 0.20 y 3.7 ind./km²	8,982,548.81	3.12	1,796,509.76	0.62	0.003%	La estimación de la población en al AAEA es de 0.003% de la población global. Así, el impacto de reducción de cobertura vegetal en el ADA no impactará la población de la especie de modo a alcanzar los criterios de cambio en la categoría de amenaza (reducción de ≥50% o ≥70).	IUCN, GBIFF
Mammalia	*Tayassu pecari*	Tañykati	Secundario	VU (UICN)	2	Habita en bosques tropicales húmedos, selvas, sabanas, pastizales y áreas de matorrales. Son comunes en áreas cercanas a ríos, lagos y pantanos.	Las densidades del tañykati varían a lo largo de su distribución en diferentes hábitats. En el sur del Pantanal brasileño, Desbiez *et al.* (2004) encontraron 7.5 ind./km² y 9.6 ind./km². Desbiez *et al*. (2010) documentaron densidad de 13.7 ind/km² en áreas boscosas, y 3.0 ind/km² en el hábitat abierto del Cerrado. Se han encontrado densidades más bajas en bosques secos del Gran Chaco argentino, de 0.33 ind/km² en sitios cazados y de	Estimativas de 7.5 ind./km² y 9.6 ind./km² en el sur del Pantanal brasileño.	13,874,006.00	3.12	104,055,045.03	23.43	0.002%	La estimación de la población en al AAEA es de 0.002% de la población global. Así, el impacto de reducción de cobertura vegetal en el ADA no impactará la población de la especie de modo a alcanzar los criterios de cambio en la categoría de amenaza (reducción de ≥50% o ≥70).	IUCN, GBIFF

ATOME PLC

Cuadro 5.3.5.1.b
Análisis de activación de hábitats críticos del Criterio 1 según la Nota de Orientación 72 ítem "b"

Grupo	Especie	Nombre popular	Tipo de registro	Estado de amenaza	Agrup.	Hábitat	Análisis	Abundancia global	EOO (km²)	AAEA (km²)	Población global estimada (en ind.)	Población estimada en el AAEA (en ind.)	Representatividad del AAEA en la población global (%)	Conclusión HC	Fuente
							1.04 ind/km² en sitios no cazados (ALTRICHTER, 2005). En la región del proyecto fue registrada solo por datos secundarios.								
Mammalia	*Blastocerus dichotomus*	Ciervo de los Pantanos	Secundario	VU (UICN)	2	Habita áreas de bosques tropicales, campos húmedos y cerrados. Están especialmente adaptados para vivir en hábitats húmedos, como zonas inundadas y pantanos	La principal población de Paraguay se encuentra en la región de Yacyretá, donde la densidad es baja. La mayoría de las poblaciones de Paraguay estaban disminuyendo en la década de 1970 (JUNGIUS 1974, 1976). En Argentina, las estimaciones de población rondan los 2.000 animales en los esteros del Iberá (cerca del límite sur del Paraguay). Duarte *et al*. (2012) estima una abundancia de 1 a 10 ind./km². Según la distribución del UICN, la especie es probablemente extinta en la región del proyecto.	1 a 10 individuos/km²	20,000.00	3.12	25,000.00	3.12	1.6%	La estimación de la población en al AAEA es de 1.6% de la población global. Así, el impacto de reducción de cobertura vegetal en el ADA no impactará la población de la especie de modo a alcanzar los criterios de cambio en la categoría de amenaza (reducción de ≥50% o ≥70).	IUCN, GBIFF, Duarte *et al*. (2012)

ATOME PLC

5.3.5.2
Criterio 2

El criterio 2 determina que hay HC locales significativos para especies de acción restringida. La NO74 define como especies de acción restringida aquellas que tienen una EOO limitada, restringida a hasta 50 mil km² para vertebrados y plantas terrestres. Para especies acuáticas (costeras o ribereñas), este criterio se aplica a aquellas que viven en hábitats que no exceden los 200 km de ancho en ningún punto (por ejemplo, ríos), y una EOO limitada se define como una acción global inferior o igual a 500 km de alcance geográfico lineal (la distancia entre los lugares ocupados más alejados).

Para las especies que cumplen con estos criterios, el HC se activa en áreas que albergan regularmente ≥ 10% del tamaño de la población mundial y ≥ 10 unidades de reproducción de una especie (GN75). En este caso se aplicó el mismo concepto de AAEA explicado en la Sección anterior.

Entre las especies de flora y fauna terrestres y acuáticas identificadas en el ADA, hay 6 especies endémicas de aves (*Trogon surrucura, Pyrrhura frontalis, Campephilus leucopogon y Myiothlypis leucoblephara, Xiphocolaptes major* y *Ortalis canicollis*) pero todas tienen una amplia distribución. Entre los anfibios y reptiles, se encontraron 4 especies endémicas (*Lysapsus limellum, Adenomera diptyx, Physalaemus biligonigerus* y *Dryophylax chaquensis*), pero todas con amplia distribución ocurriendo en varios países de América del Sur. Finalmente, entre los mamíferos, también se encontraron 4 especies (*Myrmecophaga tridactyla, Aotus azarae, Myotis simus* y *Eumops dabbenei*) endémicas, pero todas también de amplia distribución. Entre las especies de flora y fauna identificadas en la ADA, ninguna se ajusta a la definición de acción restringida según la NO74.

5.3.5.3
Criterio 3

El Criterio 3 determina que los HC son aquellos que albergan concentraciones significativas de especies migratorias y/o congregadas, de manera regular o predecible. De acuerdo con la ND 06, las especies migratorias son aquellas definidas como cualquier especie con una proporción significativa de sus miembros moviéndose de manera cíclica y predecible de un área geográfica a otra (NO76). Las especies congregantes son aquellas cuyos individuos se reúnen en grandes grupos de forma cíclica o regular y/o predecible (NO77).

Los límites establecidos por la ND 06 para este criterio son 2 (NO78):

a) Áreas que sostienen, de manera cíclica o regular, ≥1% de la población mundial de una especie migratoria o congregada en cualquier etapa de su ciclo de vida.
b) Áreas que se espera que soporten ≥10% de la población mundial de una especie durante períodos de estrés.

Según un relevamiento de valores de biodiversidad realizado, en la región hay 27 especies de aves con comportamiento migratorio (ver **Sección 5.3.2**). Sin embargo, todas las especies tienen una amplia distribución y no se encontraron concentraciones de individuos de especies migratorias en el ADA del Proyecto.

ATOME PLC

5.3.5.4
Criterio 4

El criterio 4 es la presencia de ecosistemas únicos o altamente amenazados. El NO79 la ND 06 orienta el uso de la lista roja de ecosistemas, elaborada por la UICN[17].

La GN80 define los límites del marco como HC según el Criterio 4: (a) áreas que representan ≥ 5% de la extensión global de un tipo de ecosistema que cumple con los criterios para el estado CR o EN de la UICN, u (b) otras áreas aún no evaluadas pero que se determinó que son de alta prioridad para la conservación.

Las comunidades naturales presentes en el terreno son Sabana hidromórfica de *Copernicia alba* y Bosque sub-húmedo semicaducifolio. Según la Lista Roja de Ecosistema de UICN la Sabana de *Copernicia alba* es clasificada como En Peligro (EN)[18] y los Bosques sub-húmedo semicaducifolio están clasificados como Críticamente en Peligro (CR)[19].

Para analizar los umbrales de activación del HC, se utilizó el mapeo de la cobertura vegetal de los ecosistemas del Chaco y del Bosque Atlántico, elaborado por el proyecto MapBiomas.

Según los últimos levantamientos realizados por el proyecto MapBiomas Chaco[20], en 2022 la cobertura vegetal nativa en todo el Chaco (incluyendo todas las formaciones nativas) es de 846,056.26 km^2, y en Paraguay el total es el 230,136.76 km^2.

En el Bosque Atlántico, el mapeo realizado en 2022 por el proyecto MapBiomas Bosque Atlántico[21] indicó una cobertura vegetal nativa total de 548,988.69 km^2 en todo el ecosistema (incluyendo todas las formaciones nativas) y del 40,636.63 km^2 en Paraguay.

Para la evaluación de activación del HC se utilizó el AAEA delimitada para ambientes de Bosque y Sabana (utilizada en el agrupamiento 2 del criterio 1), ya que las fitofisonomías de la región están compuestas por ambientes con características de los dos ecosistemas.

Como se muestra en la **Tabla 5.3.5.4.a**, el AAEA representa menos del 0.001% de los ecosistemas tanto en su distribución global, como a nivel regional (país). Por lo tanto, no se alcanza el umbral para la clasificación como HC.

ATOME PLC

[17] IUCN Ecosystems (iucnrle.org)
[18] Ecosistema perteneciente al grupo M649. Northern Chaco Palm Swamp (Northern Chaco Palm Swamp | NatureServe Explorer)
[19] Ecosistema perteneciente al grupo M596. Parana Humid Forest (Parana Humid Forest | NatureServe Explorer)
[20] MapBiomas Chaco
[21] MapBiomas Bosque Atlantico

Tabla 5.3.5.4.a
Comparación de la superficie de vegetación nativa en los ecosistemas del Chaco y Bosque Atlántico en el AAEA y en el ADA del Proyecto

Bases comparativas		AAEA	Sabana en el ADA del Proyecto (terreno+franja de servidumbre)	Bosque en el ADA del Proyecto (terreno+franja de servidumbre)
		5.67 km^2	0.2797 km^2	0.0616 km^2
Total de vegetación nativa en el Bioma Chaco	846,056.26 km^2	0.00067%	0.00003%	-
Total de vegetación nativa del Bioma Chaco en Paraguay	230,136.76 km^2	0.0025%	0.0001%	-
Total de vegetación nativa en el Bioma Bosque Atlántico	548,988.69 km^2	0.0010%	-	0.00001%
Total de vegetación nativa del Bioma Bosque Atlántico en Paraguay	40,636.63 km^2	0.014%	-	0.0002%

5.3.5.5
Criterio 5

El criterio 5 es la constatación de la presencia de procesos evolutivos clave en la región del Proyecto. Según la NO81 y la NO83 de la ND 06 (IFC, 2019), los atributos estructurales de una región (topografía, geología, suelo, temperatura, vegetación y sus combinaciones) pueden influir en los procesos evolutivos que generan las configuraciones regionales de las especies y las propiedades ecológicas.

En algunos casos, las características espaciales se han asociado con poblaciones o subpoblaciones genéticamente únicas de especies de plantas y animales. Estas características físicas o espaciales se han descrito como sustitutos o catalizadores espaciales de procesos ecológicos y evolutivos, y se asocian comúnmente con la diversificación de especies. Mantener estos procesos evolutivos clave inherentes a un paisaje terrestre, así como las especies (o subpoblaciones de especies) resultantes, se ha convertido en un enfoque importante de la conservación de la biodiversidad en las últimas décadas, particularmente la conservación de la diversidad genética. Al conservar la diversidad de especies en un paisaje terrestre, los procesos que impulsan la especiación, así como la diversidad genética de las especies, aseguran la flexibilidad evolutiva de un sistema, lo cual es especialmente importante en escenarios de cambio climático rápido.

La NO81 define que este criterio corresponde a: (i) características físicas de un paisaje terrestre que puedan estar asociadas a procesos evolutivos específicos; y/o (ii) subpoblaciones de especies que sean distintas filogenéticamente o morfogenéticamente y puedan ser motivo de preocupación especial en cuanto a conservación, considerando su histórico evolutivo distinto. Algunos posibles ejemplos de características espaciales asociadas a procesos evolutivos son:

ATOME PLC

- *Áreas aisladas* (por ejemplo, islas, montañas, lagos) están asociadas con poblaciones filogenéticamente distintas.
- Áreas de elevado *endemismo* normalmente contienen flora y/o fauna con historias evolutivas únicas (observar la superposición con el Criterio 2, especies endémicas y de distribución restringida).
- Paisajes terrestres con elevada *heterogeneidad* espacial son una fuerza impulsora en la especiación, ya que las especies son naturalmente seleccionadas por su capacidad de adaptarse y diversificarse.
- *Gradientes ambientales*, también conocidos como *ecotonos*, producen el hábitat transitorio que ha sido asociado con el proceso de especiación y con la alta diversidad genética y de especies.
- *Interfaces edáficas* son yuxtaposiciones específicas de tipos de suelo (por ejemplo, afloramientos sinuosos, depósitos de calcio y yeso), que han llevado a la formación de comunidades de plantas únicas caracterizadas por la rareza y el endemismo.
- La *conectividad* entre hábitats (por ejemplo, corredores ecológicos) asegura la migración de especies y el flujo genético, lo cual es especialmente importante en hábitats fragmentados y para la conservación de metapoblaciones. Esto incluye también corredores ecológicos en todos los diferentes gradientes altitudinales y climáticos y que abarcan desde regiones "montañosas a costeras".
- Los lugares de importancia demostrada para la *adaptación al cambio climático* para especies o ecosistemas también están incluidos en este criterio.

Se observa que la determinación de la ocurrencia de un proceso evolutivo clave es compleja e involucra un detallado estudio bibliográfico y de campo, incluyendo un análisis integrado de los ambientes físicos y bióticos de la región. La relevancia de los atributos estructurales en un paisaje terrestre que podrían influir en los procesos evolutivos suele determinarse caso por caso, y la determinación del hábitat que desencadena este criterio depende mucho del conocimiento científico. En la mayoría de los casos, este criterio se activa en áreas que se han investigado previamente y que ya se sabe o se sospecha que están asociadas con procesos evolutivos únicos.

En este sentido, se entiende que la región del Proyecto no se incluye en los ejemplos dados en la NO81 y no se encontró evidencia científica de que la región pueda ser un lugar relevante para la ocurrencia de procesos evolutivos claves.

5.3.5.6
Conclusión del análisis

Según el análisis de las Secciones anteriores, los límites de HC no se han activado para la región del Proyecto. Sin embargo, existen valores prioritarios de biodiversidad en la región, como especies y ecosistemas amenazados, que necesitan de acciones de mitigación de los impactos. El análisis de los impactos del Proyecto se presenta en el **Capítulo 6.0**, y las medidas de mitigación propuestas se presentan en el Plan de Gestión Ambiental y Social (**Capítulo 7.0**).

ATOME PLC

5.4
Medio Socioeconómico

Esta sección del EIAS describe las condiciones socioeconómicas del área de estudio definida para el Proyecto, antes del inicio de las obras de construcción. Esta información permite conocer las características sociales y económicas de esta área, de forma tal que se puedan determinar de manera adecuada los potenciales impactos del proyecto y los planes de manejo y medidas de prevención, mitigación y compensación a llevarse a cabo.

Metodología

Para la elaboración de la línea base socioeconómica se ha levantado información primaria y secundaria del área de estudio, que está formada por el municipio de Villeta, como se define en la Sección 5.1. La revisión de fuentes secundarias disponibles en el INE - Instituto Nacional de Estadística, anteriormente DGEEC - Dirección General de Estadísticas, Encuestas y Censos, el MSPyBS - Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social, el MEC - Ministerio de Educación y Ciencias, el Conacyt - Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, el MOPC - Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, Instituto Paraguayo del Indígena (INDI) y de la Federación por la Autodeterminación de los Pueblos Indígenas (FAPI), además de otras publicaciones y estudios, también trató de recopilar datos del Departamento Central, donde está ubicada Villeta, para comparación y porque no siempre se dispone de datos a nivel de distrito.

Se ha recogido información primaria usando métodos cualitativos que consistieron en la aplicación de entrevistas semi estructuradas a autoridades y otras partes interesadas de Villeta. Para la aplicación de estos instrumentos se hicieron levantamientos de campo entre el 06 y 17 de marzo del 2023. En estas visitas se realizó el mapeo de partes interesadas del Proyecto y entrevistas con algunos actores clave (**Tabla 5.4.a**). Esa lista de partes interesadas y potencialmente afectadas por el Proyecto fue posteriormente ampliada y actualizada por el especialista social de ATOME, y el resultado es el Mapa de Actores Ampliado que se muestra en el **Anexo 11**.

ATOME PLC

Tabla 5.4.a
Entrevistas realizadas para la línea base social

Tipo	Entrevista	Función del entrevistado
Autoridades / residentes de Villeta	Municipalidad de Villeta	Secretaria General de la Municipalidad. Representante de la Dirección de Obras de la Municipalidad.
	Residente	Antiguo residente de Guasu Kora.
Proyecto implantado o planeado en la región	Fábrica de fertilizantes FERTIMAX	Entrevistado de Ypeka'e que trabajó en la empresa. Página web de la empresa.
Posibles afectados	Residente vecino	Persona que reside y trabaja en la finca colindante al terreno de la Planta.
	Puerto Lobato (Ype ka'e)	Vicepresidente de la Asociación de Pescadores de Ypeka'e y otros representantes de la asociación.

También se recopiló información de otros proyectos en operación o planificados para la región, de los cuales no fue posible obtener datos mediante entrevistas. De la Terminal de Combustibles (PTP) se obtuvo información de documentos públicos de la empresa, mientras

que de la Planta de Biodiesel Omega Green se consultó el Relatorio de Impacto Ambiental BCE Paraguay y los Documentos del Ministerio de Industria y Comercio.

5.4.1
Área de Influencia Indirecta

5.4.1.1
Datos Generales del Municipio

El municipio de Villeta abarca una superficie de 950 km^2. Se encuentra en el Departamento Central, limitándose al Norte con Ypané y Guarambaré, al Este con Nueva Italia e Itá, y al Sur y al Oeste con el Río Paraguay (ver **Figura 5.4.1.1.a**). La ciudad de Villeta dista unos 33 kilómetros de la capital del país, Asunción.

Fundada en el año 1714, Villeta es conocida como la ciudad industrial, ya que cuenta con más de 70 industrias; al colindar con el Río Paraguay, este es su mayor generador de empleos.

Figura 5.4.1.1.a
Ubicación de Villeta en el Departamento Central



Distritos del Departamento Central

Villeta se divide en 12 compañías: Naranjaisy, Valle Po'i, Senda, Tacuaty, Guazú Korá, Tacuruty, Ypeka'e, Surubi'y, Cumbarity, Ita Ybaté, Guyratï y Puerto Santa Rosa.

Según las entrevistas realizadas para el EIAS, el vector de crecimiento de la ciudad está hacia el Este. En el municipio existen varias inmobiliarias que lotean el espacio sin planificación adecuada, sin previsión adecuada para calles y plazas.

En las entrevistas también se mencionó que tanto en el sector urbano como en el rural los conflictos crecientes se dan por la ocupación de terrenos del municipio. En los asentamientos los conflictos se dan entre las comisiones vecinales que se atribuyen la capacidad de adjudicar lotes y los afectados por intentos de desalojos.

En cuanto a la estructura organizativa del municipio, el Intendente y la Junta Municipal ocupan el mismo nivel en el organigrama. La función legislativa corresponde a la Junta Municipal y del Intendente dependen las direcciones.

5.4.1.2
Demografía

La **Tabla 5.4.1.2.a** presenta las poblaciones totales en el municipio de Villeta (área de estudio social) para los censos de 2002 y 2012 y la proyección para 2023, y también en el Departamento Central.

Como los datos del censo de 2012 y la proyección para 2023 no desglosan la población en urbana y rural, no hay forma de calcular la tasa de urbanización para estos años. Las compañías o localidades situadas en zonas rurales se van urbanizando de forma acelerada de mano de las inmobiliarias que generan urbanizaciones en el medio rural; también los asentamientos aledaños a la ciudad han estado creciendo. Se ha calculado para 2002, como se observa en la Tabla, que incluye también la densidad poblacional y las tasas de crecimiento anual geométrico por período.

Tabla 5.4.1.2.a
Población total y urbana, tasa de urbanización y tasa de crecimiento anual geométrico en el área de estudio

Departamento /Distrito	Población Total		Población Urbana	Población estimada 2023	Tasa de urbanización	Densidad poblacional Hab/km²	Tasas de crecimiento geométrico anual (% al año)	
	2002	2012	2002*		2002	2012	2002-2012	2012-2023
Villeta	22,429	32,880	10,106	44,488	45.1	34.6	3.9	2.79
Departa-mento Central	1,362,893	1,855,240	1,177,738	2,328,453	86.4	752.6	3.1	2.09

* DGEEC. Atlas Censal del Paraguay. Departamento Central.
Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE), censos 2002, 2012 y proyecciones 2023.

Como se señaló en la **Sección 5.4.1.1**, Villeta forma parte del Departamento Central junto con otros 18 municipios. En número de habitantes, ocupa el 15º lugar, siendo sólo Guarambaré, Ypacaraí y Nueva Italia los que tienen menor población que Villeta. Considerando las proyecciones de población de 2023, la población de Villeta representa el 1.9% del total del Departamento Central. En 2012 representaba el 1.77% y en 2002, el 1.65%.

ATOME PLC

Considerando los datos de población urbana de 2002, se observa que en ese año la tasa de urbanización de Villeta era del 45.1%, muy inferior a la del Departamento Central en su conjunto, que era del 86.4%. A pesar de ser el 15º municipio en términos de población, como se ha mencionado, Villeta es el de mayor superficie entre los que conforman el Departamento (ver **Figura 5.4.1.1.a**). Esto contribuye a los bajos valores de su tasa de urbanización y especialmente su densidad poblacional. De todos modos, la tasa de urbanización del departamento Central era bastante alta en 2002, mucho mayor que la tasa del país en el mismo año, que era de 55%. Para el año 2023 la tasa de Paraguay ya ha subido al 64%.

El municipio de Villeta cuenta con barrios urbanos, asentamientos y poblaciones rurales, las cuales están establecidas desde hace siglos y constituyen comunidades cohesionadas, con mecanismos de control y de protección social. Tal es el caso de Guasu Kora, Kumbarity, Valle Poʾi, Takuruty, Ypekaʾe, Surubiʾy, Ita Yvate y Yryvu Keha.

El municipio de Villeta está formado por el casco histórico y los barrios aledaños con nuevas construcciones.

Se observa que tanto Villeta como el Departamento Central presentaron tasas de crecimiento positivas, siendo las del municipio levemente superiores a las del departamento. Considerando los dos períodos evaluados, se observa que tanto la población municipal como la departamental crecieron más en el período 2002-2012 que en el período 2012-2023.

Según información de la entrevista realizada con un antiguo residente de Guasu Kora (**Fotos 01 y 02**), Villeta constituye un núcleo de atracción de población, y su crecimiento, bastante desordenado, se da tanto en los nuevos barrios urbanos como en los asentamientos. Los inmigrantes provienen de distintas regiones del país y en esa medida están en proceso de constitución de comunidades, con relaciones sociales internas que relativamente pueden llegar a ser densas.

TOME PLC





Fotos 01 y 02: Entrevista con antiguo residente de Guasu Kora.

Considerando la composición de la población en relación con el género, la **Tabla 5.4.1.2.b** muestra que, en 2012, Villeta tenía mayor población masculina que femenina, resultando en una razón de sexo de 97.6%, diferente de la situación en el Departamento Central, cuya razón de sexo era de 103.8%, reflejando que había más mujeres que hombres en el conjunto de los municipios. La proyección de población para 2023 muestra que esta situación se ha

mantenido, con un predominio de hombres en Villeta (razón de sexo 96.9%), y una mayor población femenina en el conjunto del departamento (razón de sexo 103.1%).

Tabla 5.4.1.2.b
Distribución de la población por sexo

Municipio y Departamento	Hombres	Mujeres	Ratio de sexo* (%)	Hombres	Mujeres	Ratio de sexo* (%)
	2012			Proyección 2023		
Villeta	16,747	16,133	97.6	22,585	21,902	96.9
Departamento Central	916,359	938,881	103.8	1,146,165	1,182,288	103.1

*Total hombres / Mujeres.
Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE), censo 2012 y proyecciones 2023.

Evaluando la población en relación con los grupos de edad (**Tabla 5.4.1.2.c**), se observa que la población joven (hasta los 19 años) de Villeta en 2012 representaba el 40% del total, mientras que los adultos (entre 20 y 59 años) sumaban el 52.5% y los ancianos, el 7.5%. En 2023, los porcentajes de ancianos y adultos en la población de Villeta aumentan hasta el 10% y el 55% respectivamente, mientras que el de jóvenes se reduce hasta el 35%. Tanto en 2012 como en 2023 los grupos de edad de Villeta reflejan exactamente los mismos porcentajes del Departamento Central.

Tabla 5.4.1.2.c
Distribución por grupos etarios

Grupo etario	Villeta		Departamento Central	
	2012	Proyección 2023	2012	Proyección 2023
0-4	3,379	4,000	190,455	209,122
5-9	3,242	3,915	182,751	204,674
10-14	3,219	3,861	181,468	201,911
15-19	3,253	3,825	183,437	200,058
20-24	3,146	3,829	177,455	200,357
25-29	2,974	3,857	167,875	201,811
30-34	2,596	3,685	146,627	192,899
35-39	2,243	3,423	126,658	179,208
40-44	2,013	3,006	113,618	157,443
45-49	1,728	2,509	97,518	131,419
50-54	1,448	2,196	81,713	115,008
55-59	1,166	1,854	65,777	97,062
60-64	842	1,501	47,504	78,583
65-69	588	1,165	33,224	61,035
70-74	417	805	23,610	42,169
75-79	288	502	16,302	26,325
80+	339	557	19,249	29,372
Total	**32,880**	**44,487**	**1,855,240**	**2,328,453**

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE), censo 2012 y proyecciones 2023.

ATOME PLC

JGP

5.4.1.3
Nivel Socioeconómico de la Población

Como se muestra en la **Tabla 5.4.1.3.a**, los niveles de pobreza total y extrema han disminuido en el Departamento Central entre 2002 y 2021. El descenso de la pobreza total fue de un 43% y el de la pobreza extrema de un 69%.

Tabla 5.4.1.3.a
Población del Departamento Central según los principales indicadores de pobreza. Periodo 2002, 2012 y 2021

	2002	2012	2021
Porcentaje			
Población en pobreza total (%)[1]	51.5	18.2	18.6
Población en pobreza extrema (%) [2]	6.3	0.7	1.2
Valor absoluto			
Población en pobreza total[1]	731,747	336,798	415,869
Población en pobreza extrema[2]	90,163	12,550	27,981

Fuente: INE. Encuesta Permanente de Hogares Continua 2017 - 2021. Cuarto trimestre. Serie comparable.
1- Corresponde a la población con un ingreso inferior a la Línea Total (Canasta Básica de Alimentos y no Alimentos), por tanto, incluye a los pobres extremos y pobres no extremos.
2- Corresponde a la población con un ingreso inferior a la Línea de Pobreza Extrema (Canasta Básica de Alimentos).

La **Tabla 5.4.1.3.b**, a su vez, muestra los datos de inseguridad alimentaria para los distintos departamentos del Paraguay. Como se puede observar, Asunción es el que presenta los niveles más bajos, mientras que la peor situación se observa en los Departamentos de Caazapá e Itapúa, en lo que respecta a la inseguridad alimentaria moderada a grave, y Caazapá y Alto Paraná, para los casos graves. El Departamento Central, donde se encuentra Villeta, presenta valores por debajo del promedio de los demás departamentos tanto para inseguridad alimentaria moderada a grave como para casos graves.

Tabla 5.4.1.3.b
Prevalencia de la inseguridad alimentaria en hogares, según departamento representativo (%). Año 2021

Departamento representativo	Prevalencia de la inseguridad alimentaria	
	Mod-grave	Grave
Asunción	13,25 (±7,3)	2,67 (±2,9)
San Pedro	26,88 (±9,8)	5,13 (±4,2)
Caaguazú	25,79 (±10,8)	4,61 (±4,7)
Caazapá	37,55 (±11,2)	7,95 (±5,8)
Itapúa	33,63 (±8,5)	6,55 (±4,4)
Alto Paraná	23,93 (±6,6)	7,85 (±3,9)
Central	23,06 (±6,1)	4,51 (±2,6)
Resto	24,78 (±4,2)	5,20 (±2,0)

Fuente: INE, Encuesta Permanente de hogares Continua tercer trimestre 2021.
Nota: No incluye Boquerón y Alto Paraguay.

Para Villeta, los datos del censo de 2012 muestran que de los 55 segmentos (Áreas de Trabajo Censal) evaluados en la zona urbana del municipio, cerca del 76% se situaban en el nivel socioeconómico medio, siendo el nivel alto el que presentaba la menor proporción (ver **Tabla 5.4.1.3.c**). Aunque la división socioeconómica en los segmentos del área rural era algo menos

ATOME PLC

discrepante, la mayoría, 44%, seguía en el nivel socioeconómico medio. Sin embargo, los porcentajes de los niveles bajo y alto, en este caso, eran similares.

Tabla 5.4.1.3.c
Estratificación de Villeta según nivel socioeconómico, 2012

Área Urbana (%)				Área Rural (%)			
Total	**Bajo**	**Medio**	**Alto**	**Total**	**Bajo**	**Medio**	**Alto**
55	14.5	76.4	9.1	113	27.4	44.2	28.3

Fuente: DGEEC. Estratificación Socioeconómica de Segmentos. Censo 2012.

Así como Villeta, la mayoría de los demás distritos del Departamento Central también tenían la mayor parte de los segmentos del área urbana en el nivel socioeconómico medio. Sólo en Villa Elisa, Lambaré y Fernando de la Mora los segmentos estaban distribuidos mayormente en el nivel socioeconómico alto. Al contrario, Limpio, Guarambaré, San Antonio, Areguá y Ñemby tenían sus segmentos en mayor proporción en el nivel socioeconómico bajo.

En el área rural, Nueva Italia, Itá, Luque, Itauguá y Guarambaré, así como Villeta, tenían sus segmentos en mayor proporción en el nivel medio, y los distritos Ypacaraí, Areguá, Ypané y J. Augusto Saldívar se distribuían en mayor proporción en el nivel alto.

Según una de las entrevistas realizadas para el EIAS, entre los problemas sociales a los que se enfrenta el municipio está el hecho de que cinco de los diez asentamientos de Villeta están establecidos en zonas inundables. Además de esto, en Villeta hay conflictos por el acceso a lotes y su conservación, debilidades de los procesos de integración social en los asentamientos recién constituidos, el desempleo, la adicción a drogas, el alcoholismo y robos, como ya se ha mencionado.

5.4.1.4
Vivienda y Servicios Básicos

La situación del área de estudio en relación con las características de las viviendas e infraestructura de los servicios básicos se muestra en las siguientes tablas.

La siguiente **Tabla 5.4.1.4.a** muestra que, en el Departamento Central, cerca del 80% de la población era propietaria de su vivienda en 2021. La situación en cuanto a la disponibilidad de transporte y acceso telefónico mejoró considerablemente entre 2002 y 2021. En cuanto a la disponibilidad de heladera, ya en 2002 más del 80% de los hogares disponían de este bien, y en 2021 este porcentaje ya superaba el 96%. Contrariamente a los demás bienes, los hogares con recepción de televisión disminuyeron entre 2002 y 2021, pasando del 92% al 56%.

Con respecto al agua, la **Tabla 5.4.1.4.b** muestra las formas de suministro que ocurrían en el Departamento Central en los años 2017 y 2018. Como se puede observar, la mayoría de los hogares en 2017, el 34.6%, eran abastecidos por red o proveedor privado. Este porcentaje bajó al 31% en 2018, mientras que las otras dos formas de abastecimiento más comunes, que son por el SENASA - Servicio Nacional de Saneamiento Ambiental o Junta de Saneamiento y por la ESSAP - Empresa de Servicios Sanitarios del Paraguay S.A. (ex-Corposana), aumentaron levemente.

ATOME PLC

Tabla 5.4.1.4.a
Hogares del Departamento Central según tenencia de la vivienda y bienes duraderos. Periodo 2002, 2012 y 2021

	2002	2012	2021
Porcentaje			
Hogares con vivienda propia[1]	80.7	76.7	80.4
Hogares con acceso a la comunicación telefónica[2]	51.0	97.3	98.5
Hogares con transporte propio[3]	24.5	58.9	73.4
Hogares con heladera	80.2	92.3	96.9
Hogares con recepción televisiva[4]	92.0	31.0	56.1
Valor absoluto			
Hogares con vivienda propia[1]	249,225	331,363	454,667
Hogares con acceso a la comunicación telefónica[2]	157,546	420,529	557,345
Hogares con transporte propio[3]	75,549	254,644	415,430
Hogares con heladera	247,919	399,021	548,135
Hogares con recepción televisiva[4]	284,158	133,843	317,284

Fuente: INE. Encuesta Permanente de Hogares. Serie comparable.
1- Incluye vivienda propia, pagando en cuotas y propiedad en condominio.
2- Incluye telefonía fija y/o móvil.
3- Incluye moto y/o automóvil.
4- Incluye TV Cable y/o Antena parabólica.

Según la entrevista realizada para este EIAS, hay casas de alquiler disponibles en el municipio, que pueden utilizar trabajadores eventuales de fuera de la región.

Tabla 5.4.1.4.b
Porcentaje de los hogares del Departamento Central según los tipos de fuente de agua (%). Período 2017 - 2018

Fuente de agua	Año	
	2017	2018
Número de hogares	**516,793**	**536,994**
ESSAP (ex-Corposana)	24.7	26.3
SENASA o Junta de Saneamiento	26.5	28.4
Red comunitaria	8.1	8.2
Red o prestador privado	34.6	31.0
Otros	6.0	6.1

Fuente: DGEEC Encuesta Permanente de Hogares Continua 2017 - 2018. Promedio anual.

En Villeta, según la entrevista realizada para el EIAS, la responsable del suministro de agua potable es la Junta de Saneamiento de Villeta, bajo la supervisión de SENASA. Actualmente, la Junta de Saneamiento tiene 4,300 usuarios. Cada compañía o localidad cuenta con servicios de agua potable gestionadas por juntas locales de saneamiento; también operan aguaterías privadas.

Por lo que se refiere a la disposición y tratamiento de efluentes en el conjunto del Departamento Central, la **Tabla 5.4.1.4.c** muestra que el porcentaje de viviendas que estaban conectadas a la red de alcantarillado en 2018 era mínimo, no alcanzando el 5.5%. La mayoría de las viviendas (60%) eliminaban las aguas residuales en cámaras sépticas y el 32.5% poseían tanque ciego sin cámara séptica.

OME PLC

Tabla 5.4.1.4.c
Porcentaje de los hogares del Departamento Central según el tipo de desagüe sanitario (%). Período 2017 - 2018

Tipo de desagüe sanitario	Año	
	2017	2018
Número de hogares	**516,793**	**536,994**
Con arrastre de agua, cámara séptica y pozo ciego (absorbente)	60.9	60.0
Con arrastre de agua con pozo ciego, sin cámara séptica	30.6	31.5
Con arrastre de agua, red de alcantarillado sanitario (cloaca)	4.4	5.4
Otros	2.8	2.3

Fuente: DGEEC Encuesta Permanente de Hogares Continua 2017 - 2018. Promedio anual.

Según la entrevista, en Villeta el Servicio de Alcantarillado Sanitario también está a cargo de la Junta de Saneamiento de Villeta, bajo la supervisión de SENASA. El alcantarillado sanitario cubre toda el área urbana y actualmente existen proyectos para extender la red hacia los asentamientos que bordean el casco urbano.

Hay una planta de tratamiento de aguas residuales que trata los efluentes del casco urbano de Villeta.

En cuanto a la recogida y disposición de residuos sólidos, la situación en el Departamento Central es la que se muestra en la **Tabla 5.4.1.4.d** siguiente. Como puede observarse, en 2018 una empresa pública o privada recogió los residuos sólidos de cerca del 65.5% de los hogares, porcentaje que aumentó en relación al de 2017. Alrededor del 30% de las viviendas eliminaron sus residuos mediante quema en 2018, porcentaje que disminuyó respecto a la situación de 2017. Hay una pequeña parte que entierra la basura, y este porcentaje también disminuyó entre 2017 y 2018.

Tabla 5.4.1.4.d
Porcentaje de los hogares del Departamento Central según el modo de disposición de la basura (%). Período 2017 - 2018

Modo de disposición de basura	Año	
	2017	2018
Número de hogares	**516,793**	**536,994**
Quema	32.1	30.2
Recolección pública/privada	60.9	65.6
Arroja en un hoyo	4.7	3.0
Otros[1]	2.4	1.3

Fuente: DGEEC Encuesta Permanente de Hogares Continua 2017 - 2018. Promedio anual.
1- Tira en el vertedero municipal, patio, baldío, zanja o calle, chacra, arroyo y río, laguna.

Según los datos de la entrevista llevada a cabo, en Villeta la recolección de basura está a cargo de la empresa EMMASA, que la lleva fuera del municipio. El municipio no dispone de relleno sanitario ni vertedero industrial abierto, tampoco para residuos peligrosos. Los mismos son cubiertos por las propias empresas.

Los desechos y residuos sólidos son retirados por la empresa El Farol, quienes se encargan de llevar los residuos a Villa Hayes, donde tiene su relleno sanitario.

ATOME PLC

En la entrevista también se mencionó que pobladores de Guazu Korá se enfrentaron hace años con la empresa El Farol, que quiso instalar su vertedero en la localidad.

La **Tabla 5.4.1.4.e** muestra que casi todos los hogares disponían de energía eléctrica de la ANDE en 2018.

Tabla 5.4.1.4.e
Porcentaje de los hogares del Departamento Central según tenencia de corriente eléctrica (%). Período 2017 - 2018

Tenencia de corriente eléctrica	Año	
	2017	2018
	516,793	536,994
Si tiene	99.7	99.8
No tiene	(0.3)	(0.2)

Fuente: DGEEC Encuesta Permanente de Hogares Continua 2017 - 2018. Promedio anual.

En cuanto a la seguridad ciudadana, datos de la Dirección General de Orden y Seguridad de la Policía Nacional de Paraguay para el primer semestre de 2017 (**Tabla 5.4.1.4.f**) muestran que la mayoría de los casos notificados en el país son de lesiones en accidentes de tránsito y de robos de motocicletas, seguidos de los hurtos y lesiones.

Tabla 5.4.1.4.f
Hechos punibles más resaltantes, denunciados en todo el país, 2017

	Nº de hechos denunciados					
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Abigeato	71	58	41	59	74	67
Coacción sexual	49	39	61	34	46	40
Hurto	177	156	134	139	163	108
Hurto agravado	110	94	138	105	121	93
Homicidio en accidentes de tránsito	102	79	56	92	81	51
Homicidio doloso	57	59	35	41	35	39
Lesión en accidentes de tránsito	407	316	286	342	347	282
Lesión	161	136	152	151	136	124
Robo de objetos	47	36	45	42	38	36
Robo agrav. de objetos	157	133	129	115	141	100
Robo de vehículos	72	66	61	55	66	45
Robo agrav. de vehículos	10	9	9	10	16	17
Robo de motocicletas	245	201	225	245	345	185
Robo agrav. de motocicletas	26	33	41	38	39	21
Total	**1691**	**1415**	**1413**	**1468**	**1648**	**1208**

Específicamente para el Departamento Central, se muestra la evolución de las tasas de homicidios y de hechos punibles entre 2010 y 2017 en la siguiente **Tabla 5.4.1.4.g**. Como puede observarse, las tasas de homicidio fluctúan cada año, oscilando en torno a 5 y 3,5 por cada 100.000 habitantes. En cuanto a la tasa de hechos punibles contra la propiedad, a excepción de 2013, siguen siempre una tendencia creciente, con un aumento del 68% entre 2010 y 2017.

Tabla 5.4.1.4.g
Evolución de las tasas de homicidios y de hechos punibles contra la propiedad /100 mil hab. en el Departamento Central. Período 2010 y 2017

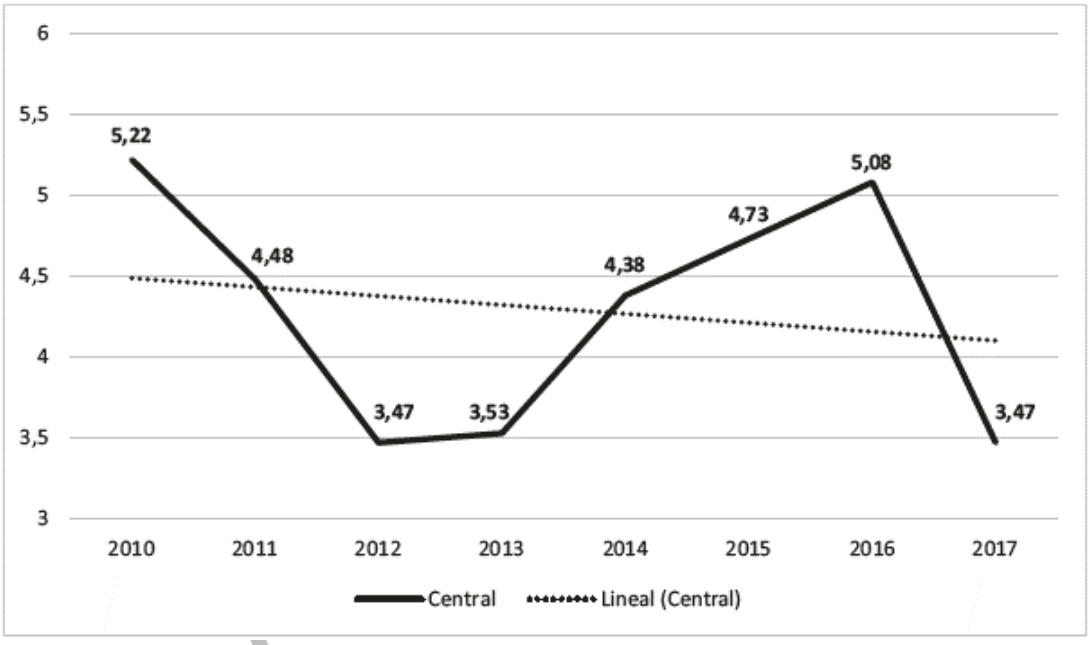
ATME PLC

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Tasa de homicidios	5,22	4,48	3,47	3,53	4,38	4,73	5,08	3,47
Tasa de hechos punibles contra la propiedad	124,95	149,54	143,8	128,87	148,25	174,42	218,37	210,03

Fuente: Atlas de la Violencia e Inseguridad en Paraguay. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. 2017.

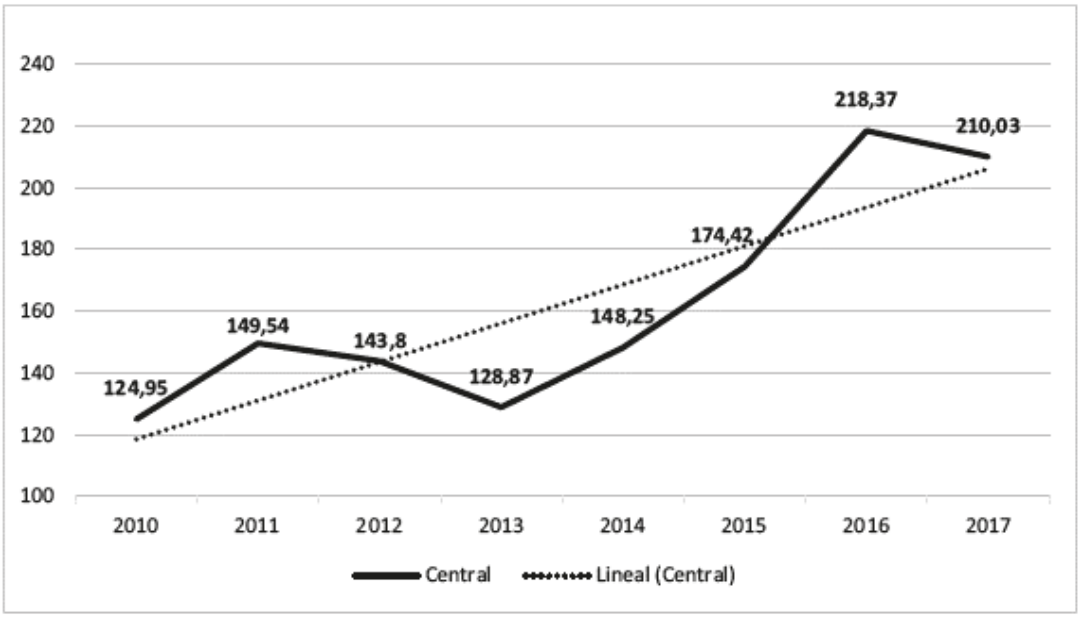
Estas tendencias también quedan demostradas por los datos del Atlas de la Violencia e Inseguridad en Paraguay. Los datos de 2010 a 2017 muestran que la evolución del registro delictivo en el Departamento Central es distinta, según se trate de homicidios o hechos punibles contra la propiedad, ya que en el caso de las muertes violentas hubo un descenso del 33.5%, en tanto que con relación a la afectación de los bienes de las personas se registró un aumento del 69.3%, como se observa en las **Figuras 5.4.1.4.a** y **5.4.1.4.b**.

Figura 5.4.1.4.a
Tasa de homicidios dolosos en el Departamento Central cada cien mil habitantes



Fuente: Atlas de la Violencia e Inseguridad en Paraguay. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. 2017.

Figura 5.4.1.4.b
Tasa de delitos contra la propiedad en el Departamento Central cada cien mil habitantes



Fuente: Atlas de la Violencia e Inseguridad en Paraguay. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. 2017.

Según la entrevista realizada para este EIAS, en el municipio hay denuncias de asaltos y robos, así como problemas de drogadicción, básicamente con el crack, y también alcoholismo. Sin embargo, los entrevistados no pudieron informar si existen casos de abuso sexual, prostitución infantil y embarazo adolescente.

El servicio de seguridad pública está asignado al municipio. En Villeta existen cuatro comisarías, entre ellas la de Ypeka'e, la de Surubi'y, y la que cubre la ciudad. Villeta cuenta también con sede de la Consejería Municipal por los Derechos del Niño, Niña y Adolescente – Codeni. Se realizan rondas policiales en el municipio, pero sólo en la ciudad o centro urbano.

ATOME

5.4.1.5
Aspectos Económicos

5.4.1.5.1
Tasas de Actividad, Ocupación y Desempleo de la Población Activa

La PEA - Población económicamente activa (población de 15 a 65 años) es la porción de la Población en Edad Activa o en edad de trabajar (población de 10 años y más) que está ocupada o desempleada. En otras palabras, representa el contingente de personas capaces de trabajar. La Población Ocupada (PO), a su vez, es la que tiene un trabajo remunerado ejercido regularmente o que tiene un trabajo remunerado ejercido irregularmente, siempre que no esté buscando un trabajo diferente de su empleo actual.

La **Tabla 5.4.1.5.1.a** muestra el número de personas en edad activa, económicamente activas (PEA) y ocupadas (PO) y las tasas de ocupación y desocupación (desempleo) en Villeta y en el Departamento Central, lo que permite caracterizar los perfiles actuales sobre el nivel de actividad y ocupación de la fuerza laboral disponible.

Los datos del censo de 2012 no están desglosados por distritos, por lo que las cifras de PEA, PO y población desocupada (PD) de Villeta solo se obtuvieron para 2002. Así pues, los datos del Departamento Central correspondientes a 2002 también se han incluido en la Tabla a efectos comparativos.

Como se muestra en la **Tabla 5.4.1.5.1.a**, la PEA en Villeta, en 2002, totalizó 8,763 personas, lo que resultó en una tasa de actividad (PEA / población en edad de trabajar) del 50.6%, inferior al promedio del Departamento Central en el mismo año. Esta tasa en el Departamento tuvo un pequeño incremento en 2012, de 60 a 61,6%. A pesar de la menor tasa de actividad, la proporción de personas empleadas (tasa de ocupación) en Villeta fue de 94.4% en 2002, muy por encima de la presentada por el Departamento Central este año. La tasa de ocupación del Departamento mejoró en 2012, alcanzando el 93.9% y acercándose a la que presentaba Villeta.

Tabla 5.4.1.5.1.a
Información sobre ocupación de la población

	Total de personas en edad de trabajar	Población Económica-mente Activa - PEA	Tasa de actividad (%)	Población Ocupada - PO	Tasa de ocupación (%) PO/PEA	Población desocu-pada - PD	Tasa de desocupación (%) PD / PEA
Villeta 2002	17,319	8,763	50.6	8,275	94.4	488	5.6
Departamento Central 2002	1,060,626	636,495	60.0	523,348	82.2	113,147	17.8
Departamento Central 2012	1,483,457	914,122	61.6	858,179	93.9	55,943	6.1

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE), censos 2002 y 2012.

Considerando la tasa de desocupación (desempleo abierto), se observa que el valor en el Departamento Central en 2002 fue bastante elevado, 17.8%, reflejando la menor tasa de ocupación mencionada anteriormente. En ese año, Villeta tenía apenas 5.6% de la población desempleada. En 2012, la tasa de desocupación del Departamento Central se redujo considerablemente, con el número de desempleados cayendo a casi la mitad del valor de la década anterior.

Para el Departamento Central hay datos de ocupación de la población separados por género para 2017 y 2018 (**Tabla 5.4.1.5.1.b**). Como se puede observar, la tasa de ocupación volvió a caer en 2017, de cerca de 94% en 2012 a alrededor del 66%. La tasa de desocupación, por su parte, ha subido del 6.1% al 7.2-8.2%. La tasa de ocupación es mayor en el caso de los hombres, en torno al 78%, mientras que en el caso de las mujeres se sitúa en torno al 55%, lo que contribuye a reducir la tasa global. El desempleo entre los hombres se sitúa entre el 6.4 y el 7%, mientras que entre las mujeres oscila entre el 8.3% y el 9.8%.

ATOME PLC

Tabla 5.4.1.5.1.b

Población de 15 y más años de edad por año en el Departamento Central, según sexo e indicadores del mercado laboral. Período 2017 - 2018

Departamento, sexo e indicadores del mercado laboral	Año	
	2017	2018
Total	**2,072,035**	**2,115,204**
Población en Edad de Trabajar (PET)	1,483,637	1,537,214
Fuerza de Trabajo	1,058,527	1,112,095
Población fuera de la fuerza de Trabajo	425,110	425,119
Población Ocupada	982,302	1,020,910
Población desocupada	76,225	91,185
Subocupación por insuficiencia de tiempo de trabajo	42,705	39,823
Tasa de la Fuerza de Trabajo	71.3	72.3
Tasa de ocupación	66.2	66.4
Tasa de desocupación	7.2	8.2
Tasa de subocupación por insuficiencia de tiempo de trabajo	4.0	3.6
Hombres	**1,027,614**	**1,051,630**
Población en Edad de Trabajar (PET)	723,900	750,405
Fuerza de Trabajo	603,011	627,177
Población fuera de la fuerza de Trabajo	120,889	123,228
Población Ocupada	564,540	583,581
Población desocupada	38,471	43,596
Subocupación por insuficiencia de tiempo de trabajo	13,526	16,132
Tasa de la Fuerza de Trabajo	83.3	83.6
Tasa de ocupación	78.0	77.8
Tasa de desocupación	6.4	7.0
Tasa de subocupación por insuficiencia de tiempo de trabajo	2.2	2.6
Mujeres	**1,044,421**	**1,063,574**
Población en Edad de Trabajar (PET)	759,737	786,809
Fuerza de Trabajo	455,516	484,918
Población fuera de la fuerza de Trabajo	304,221	301,891
Población Ocupada	417,762	437,329
Población desocupada	37,754	47,589
Subocupación por insuficiencia de tiempo de trabajo	29,179	23,691
Tasa de la Fuerza de Trabajo	60.0	61.6
Tasa de ocupación	55.0	55.6
Tasa de desocupación	8.3	9.8
Tasa de subocupación por insuficiencia de tiempo de trabajo	6.4	4.9

ATOME PLC

La **Tabla 5.4.1.5.1.c**, a continuación, muestra el porcentaje de personas empleadas según la categoría en la ocupación, para el Departamento Central en los años de 2017 a 2019. Como se observa, casi la mitad de la población son de empleados / obreros privados, seguida por cerca de 21 a 22% de trabajadores por cuenta propia y cerca de 11% de empleados / obreros públicos. Los empleadores o patrones suman solo el 5 a 6%.

Tabla 5.4.1.5.1.c

Población de 15 y más años de edad ocupada por año en el Departamento Central, según categoría ocupacional (%), 2017 al 2019. Promedio anual

Departamento, sexo y categoría ocupacional	Año		
	2017	2018	2019
Total	**982,302**	**1,020,910**	**1,059,949**
Empleado / obrero público	11.4	11.3	11.2
Empleado / obrero privado	51.2	50.8	49.8
Empleador o patrón	5.0	5.3	6.2

Tabla 5.4.1.5.1.c
Población de 15 y más años de edad ocupada por año en el Departamento Central, según categoría ocupacional (%), 2017 al 2019. Promedio anual

Departamento, sexo y categoría ocupacional	Año		
	2017	2018	2019
Trabajador por cuenta propia	21.1	21.4	22.3
Trabajador familiar no remunerado	2.8	2.7	2.3
Empleado doméstico	8.3	8.5	8.1
No disponible	0.1	0.0	0.1

Fuente: DGEEC. Encuesta Permanente de Hogares Continua 2017 - 2019. Promedio anual.

El censo de 2012 también recogió datos sobre el fenómeno de la migración pendular y la necesidad de movilizarse a una distancia considerable desde su residencia hasta su lugar de ocupación. Según los datos de Paraguay en su conjunto, cerca del 54% o 255 mil personas trabajaban en 2012 en un departamento diferente al de su residencia, tratándose en este último caso de una migración pendular interdepartamental.

La siguiente **Tabla 5.4.1.5.1.d** muestra los datos de Población de 10 años y más de edad migrante pendular por lugar de ocupación en 2012, para el Departamento Central. Como se puede observar, de la población de 10 años y más en el Departamento Central en 2012, que ascendía a 347.930 personas, 87.115 (25%) trabajaban en el propio departamento. La mayoría, el 59%, trabajaba en Asunción, y el 13% no tenía distrito fijo.

Tabla 5.4.1.5.1.d
Población de 10 años y más de edad sujeta a migración pendular del Departamento Central, por lugar de ocupación, 2012

Lugar de ocupación										
Asunción	Concepción	San Pedro	Cordillera	Guairá	Caaguazú	Caazapá	Itapúa	Misiones	Paraguarí	Alto Paraná
204,903	487	506	1.821	256	530	140	468	256	756	1,465
Central	Ñeembucú	Amambay	Canindeyú	Presidente Hayes	Boquerón	Alto Paraguay	Otro país	No tiene distrito fijo	Población migrante pendular	
87,115	242	198	403	1.844	575	336	1,788	43,841	347,930	

Fuente: Censo 2012. Migración Pendular en el Paraguay, 2012.

5.4.1.5.2
Actividades Económicas Predominantes en el Área de Estudio

El Censo Económico de 2011 recogió datos sobre la población ocupada del distrito de Villeta por sector y rama de actividad económica (**Tabla 5.4.1.5.2.a**). Como puede verse, de las 3.638 personas empleadas en 2010, el 56% trabajaba en la industria, principalmente en elaboración de productos alimenticios, en fabricación de sustancias y productos químicos y en otras actividades de industria. Otros 26% estaban en el comercio, la gran mayoría (85%) en la rama de comercio al por menor, excepto de vehículos automotores y motocicletas. Por último, el 18% pertenecía al sector servicios, la mayoría de ellos en las ramas de servicios de comidas y bebidas, transporte terrestre y por tuberías, enseñanza y otras actividades de servicios.

ATOME PLC

Tabla 5.4.1.5.2.a
Total de personal ocupado en Villeta por rama de actividad económica. Año 2010

	Personal ocupado	%
Total	**3,638**	
Industria	**2,021**	
Elaboración de productos alimenticios	568	28.10
Fabricación de sustancias y productos químicos	531	26.27
Otras actividades de industria	426	21.08
Fabricación de productos elaborados de metal, excepto maquinarias y equipos	131	6.48
Fabricación de muebles	120	5.94
Fabricación de productos de caucho y plástico	75	3.71
Fabricación de productos de minerales no metálicos	70	3.46
Productos de madera y fabricación de productos de madera y corcho, excepto muebles. Fabricación de artículos de paja y de materiales transables	54	2.67
Confección de prendas de vestir	29	1.43
Mantenimiento, reparación e instalación de máquinas y equipos	17	0.84
Comercio	**950**	
Comercio al por menor, excepto de vehículos automotores y motocicletas	811	85.37
Comercio y reparación de vehículos automotores y motocicletas	105	11.05
Comercio al por mayor, excepto de vehículos automotores y motocicletas	34	3.58
Servicios	**667**	
Servicios de comidas y bebidas	147	22.04
Transporte terrestre y por tuberías	112	16.79
Enseñanza	74	11.09
Otras actividades de servicios	68	10.19
Otras actividades de servicios personales	59	8.85
Intermediación financiera y otros servicios financieros, excepto los de seguros y administración de fondos de jubilaciones y pensiones	46	6.90
Captación, tratamiento y suministro de agua	39	5.85
Reparación de equipos informáticos y de comunicación; efectos de uso personal y doméstico	37	5.55
Actividades deportivas y de entretenimiento	22	3.30
Telecomunicaciones	18	2.70
Actividades de atención a la salud humana	18	2.70
Actividades jurídicas y de contabilidad	9	1.35
Otras actividades profesionales, científicas y técnicas	7	1.05
Actividades de juegos de azar y apuestas	7	1.05
Actividades de alquiler y arrendamiento, excepto inmuebles, y gestión de los activos intangibles no financieros	4	0.60

Fuente: Censo Económico Nacional 2011 - Paraguay. Resultados Finales Distritales.

Según las entrevistas realizadas para el EIAS, en Villeta existen tres hoteles, uno de ellos con buena capacidad de acogida, y cuatro restaurantes.

A diferencia de Villeta, el Departamento Central en su conjunto tenía en 2010 la mayor proporción de población ocupada (total de 220,635 personas) en el sector comercio, con el 41% del total, seguido por el sector servicios, con el 32% y por último la industria, con el 27%. En el comercio departamental, la rama con mayor peso (39% de esta porción) fue el comercio al por menor en comercios no especializados. En servicios, las ramas que concentraban la mayor parte de la población activa eran las de restaurantes, bares y similares y los otros tipos de transporte por vía terrestre (sumando ambas 29.5%). En la industria, las ramas más importantes, con porcentajes mejor distribuidos, fueron las de procesamiento y conservación de carne, confección de prendas de vestir, excepto prendas de piel y fabricación de muebles.

Según una entrevista realizada para el EIAS, en Villeta la producción ganadera está siendo desplazada por la producción de arroz a riego con canalización del agua, que se extiende aguas abajo. En el municipio existe la producción a gran escala, que conforme a entrevistados locales llega a miles de hectáreas y utiliza succionadoras que se abastecen del río.

Entre los principales empleadores del municipio se destaca la empresa Archer Daniels Midland (ADM) que produce y exporta aceite de soja no refinado. Esta empresa ocuparía a más de 300 trabajadores, trabajando parte de ellos con subcontratistas tercerizados.

Además de la firma Eladia, que acopia, procesa y exporta el arroz y emplea a trabajadores de Ypeka´e, en Villeta se encuentra el Complejo Agroindustrial Angostura SA (CAIASA), ubicado dentro del parque industrial de Villeta, a 45 km de Asunción y a unos 22 km del emplazamiento proyectado de la central de ATOME.

CAIASA opera en Paraguay desde el 2013, produciendo harinas de soja, aceites leguminosas y pellets de cáscara de soja. Posee una capacidad para procesar 4.500 toneladas diarias de la oleaginosa. Dentro de sus instalaciones cuenta con una terminal portuaria con dos muelles, cuya capacidad operativa de carga y descarga es de 1,500 toneladas-hora; además de una planta molturadora de oleaginosas, también tiene silos diferenciados para almacenamiento de cereales y oleaginosas, harinas y tanques para almacenar aceites de veinticinco mil toneladas[22].

Próximo a CAIASA está en proceso de instalación una planta industrial para la producción de biodiesel. Cremer Oleo Paraguay S.A. está siendo implementada por la empresa global alemana CREMER.

En Villeta operan cuatro plantas procesadoras de fertilizantes, incluyendo Organitec Fertilizantes S.A., Tecnomyl, el Complejo Industrial FERTIMAX y Mosaic Fertilizantes Paraguay, las dos últimas a unos 5 km del emplazamiento proyectado para la Planta de ATOME. En épocas de pico, la más grande de estas industrias transporta su producción utilizando hasta 300 camiones con capacidad de carga de 36 toneladas cada uno.

Según la entrevista con un antiguo empleado de la FERTIMAX y los datos obtenidos de su página web, la firma se dedica a fabricar y a comercializar fertilizantes, siendo la urea uno de sus productos. Algunos de sus insumos provienen de Rusia y son procesados en la Planta de Villeta. El abastecimiento de esta materia prima sufrió restricciones a raíz de la guerra con Ucrania.

[22] https://www.ip.gov.py/ip/jefe-de-estado-visita-la-mayor-planta-de-procesamiento-de-soja-ubicada-en-villeta/

ATOME PLC

En cuanto a la logística, la fábrica tiene su puerto, y utiliza tanto la vía fluvial como la terrestre en su movimiento de insumo y de producción.

Para el transporte fluvial utilizan 20 barcazas (chatas) por remolcador, teniendo la capacidad para 2.000 toneladas las barcazas grandes y 1.600 toneladas las barcazas chicas. En relación al transporte terrestre de la producción, el entrevistado señala que en épocas pico suelen salir de la fábrica unos 300 camiones por día con capacidad de transportar 53.000 kg cada uno de ellos.

FERTIMAX tiene dos turnos de 12 h, trabajando en cada uno de ellos 100 obreros. Utiliza para el traslado de sus trabajadores un transporte privado, y los que no residen en lugares de caminos de todo tiempo utilizan motocicletas para desplazarse.

Villeta también cuenta con un terminal multipropósito administrado por PTP Paraguay a través de una alianza operacional en usufructo oneroso con la Administración Nacional de Navegación y Puertos (ANNP). Los derechos de concesión se extienden por 20 años contados desde 2014, con la posibilidad de prorrogar dicho plazo por cinco años más. PTP Paraguay es parte de PTP Group, un *holding* de capitales argentinos con presencia a lo largo de la Hidrovía Paraguay-Paraná. Tiene infraestructura en Uruguay, Argentina y Paraguay, a través de ocho terminales portuarios, abarcando cerca de 1.500 km de ruta.

La terminal de Villeta se encuentra ubicada en las proximidades del centro urbano, en el km 1539 de la Hidrovía Paraguay-Paraná. Su posición en la Hidrovía es particularmente atractiva debido a que es el punto más lejano de la Hidrovía donde se puede acceder con barcazas full-cargo a lo largo del todo el año.

Según los documentos públicos disponibles, esta terminal ofrece operaciones de trasbordo, estiba, desestiba, consolidación/desconsolidación de cargas, fraccionamiento y *blending*; atendiendo buques tipo *feeder* y barcazas fluviales con graneles sólidos, graneles líquidos, cargas generales, contenedores y RO-RO. El calado es de 13 pies (full cargo 365 días del año). La terminal cuenta con equipos como Grúa Liebherr FCC 320 WL y Grúa Terex MHL 380.

Las instalaciones cuentan con más de 10.000 m² cubiertos para almacenaje de graneles sólidos y cargas generales, más de 10.000 m³ para almacenaje de graneles líquidos (combustibles, bio combustibles, aceites vegetales, fertilizantes líquidos, etc.) y una plazoleta de 5 hectáreas apta para contenedores y productos siderúrgicos.

Los combustibles y aceites transportados a través de esta terminal básicamente tienen origen europeo, de distintos emblemas. Son descargados y almacenados en la terminal, para ser redistribuidos por vía fluvial y terrestre hasta los lugares de expendio final.

La compañía está especializada en la descarga de fertilizantes, relacionada a la operación de su principal cliente, Abonos del Paraguay S.A., con quien mantiene un contrato de largo plazo con un nivel de transferencia anual garantizado (180.000 toneladas). Más del 65% de los ingresos ordinarios de PTP Paraguay están ligados a éste, evidenciando una fuerte concentración.

Más cerca del terreno de la Planta de ATOME (véase la **Figura 5.4.1.5.2.a**) existe un proyecto para construir el Complejo Industrial de Producción de Biocombustible Omega Green. El

ATOME PLC

complejo industrial también se ubicará cerca de la planta de procesamiento de granos de ADM, como muestra la **Figura 5.4.1.5.2.a**.

Al terreno donde será implantado el proyecto se accede por la Ruta Nacional PY19 Villeta – Alberdi, y después por un camino enripiado de 4.6 km. El proyecto estará integrado a terminales logísticos y plantas de extracción, pretratamiento, electrólisis e hidrotratamiento. La carretera Villeta – Alberdi será de alto flujo después de su implantación.

Figura 5.4.1.5.2.a
Ubicación del Complejo Omega Green en relación con la Planta de ATOME



Límite del Complejo Omega Green
Límite del terreno

Fuente: *Omega Green Project. General Plant Layout.*

Según el Relatorio de Impacto Ambiental del proyecto, elaborado para obtención del permiso del MADES, el proponente del proyecto, ECB Paraguay S.A., es un grupo constituido en el 2011 y que dispone de una cartera de inversiones con participación en empresas de generación de combustibles a partir de materias primas renovables, como BSBIOS Paraguay S.A. BIO SWITZERLAND SA, ECB GROUP PARAGUAY y ECB GROUP BRASIL.

El Contrato de concesión de Zona Franca entre el gobierno de la República del Paraguay y ECB Paraguay S.A. establece que el concesionario instalará una industria destinada a la producción de biocombustible para la exportación, procesando materias primas y/o productos semielaborados de origen nacional o importado. Esta actividad se desarrollará en las instalaciones del concesionario.

El concesionario podrá instalar una terminal portuaria para recepción de materias primas, maquinarias y otros bienes necesarios para el desarrollo de sus actividades, y la posterior explotación de los productos finales o residuales, conforme al contrato de concesión de la zona franca y a la firma de su adenda modificatoria. En esta adenda se menciona que en setiembre de 2020 se suscribió el contrato de concesión de zona franca entre el gobierno de Paraguay y la empresa ECB Paraguay S.A. en el que se establece que la zona franca concedida estará ubicada en un inmueble de 70 has situado en Villeta, cuya operación de compraventa se realizó con EL ARREGLO S.A.

El 30 de abril de 2021 se solicitó una adenda al mencionado contrato, acompañando la compraventa de un inmueble de 388 has ubicado en Puerto Sara, distrito de Villeta. En agosto del 2022 la empresa BSBIOS Paraguay S.A. pasó a denominarse Omega Green S.A. La adenda fue acordada el 2 de febrero del 2023. Para el presente EIAS fue posible acceder a la adenda modificatoria al contrato de concesión de Zona Franca entre el gobierno de la República del Paraguay y Omega Green S.A.

El complejo industrial producirá 20,000 barriles día de diésel renovable, combustible de avión y subproductos. Se estima la producción de 2,700,000 litros de combustibles renovables por día; 1,200 toneladas métricas de aceite desgomado sumados a otras 1,200 toneladas métricas de aceitas adquiridos en los mercados locales e internacionales.

Las materias primas a ser utilizadas por Omega Green son oleaginosas, granos, grasas animales, aceites vegetales, aceites vegetales reciclados de origen nacional o importado, y residuos del biodiesel. Se estima un procesamiento de 6.250 toneladas de granos por día.

Según el Relatorio de Impacto Ambiental, la estimación de la cantidad del personal que se requerirá comprende:

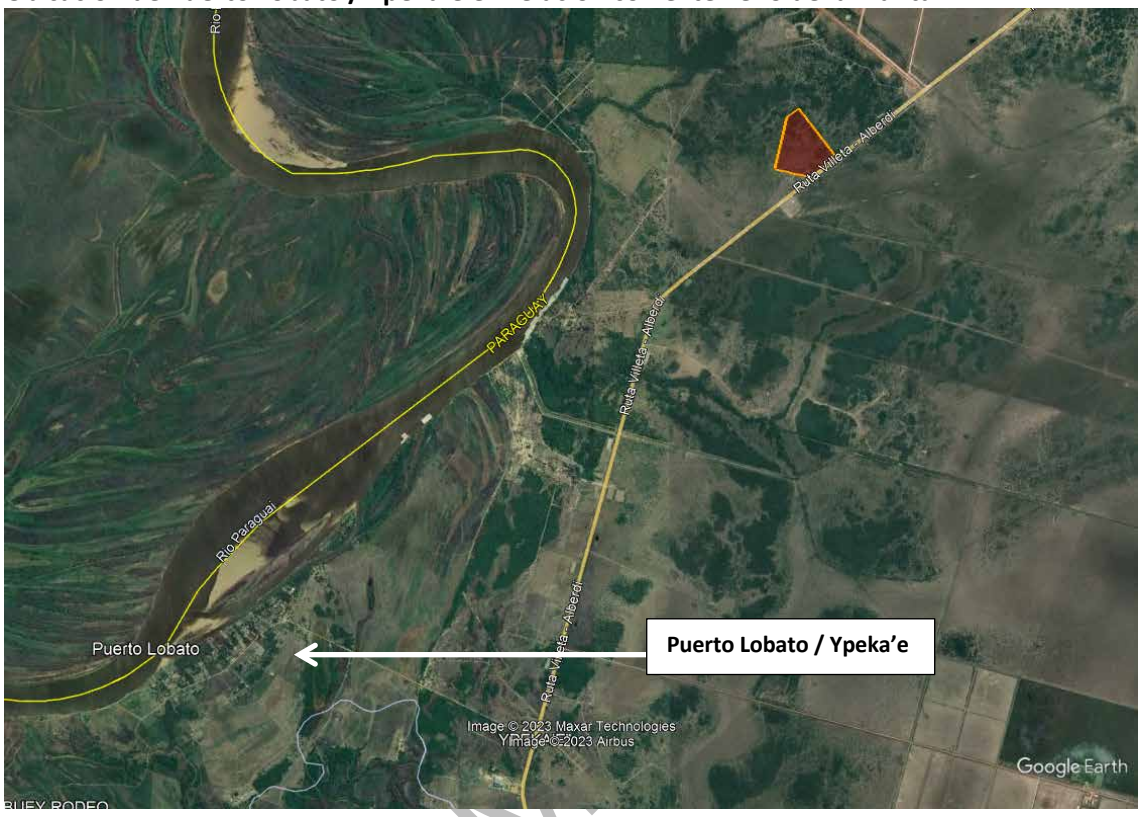
- 400 empleos directos
- 2,000 empleos indirectos
- 3,000 empleos temporales

5.4.1.5.3
Actividad Pesquera

A unos 8 km en línea recta del lugar de la Planta de ATOME, y a unos 11 km por carretera, se encuentra la compañía Ypeka'e (**Figura 5.4.1.5.3.a**), donde se realizan actividades de pesca de subsistencia y deportiva. La localidad de pescadores Puerto Lobato o YpeKa’e está establecida a orillas del río Paraguay, distando unos 3 km de la Ruta Villeta Alberdi (PY19) a la que se accede a través de un camino precario.

ATOME PLC

Figura 5.4.1.5.3.a
Ubicación de Puerto Lobato / Ypeka'e en relación con el terreno de la Planta



Los pescadores de esta comunidad están asociados a la Asociación de Pescadores de Ypekaʾe, cuyo vicepresidente y uno de los socios fueron entrevistados como parte de la línea de base de este EIAS.

Según la entrevista, la localidad es de viejo poblamiento y los primeros pobladores refieren el poblamiento inicial ya 60 años atrás. Actualmente la población local propiamente dicha está compuesta por unos 200 hogares.

La localidad tiene una capilla con San Antonio de Padua como patrón, y una escuela (San Juan Bautista) que cubre hasta el 9º grado. Los que quieren terminar el bachillerato deben ir hasta el centro de Villeta. La población local no cuenta con el servicio de transporte público. Para irse hasta el centro de Villeta deben salir hasta la ruta Villeta – Alberdi y esperar el colectivo de la empresa Lago Ypoʾa que pasa tres veces al día.

La comunidad no cuenta con Junta de Saneamiento ni planta de tratamiento de agua. Los pobladores compran bidones de agua para beber, cada familia compra alrededor de cinco bidones de agua por semana, lo que equivale a guaraníes 200,000 al mes. Para el aseo y satisfacer otras necesidades extraen agua directamente del Río Paraguay, siendo que algunas viviendas cuentan con motobomba y otras acarrean el agua con baldes. La comunidad no cuenta con el servicio de recolección de basuras, por lo que los pobladores queman o entierran la basura en sus patios. Para la cocción de alimentos utilizan leña. No se registran casos de robos o hurtos; la patrulla policial no acostumbra a entrar a la comunidad.

ATOM

La mayoría de jefes de hogar se dedica a la pesca comercial o de subsistencia mientras otros trabajan en establecimientos agroindustriales de Villeta. La población temporal de pescadores deportivos de fines de semana es difícil de estimar ya que no todos ellos tienen sus residencias en la localidad y se limitan a utilizar las instalaciones de los clubes de pescadores.

Los que se dedican en forma permanente a la pesca para su comercialización o subsistencia en forma permanente son poco más de 100, de los cuales 60 están empadronados en los registros del Ministerio de Desarrollo Social que reciben subsidios durante el período de veda, pero solo un miembro del hogar puede recibir esa compensación.

Según registros del MADES, la asociación no cuenta con canchadas registradas ante el ministerio, que son zonas asignadas a la pesca, sujetas a monitoreo y evaluación por parte de la institución.

La mayoría de los pescadores son espineleros, ya que capturan peces negros relativamente grandes (básicamente surubí) con espineles, y en la época de baja de esta cosecha se dedican a la captura con liñadas de peces blancos de menor porte, que destinan básicamente al autoconsumo. Las carnadas que utilizan dependen del tipo de pez quieran capturar. Los pescadores utilizan lombrices que compran del centro de Villeta. También utilizan peces pequeños como carnadas.

Debido a la cercanía del río los pobladores de Ypeka'e van caminando para pescar.

El perfil de estos pescadores puede deducirse de la entrevista a uno de ellos:

> *Yo soy pescador. Yo vendo los pescados, los saco con espinel. Tengo mi patrón ….. Me dedico a la pesca todos los días, incluyendo sábados y domingos. La mayoría de los pobladores se dedican a la pesca, algunos, muy pocos, trabajan con la empresa arrocera Pasiva, que en realidad es un silo. En mi casa vivimos cinco personas.*

En cuanto a la pesca deportiva, en la localidad están establecidos tres clubes de pesca deportiva que cuentan con atracaderos y otras instalaciones. La APTV contaría con más de 200 socios, Guyrati con un centenar de asociados y el Club San Lorenzo tendría aproximadamente 50 socios. Estos pescadores interactúan poco con la población local. Algunos de ellos tienen residencias lujosas que contrastan con las modestas viviendas del entorno.

5.4.1.6
Servicios Públicos

5.4.1.6.1
Salud

En esta sección se presentan algunos indicadores que permiten evaluar el perfil de Villeta y del Departamento Central en relación con la existencia de recursos básicos para la atención de la salud.

De acuerdo con la división del país en regiones sanitarias, el Departamento Central constituye la Región sanitaria XI – Central.

ATOME PLC

En la **Tabla 5.4.1.6.1.a** se presentan los datos de los establecimientos de salud del Departamento Central para 2018. Como puede observarse, en este año había un total de 173 establecimientos sanitarios, la mayoría de los cuales eran Unidades de Salud Familiar - USF (108). A pesar de tener 19 distritos, el departamento sólo contaba con 16 hospitales regionales, lo que demuestra que había distritos sin hospital. Este es el caso de Villeta, que, según la entrevista realizada para este EIAS, cuenta con un hospital distrital (HD), la unidad regional del IPS y las USF Cumbarity, Tacuaty Rugua, Naranjaisy Y Naranjaisy II.

Tabla 5.4.1.6.1.a
Total de establecimientos de salud – Departamento Central 2018

Tipos	Nº de establecimientos
Hospitales regionales	**16**
Centros de salud	8
Puestos de salud	16
Hospitales distritales	7
Hospitales especializados	5
Centros especializados	7
Dispensarios	-
Unidad de salud familiar	108
Hospital materno infantil	4
Hospital general materno infantil	-
Hospital general	2
Total	**173**

Fuente: Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social. Dirección General de Información Estratégica en Salud.

Entre otros datos del Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social sobre el HD de Villeta, se puede ver en la **Tabla 5.4.1.6.1.b** que en 2015 este hospital contaba con 20 camas y realizó 34.331 consultas ambulatorias y 17.084 consultas de urgencias.

Tabla 5.4.1.6.1.b
Datos estadísticos año 2015 HD Villeta

	Consultas Ambulatorias	Consultas de Urgencias	Número de Camas	Egresos Hospitalarios	Días Camas Disponibles	Días Camas Ocupados	% de Ocupación de Camas
HD Villeta	34,331	17,084	20	1,082	7,300	2,870	39.3

Fuente: Dpto. Inversión en Salud - Dirección de Economía de la Salud. Taller de Costos Central. Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social.

La **Tabla 5.4.1.6.1.c** muestra algunos indicadores de salud para el Departamento Central. Como se puede observar, el porcentaje de la población con acceso a la salud y cobertura de seguro médico disminuyó en 2021 en comparación con la situación en 2012.

ATOME PLC

Tabla 5.4.1.6.1.c
Principales indicadores de salud de la población del Departamento Central. 2012 y 2021

	2012	2021
Población con cobertura de seguro médico[1]	693,961 (37.4%)	796,536 (35.5%)
Acceso a salud [2]	477,363 (78.9%)	267,663 (66.6%)

1- Incluye IPS y otro tipo de seguro.
2- Incluye a la población enferma o accidentada.
Fuente: DGEEC. Encuesta Permanente de Hogares.

De acuerdo con los datos del Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social sobre enfermedades transmisibles de notificación obligatoria en Paraguay, para el periodo 2018-2020, el dengue es la enfermedad de mayor ocurrencia, con porcentajes de 84%, 72% y 98% del total de notificaciones en 2018, 2019 y 2020, en un conjunto de 24 enfermedades. Las segundas más notificadas fueron, en 2018 la Parotiditis, con solo 4% del total, y la Varicela en 2019 y 2020, con 12% y 0.5% del total, respectivamente.

Datos de la Guía Nacional de Vigilancia y Control de Enfermedades del Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica (Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social, 2022), muestran que el Departamento Central se encuentra entre los que estuvieron implicados en casi todos los brotes de enfermedad y entre los departamentos con mayor número de casos notificados de determinadas enfermedades, como se muestra en los ejemplos a continuación:

- El brote de circulación autóctona de **Chikungunya** en enero de 2015 inició en el distrito de Fernando de la Mora, Departamento Central, extendiéndose en distritos aledaños además de otros departamentos del país;
- El brote de **Difteria**, entre 2002 y 2003, con un total de 50 casos y una letalidad de 18%, comprometió especialmente al Departamento Central y en menor medida a Asunción y los Departamentos de Presidente Hayes, Caaguazú y San Pedro;
- Los casos de **envenenamiento por escorpión** de la especie *T. trivittatus*, de importancia médica, se han reportado en los Departamentos de Concepción, Amambay, Guairá, Cordillera, Paraguarí, Central y la ciudad de Asunción;
- La **Hepatitis Vírica B** se distribuye en todo el país, pero las regiones sanitarias con mayor notificación son Central, Capital y Alto Paraná;
- Más del 90% de los casos de **Leishmaniosis Visceral** provienen del distrito de Asunción y de los Departamentos Central, Paraguarí y Cordillera;
- En Paraguay las tasas de incidencia más elevadas de **Sífilis y Sífilis Neonatal** se encuentran en Boquerón, Asunción, Alto Paraná, Alto Paraguay, Central, Pte. Hayes y San Pedro;
- Asunción, Central y Alto Paraná presentan casos de **Tuberculosis**, con mayor desarrollo de enfermedad activa en la población de varones jóvenes entre 15-44 años, en las áreas de alta densidad demográfica;
- En Paraguay, el 56% de las personas con infección por el **VIH** registradas en el año 2020, residen en el Departamento Central y Capital, seguidos por las zonas fronterizas como Alto Paraná (13%) e Itapúa (3%).

En cuanto a dengue, el Informe 2017-2018 del Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social indica que los casos notificados en 2018 proceden principalmente del Departamento Central en un 52.5% y de Asunción en un 30.3%. De los 15 casos de fallecidos por dengue en el año, 7

ATOME PLC

fueron en Asunción, 5 en el Departamento Central, y 1 en cada uno de los departamentos de Guairá, Boquerón y Alto Paraná.

Este informe también da cuenta de los casos de malaria, que fueron sólo 3, uno proveniente del Departamento Central y 2 de Misiones. Con respecto a Meningoencefalitis, aunque hay casos todos los otros departamentos del país, la mayoría de los casos notificados fueron oriundos de los Departamentos Central (44%), Asunción (12%), Alto Paraná (11%) y Cordillera (5%).

5.4.1.6.2
Educación

Los datos en esta Sección se presentan con el objetivo de caracterizar las condiciones de educación en Villeta y en el Departamento Central, donde está ubicado el proyecto.

Los datos de la **Tabla 5.4.1.6.2.a** para el Departamento Central muestran que casi la totalidad (98.9 a 99.1%) de la población de 6 a 14 años estudiaba en una institución de enseñanza formal entre 2017 a 2019, con una situación equilibrada entre hombres y mujeres. El siguiente grupo, entre 15 y 17 años, presenta una reducción de los porcentajes, que varían del 85.6% al 90.8%. En este caso, los porcentajes son más bajos para los hombres, con 82.1% a 88.5% contra 89.3% a 93.4% para las mujeres.

Tabla 5.4.1.6.2.a
Población de 6 a 14 y de 15 a 17 años de edad en el Departamento Central, según asistencia a una institución de enseñanza formal y sexo (%), en el período de 2017 a 2019. Promedio anual

Asistencia / sexo	Año					
	2017		2018		2019	
	6 a 14 años	15 a 17 años	6 a 14 años	15 a 17 años	6 a 14 años	15 a 17 años
Total	**343,784**	**122,438**	**335,198**	**119,069**	**345,134**	**111,645**
Asiste	98.9	85.6	99.1	88.5	98.9	90.8
No asiste	(1.1)	14.2	(0.9)	11.5	(1.1)	9.2
Hombres	**176,370**	**64,788**	**177,951**	**56,555**	**185,215**	**58,864**
Asiste	98.3	82.1	99.3	87.7	99.1	88.5
No asiste	(1.7)	17.9	(0.7)	12.3	(0.9)	11.5
Mujeres	**167,414**	**57,650**	**157,247**	**62,514**	**159,919**	**52,781**
Asiste	99.5	89.6	98.9	89.3	98.7	93.4
No asiste	(0.5)	10.1	(1.1)	10.7	(1.3)	(6.6)

Fuente: DGEEC Encuesta Permanente de Hogares Continua 2017 - 2019. Promedio anual.
Nota: ( ) estimación basada en menos a 30 casos muestrales, que puede ser considerada como insuficiencia muestral.

En cuanto al tipo de institución a la que asistió esta población de 6 a 17 años en el periodo 2017 a 2019, se observa en la **Tabla 5.4.1.6.2.b** que la gran mayoría de la población en este grupo de edad (del 73 al 77%) asistió a escuelas públicas. Sin embargo, los porcentajes de asistencia a instituciones públicas disminuyeron de 2017 a 2019, aumentando en este periodo los porcentajes en escuelas privadas. Hay un mayor porcentaje de hombres que asistieron a establecimientos públicos, y un mayor porcentaje de mujeres en centros Privados/Subvencionados.

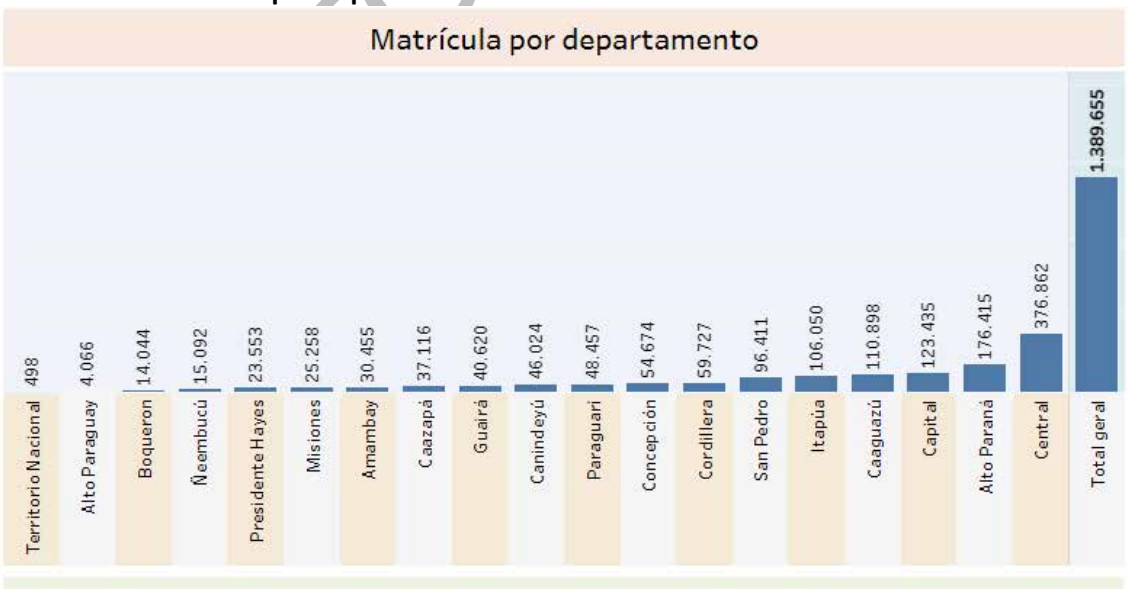
Tabla 5.4.1.6.2.b
Población de 6 a 17 años de edad que asiste a una institución de enseñanza formal por año, para el Departamento Central, según sexo y tipo de institución a la que asiste (%), 2017 al 2019. Promedio anual

Tipo de institución / sexo	Año		
	2017	2018	2019
Total	**444,713**	**437,683**	**442,696**
Pública	77.0	73.3	73.9
Privada	14.7	18.0	16.6
Privada/ Subvencionada	8.2	8.7	9.5
Hombres	**226,491**	**226,280**	**235,574**
Pública	77.9	74.7	75.6
Privada	14.9	18.0	16.1
Privada /Subvencionada	7.2	7.3	8.3
Mujeres	**218,222**	**211,403**	**207,122**
Pública	76.1	71.8	72.0
Privada	14.5	17.9	17.1
Privada/ Subvencionada	9.4	10.3	11.0

Fuente: DGEEC Encuesta Permanente de Hogares Continua 2017 - 2019. Promedio anual
Nota: ( ) estimación basada en menos a 30 casos muestrales, que puede ser considerada como insuficiencia muestral.

A continuación, en la **Figura 5.4.1.6.2.a**, se muestra el total de matriculados en el año 2018 según el Ministerio de Educación y Ciencia, y la distribución en los distintos Departamentos de Paraguay. Como puede observarse, del total de matriculados para el conjunto de Departamentos, la mayoría, el 27%, se encontraban en el Departamento Central.

Figura 5.4.1.6.2.a
Número de matrículas por departamento



Fuente: https://datos.mec.gov.py/app/grafico_matriculaciones_2018.

En cuanto a Villeta, los datos de la entrevista realizada muestran que el municipio cuenta con 45 centros educativos, de los cuales 20 son urbanos y 25 son rurales. Según el Mapa Escolar

del Ministerio de Educación y Ciencias[23], el centro educativo más cercano al proyecto la Escuela Básica N° 2872 San Juan Bautista, ubicada en la localidad de Buey Rodeo, zona rural del municipio.

En cuanto a la Educación Superior, se encuentran la UTCD – Filial Villeta y UPAP – Villeta.

Un Colegio Técnico Departamental ofrece Bachillerato Técnico en Construcciones Civiles, Bachillerato Técnico en Electricidad, Bachillerato Técnico en Química Industrial, Formación Profesional Media en Mecatrónica y Consejo Empresarial.

5.4.1.6.3
Transporte

5.4.1.6.3.1
Transporte por Carretera

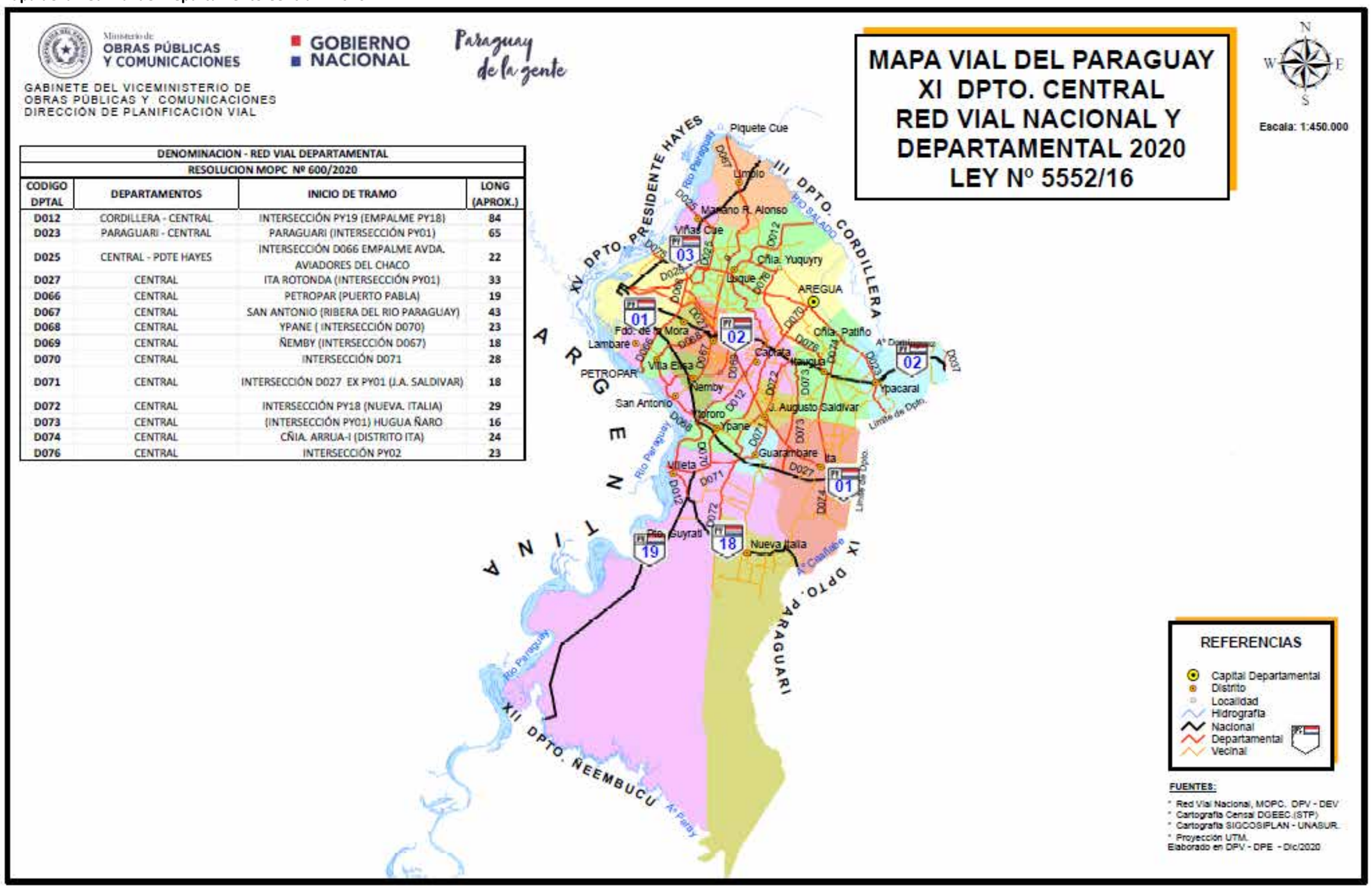
La red vial del Departamento Central se muestra a continuación en la **Figura 5.4.1.6.3.1.a**.

Las dos carreteras principales que llegan al municipio de Villeta son las Rutas Nacionales PY18 y PY19.

ATOME PLC

[23] https://mapaescolar.mec.gov.py/mapa_escolar/maps/index

Figura 5.4.1.6.3.1.a
Mapa de la Red Vial del Departamento Central – 2020



Fuente: https://www.mopc.gov.py/application/files/7116/3007/2544/11_central_mapa_vial_py-2020.pdf.

La Ruta Nacional PY18 inicia en Villeta y termina en la localidad de Mayor Otaño. Atraviesa de oeste a este a lo largo del sur de la Región Oriental. Posee una extensión aproximada de 358 km y pasa por 5 departamentos. Esta carretera interconecta Villeta a Nueva Italia.

La Ruta Nacional PY19 inicia en la ciudad de Villeta y termina en la ciudad de Pilar, pasando por Alberdi. Es una carretera adyacente al Río Paraguay, con una extensión aproximada de 202 km. Esta es la ruta de acceso al emplazamiento de la Planta de ATOME desde Villeta.

Según datos del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones - MOPC, se realizaron obras de mejoramiento de la PY19 en el tramo Villeta km 40 – Alberdi (**Fotos 01 y 02**), con la colocación de la señalización horizontal y de nueva capa de concreto asfáltico con polímeros, que se trata de un tipo de material cuya resistencia soporta las deformaciones por factores climatológicos y del tránsito por el peso vehicular. Los asfaltos modificados con polímeros elevan la vida útil de un pavimento y se aplican teniendo en cuenta ciertos factores como, por ejemplo, el volumen del tránsito y la magnitud de las cargas que transitan por el lugar[24].





Fotos 01 y 02: Obras de mejoramiento en la PY19, tramo Villeta km 40 – Alberdi.

Según datos del Informe Final de la Actualización del Plan Maestro de Infraestructura y Servicios de Transporte del Paraguay 2018 – 2028, de diciembre 2020, un relevamiento de tránsito llevado a cabo en dos periodos; 2012 y 2018, resultó en los siguientes números para la Carretera Villeta – Alberdi (**Tabla 5.4.1.6.3.1.a**), en el tramo que se utilizará para el Proyecto:

Tabla 5.4.1.6.3.1.a
Relevamiento de tránsito en la Ruta Villeta – Alberdi, tramo Villeta – Villa Olivia

Tipos de vehículo	Asignación de flujo de vehículos livianos (TPDA) - vehículos al día
Motos	171
Autos	889
Ómnibus	22
T1 (2 y 3 ejes)	105
T2 (4 y 5 ejes)	171
T3 (más de 5 ejes)	304
Total	1,662

[24] https://www.mopc.gov.py/index.php/noticias/puesta-punto-de-la-ruta-py19-tramo-alberdi-villeta-km-40-tiene-70-de-avance y https://www.mopc.gov.py/index.php/noticias/tramo-villeta-km-40-alberdi-tiene-80-de-avance.

Según los datos de las entrevistas, el sistema de transporte para atender el área urbana y el área rural de Villeta cuenta solamente con los buses que van a la capital, transitando por las rutas principales. La zona industrial tiene escasa cobertura de transporte público.

El principal medio de transporte de la población local son las motocicletas.

Las empresas del distrito cuentan con sistemas de movilidad exclusivos para el desplazamiento del personal residente en Villeta y en municipios vecinos. Los trabajadores que residen en lugares sin acceso de todo tiempo, tal como los de Ype Ka'e, se desplazan en motocicletas.

El mismo Informe Final de la Actualización del Plan Maestro presenta conteos de tráfico para el Acceso Sur en un periodo en 2018 (**Tabla 5.4.1.6.3.1.b**). El Acceso Sur también será utilizado por el Proyecto, más concretamente por los autobuses que transportarán a los trabajadores que saldrán de la Estación de Autobuses de Asunción situada en la Avenida Fernando de La Mora y seguirán hasta la obra.

Tabla 5.4.1.6.3.1.b
Relevamiento de tránsito en el Acceso Sur

Tipos de vehículo	Asignación de flujo de vehículos livianos (TPDA) - vehículos al día
Motos	1,156
Autos	6,826
Ómnibus	116
T1 (2 y 3 ejes)	917
T2 (4 y 5 ejes)	977
T3 (más de 5 ejes)	1,018
Total	11,010

5.4.1.3.6.2
Transporte Fluvial

Villeta está situada a orillas del río Paraguay, que forma parte de la Hidrovía Paraguay-Paraná.

Según el Informe Nacional de Conectividad del Paraguay (CEPAL, 2020), Paraguay forma parte del Acuerdo de Transporte Fluvial por la Hidrovía Paraguay-Paraná, que consta de 3.442 km de vías navegables que unen a 5 países y va desde Puerto Cáceres (Brasil) hasta Nueva Palmira (Uruguay) (**Figura 5.4.1.3.6.2.a**). Pasa por Puerto Busch (Bolivia), Asunción (Paraguay) y los puertos del río Paraná (Rosario, Zarate), Buenos Aires, Dock Sud y La Plata (Argentina), hasta el acceso marítimo de Recalada.

Paraguay también forma parte del Comité Intergubernamental de la Hidrovía Paraguay-Paraná, organismo encargado de gestionar el Acuerdo de Transporte Fluvial por la Hidrovía Paraguay-Paraná firmado por Argentina, Bolivia, Brasil, Paraguay y Uruguay en 1991.

De acuerdo con el documento de CEPAL (2022)[25], actualmente los ríos que componen el sistema fluvial Paraná – Paraguay son transitados por una flota compuesta por más de 2000 barcazas fluviales de todo tipo (para cargas al granel, secos, líquidos y gaseosos y

[25] Hidrovía Paraguay – Paraná: Tramo Santa Fe – Confluencia. Análisis de las características más relevantes para la toma de decisiones futuras. Asistencia técnica a la Administración General de Puertos de la República Argentina. 2022.

ATOME PLC

contenedores y carga general), propulsadas por buques especialmente diseñados para esta tarea.

Según el documento Acuerdo de “Santa Cruz de la Sierra” sobre transporte fluvial por la Hidrovía Paraguay–Paraná y sus protocolos adicionales, Tomo II, Reglamentos, de la Secretaría General de la ALADI (2016), los convoyes en navegación a empuje en la Hidrovía no podrán exceder de una eslora máxima de 290 m, considerada desde la proa de la primera barcaza hasta la popa de la última embarcación. La Manga máxima de esta modalidad de navegación será de 50 m. La potencia de máquinas de los remolcadores deberá estar de acuerdo al desplazamiento de los convoyes y seguridad de los mismos con características suficientes para garantizar la maniobrabilidad en tramos críticos.

Figura 5.4.1.3.6.2.a
Hidrovía Paraná-Paraguay en Sudamérica

ATOME PLC

Fuente: ANTAQ/UFPR (2017). Preparado por UFPR/ITTI.

Condiciones de la Hidrovía Paraguay-Paraná

El informe elaborado por ANTAQ/UFPR (2017) presenta un diagnóstico de las infraestructuras fluviales disponibles en la Hidrovía Paraguay-Paraná en términos de condiciones morfológicas, hidrológicas y estructurales en el momento del estudio.

Específicamente para el tramo de interés del proyecto de la Planta de ATOME, es decir, desde Villeta hasta Nueva Palmira, en Uruguay, las condiciones reportadas son las siguientes:

Tramo Asunción – Santa Fe:

Con una extensión de 1,040 km, el tramo comparte jurisdicción entre Paraguay y Argentina, desde Asunción (PRY) (km 1,630) hasta Santa Fe (ARG) (km 590), y contiene la confluencia del río Paraná con el río Paraguay, en las proximidades de los municipios argentinos de Corrientes y Paso de la Patria (km 1,240).

En las inmediaciones de Asunción (PRY), el Puente Remanso Castillo (**Figura 5.4.1.3.6.2.b**) es considerado uno de los principales impedimentos para el tráfico de embarcaciones, según el Ministerio de Transportes (BRASIL, Ministerio de Transportes, 2014[26]), y son necesarias obras de derrocamiento en sus inmediaciones para mejorar la navegabilidad. En esta región, el río presenta un aumento considerable de anchura y la llanura de inundación alcanza una dimensión que varía entre 5 y 15 km (afectando a la margen derecha del río). El canal de navegación es más profundo en algunos puntos aislados (con profundidades de hasta 8.0 m).

Figura 5.4.1.3.6.2.b
Puente Remanso Castillo. Obstáculo a la navegación en el tramo de Corumbá (BRA) a Asunción (PRY)



Fuente: ANTAQ/UFPR (2017).

En cuanto al régimen hidrológico, las inundaciones se producen entre los meses de junio y septiembre, con un pico más recurrente en julio, y pueden variar de un año a otro. La sequía se

[26] BRASIL. MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES. Bacia do Paraguai. 2014. Disponible en: http://www.transportes.gov.br/editoria-d/52-sistema-de-transportes/1442-baciado-paraguai.html.

ATOME PLC

extiende de octubre a febrero, con niveles extremos entre los meses de diciembre y enero (ANA[27]; CPRM, 2015[28]).

A lo largo de este tramo, y ya bajo jurisdicción compartida entre Brasil y Paraguay, el río Paraguay presenta una serie de bancos de arena y afloramientos rocosos a medida que se acerca a Asunción, lo que dificulta el tráfico de embarcaciones durante la estación seca. A partir del km 2,050, los pasos denominados Arrecifes (km 2,048), Guggiari (km 1,940) y Passo Remanso Castillo (km 1,645) se encuentran entre los principales obstáculos a la navegación y son considerados cuellos de botella de la Hidrovía, requiriendo obras de dragado y derrocamiento para garantizar la navegación (BRASIL. Ministério dos Transportes, 2014).

En cuanto al dragado de mantenimiento, se obtuvo información de Terport de que el Gobierno Paraguayo tiene actualmente 3 contratos vigentes para distintos tramos por 3 años, a través de licitación pública administrada por el MOPC.

Siguiendo la descripción del informe de ANTAQ/UFPR (2017), se indica que en las proximidades de Bahía de Asunción en Itá Punta (km 1,626), Cassacia (km 1,619), Medín (1,608), San Antonio (km 1,604), Villeta (km 1,595), Buey Muerto (km 1,591), Itá Pyrú (km 1,585) y Guyrati (km 1,581), aún falta desmembrar los trenes, al equivalente de una composición de barcazas tipo 2x4+1 (CSI Ingenieros, 2010[29]).

En el tramo desde Asunción hasta Santa Fe el río es navegable durante la mayor parte del tiempo, y la profundidad del canal navegable se puede dividir en dos subtramos. El primero concentra la extensión desde el km 1,630, en Asunción, hasta el km 1,240, en la confluencia de los ríos, en el cual las profundidades del canal pueden variar entre 3.20 y 3.95 m según la información de profundidades navegables de la Subsecretaría de Puertos y Vías Navegables (ARGENTINA. Secretaría de Transporte de la Nación, 2016[30]) y los informes técnicos presentados por CSI Ingenieros (2010). El segundo subtramo se ubica entre la confluencia del río Paraguay-Paraná (km 1,200) y la ciudad de Santa Fe (km 590), donde el rango de profundidades puede variar de cuatro a siete metros.

Por lo tanto, este tramo es navegado de forma homologada por convoyes 4x5, constituidos por barcazas y empujadores, con capacidad de hasta 30,000 toneladas (**Figura 5.4.1.3.6.2.c**).

Al sur de la llanura aluvial de Asunción (PRY) aparecen las llanuras mesopotámicas (llanura de Ribeira, entre los ríos Paraguay y Paraná). Además de integrar el ámbito de las llanuras argentinas con pequeñas diferencias altimétricas, la llanura correntina presenta una especial alternancia de niveles y formas con notable impacto fisiográfico.

Según el Comité Intergubernamental de la Hidrovía Paraguay-Paraná (CIH, 2016[31]), se realiza el

[27] ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Sistema Hidroweb. Servicio de Información Hidrológica. Disponible en: http://www.snirh.gov.br/hidroweb/.

[28] CPRM. COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - SERVIÇO GEOLÓGICO. Previsão Hidrológica e Alerta de Enchentes Pantanal MatoGrossense. Disponible en: http://www.cprm.gov.br/.

[29] CSI INGENIEROS. Proyecto BID/FOMIN. Estudio del Sistema de Transporte Fluvial de Granos y Productos Procesados en la Hidrovía Paraguay – Paraná. 2010. (Relatório Final).

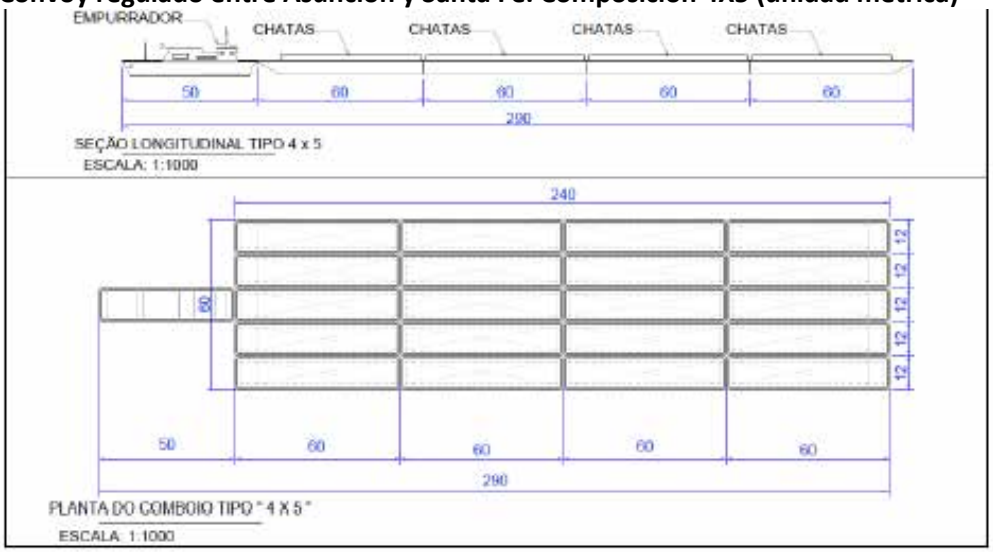
[30] ARGENTINA. Secretaría de Transporte de la Nación. Subsecretaria de Puertos y Vías Navegables. Información de rutas navegables. 2016b. Disponible en: http://www.sspyvn.gob.ar/sspyvn/.

[31] CIH. COMITÊ GOVERNAMENTAL DA HIDROVIA PARAGUAI-PARANÁ. Disponible en: http://cicplata.org/?id=hpp_mi.

ATOME PLC

dragado de este tramo con el fin de mantener una profundidad mínima de navegación de 3.65 m.

Figura 5.4.1.3.6.2.c
Convoy regulado entre Asunción y Santa Fe. Composición 4X5 (unidad métrica)



Fuente: ANTAQ/UFPR (2017). Preparado por UFPR/ITTI.

Aguas abajo del municipio de Corrientes (ARG), la Hidrovía Paraguay-Paraná aumenta en número de ramificaciones en el cauce principal, caracterizando una evolución fluvial en meandro. La presencia de bancos de arena formados por sus propios depósitos aluviales y la presencia de extensas llanuras de inundación son el resultado de los diversos aportes laterales de la cuenca, como el Río Porteño, el Río San Hilario, el Río Komare, el Río Cortapik, el Río Payagua, el Río Bermejo, el Río Pilcomayo, el Río de Oro y el Río Negro, con predominio en la margen derecha de la Hidrovía.

En cuanto a obstáculos artificiales, el Puente Chaco-Corrientes (Puente General Manuel Belgrano) cruza la Hidrovía después de la confluencia de los ríos Paraguay y Paraná, pero sin imponer restricciones a las embarcaciones durante su paso (**Figura 5.4.1.3.6.2.d**). Aun así, la reglamentación marítima en este tramo exige que tanto la navegación diurna como nocturna, en ambos sentidos, se realice por el canal marcado entre los estribos 5 y 6, estando prohibidos los cruces y adelantamientos en los 1,000 m aguas abajo y aguas arriba del puente (BRASIL. Ministério dos Transportes, 2014).

El Informe de la CEPAL (2022), más reciente, presenta el diagnóstico del tramo "Asunción (km. 1630) – Confluencia (km. 1238), en el cual se informa que en este segmento la navegación se efectúa con convoyes de hasta 20 barcazas y casi todo el año con calado máximo de 10 pies. El tráfico aguas arriba hasta Asunción posee la componente de buques y barcazas portacontenedores y carga general, cuando el río provee suficiente profundidad se suman buques de carga general de mayor calado. En este tramo aún sin fecha definida para efectuar tareas de dragado y balizamiento, resultan críticas las bajas alturas estacionales del río Paraguay entre octubre y febrero, llegándose a interrumpir la navegación por más de un mes en épocas de alta demanda de mercaderías destinadas al consumo de fin de año.

ATOME

Figura 5.4.1.3.6.2.d
Puente General Manuel Belgrano, entre las Provincias de Chaco y Corrientes



Fuente: CFI (2016).

El tramo Confluencia (km. 1240) – Santa Fe (km. 584), a su vez, posee una serie de pasos críticos, que obligan en su estado actual, a interrumpir la navegación en horas de la noche, sobre todo a los convoyes de mayor número de barcazas. En su lecho no existen formaciones rocosas, de modo que las varaduras resultan poco gravosas para las embarcaciones, aunque castigan el canal troncal y causan en menor medida daños al ambiente. Su raza presenta rápidos cambios en ciertos pasos, con características de inestabilidad similares, al tramo Asunción – Confluencia.

De acuerdo con el documento de CEPAL (2022)[32], al Norte de Confluencia (km. 1,244 del Río Paraná) los buques especialmente diseñados necesitan adaptar sus calados a las bajas profundidades provistas.

En el caso del tráfico de contenedores, las barcazas poseen capacidades de entre 150 y 500 TEUs (TEU *Twentyfoot Equivalent Unit* - es decir, unidad equivalente a un contenedor de 20 pies) y el tráfico de contenedores es cada vez mayor, en consonancia con el crecimiento del mismo a nivel mundial. Los calados promedio utilizados al Norte de Santa Fe son de aproximadamente 3.10 m, pero estos no pueden utilizarse durante todo el año debido a las bajas estacionales que se producen en el período comprendido entre octubre y enero y que afectan especialmente al tráfico desde Confluencia al Norte, zona desde la que se genera el mayor flujo de cargas en sentido aguas abajo.

La actividad económica principal está asociada a las producciones de carácter primario como son las de granos y minerales. Una de las cualidades más destacables del tráfico en el tramo del Río Paraná que se extiende desde Santa Fe (km. 584) hasta Confluencia (km. 1244), es que la mayoría de las mercaderías transportadas tienen características de carga pasante, ya que, aunque transitan íntegramente este tramo, éstas se cargan, transbordan y descargan en puertos de origen y destino localizados fuera de los límites de la misma. La mayoría de esta

[32] Hidrovía Paraguay – Paraná: Tramo Santa Fe – Confluencia. Análisis de las características más relevantes para la toma de decisiones futuras. Asistencia técnica a la Administración General de Puertos de la República Argentina. 2022.

ATOME.PL

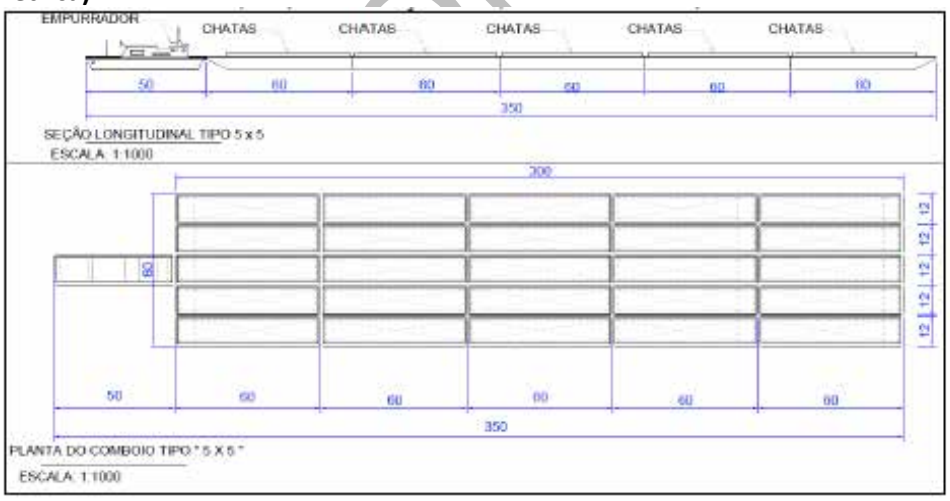
carga proviene de puertos situados sobre los ríos Paraguay y Alto Paraná, y se desplaza en navegación de aguas abajo a puertos de destino y/o transbordo de la Argentina y el Uruguay. Esta particularidad, hace que la obtención de datos estadísticos de todo tipo, resulte complicada, debido al hecho que no existe un organismo centralizador de la información relativa a la actividad dentro del sistema que conforma la Hidrovía Paraguay-Paraná.

Tramo Santa Fe a Nueva Palmira:

Este tramo inicia la porción fluvial-marítima de la Hidrovía Paraguay-Paraná, comenzando en la ciudad de Santa Fe (ARG) (km 590) y extendiéndose por 590 km hasta la ciudad de Nueva Palmira (URY) (km 0). A lo largo de esta ruta, los buques marítimos pueden ingresar a los diferentes puertos ubicados en el río Paraná. Las mejores condiciones de navegación en relación a las profundidades del canal navegable se encuentran a lo largo de este tramo. Según los boletines diarios de profundidades de la Subsecretaría de Puertos y Vías Navegables (ARGENTINA. Secretaría de Transporte de la Nación, 2016), las profundidades oscilan entre 7 y 10 m entre Santa Fe y San Martín, y entre 10 y 12 m entre San Martín y la ciudad de Nueva Palmira (URY).

Debido a la distribución portuaria, este tramo puede subdividirse en cuatro subtramos, a saber: Santa Fe - San Martín; San Martín - Ibicuy; Ibicuy - Nueva Palmira; y Nueva Palmira - Montevideo. Las mejores condiciones de navegación permiten el tráfico de convoyes con formación 5x5 y capacidad de hasta 40 mil toneladas (**Figura 5.4.1.3.6.2.e**).

Figura 5.4.1.3.6.2.e
Convoy regulado de Santa Fe (ARG) a Nueva Palmira (URY). Composición 5x5 (unidad métrica)



Fuente: ANTAQ/UFPR (2017). Preparado por UFPR/ITTI.

Según el informe técnico elaborado por CSI Ingenieros (2010), entre San Martín (km 447) y Nueva Palmira, la navegación es posible en dos tramos adicionales, a saber:

- Por la desembocadura de los ríos Paraná Guazú y Paraná Bravo, por donde transitan convoyes de 50 m de ancho y 290 m de largo;
- Por el canal de Playa Honda, con dimensiones máximas permitidas de 50 m de ancho y 236 m de largo.

ATOME PLC

En cuanto a las características hidrológicas de esta región, se observa la incidencia de bajas profundidades debido al agravamiento del proceso de sedimentación y a las características geomorfológicas del sistema fluvial. Además, el río Paraná recibe varios afluentes y en su desembocadura en el Océano Atlántico forma un delta con los siguientes sistemas fluviales: Paraná das Palmas, Paraná Pavón, Paraná Ibicuy, Paraná Bravo, Paraná Guazu y Paraná Miní (PRENDES *et al*., 2015[33]).

En la región urbana de Santa Fe se encuentra el túnel submarino vial Raúl Uganda-Carlos Begnis, de 7.50 m de ancho y 3 km de largo construido en la década de 1960. Mensualmente se realizan campañas de monitoreo mediante sondeos batimétricos y relevamientos con GPS en el tramo comprendido 500 m aguas arriba y aguas abajo del túnel con el fin de determinar la cantidad de sedimentos en el entorno de la obra e identificar la dinámica de los médanos y del canal principal sobre la región (TÚNEL SUBFLUVIAL, 2016[34]).

En cuanto a las obras estructurales presentes en este tramo, se puede mencionar el Puente Atirantado Nuestra Señora del Rosario, ubicado en el km 420, en el municipio argentino de Rosario. Sobre el río Paraná, tiene una longitud aproximada de 4.100 m y un vano libre de 300 m para el paso de embarcaciones (**Figura 5.4.1.3.6.2.f**).

En las proximidades del municipio argentino de Zárate, en la provincia de Buenos Aires, se encuentra el Puente Vial y Ferroviario General Bartolomé Mitre, sobre el afluente Paraná-Guazú, que une las provincias de Buenos Aires y Entre Ríos a lo largo de una construcción de aproximadamente 1,7 km de longitud, con un vano libre para el paso de convoyes de aproximadamente 300 m (**Figura 5.4.1.3.6.2.g**).

Según CEPAL (2022), el tramo Santa Fe (km. 584) – Nueva Palmira (km. 140), concesionado para su mantenimiento de balizamiento y dragado, es transitado por buques de Ultramar, con calados que superan los 34 pies y posee la casi totalidad de los puertos de transbordo. El río Paraná no presenta formaciones rocosas, que resulten en peligros para la navegación. Una de las características importantes es que presenta cierta inestabilidad en la traza. Actualmente posee un balizamiento moderno y se registra un desarrollo notable de nuevas terminales.

ATOME PLC

[33] PRENDES, H. H., José.; HUESPE, J.; MANGINI, S. P. Navigation channels Design in Argentine Inland Waterway. SMART RIVERS Conference. Buenos Aires, [2015].
[34] TÚNEL SUBFLUVIAL. Disponible en: http://www.tunelsubfluvial.gov.ar.

Figura 5.4.1.3.6.2.f
Puente Nuestra Señora del Rosario



Fuente: ARQHYS ARQUITETURA (2016).

Figura 5.4.1.3.6.2.g
Puente General Bartolomé Mitre



Fuente: BAFILM (2016)[35].

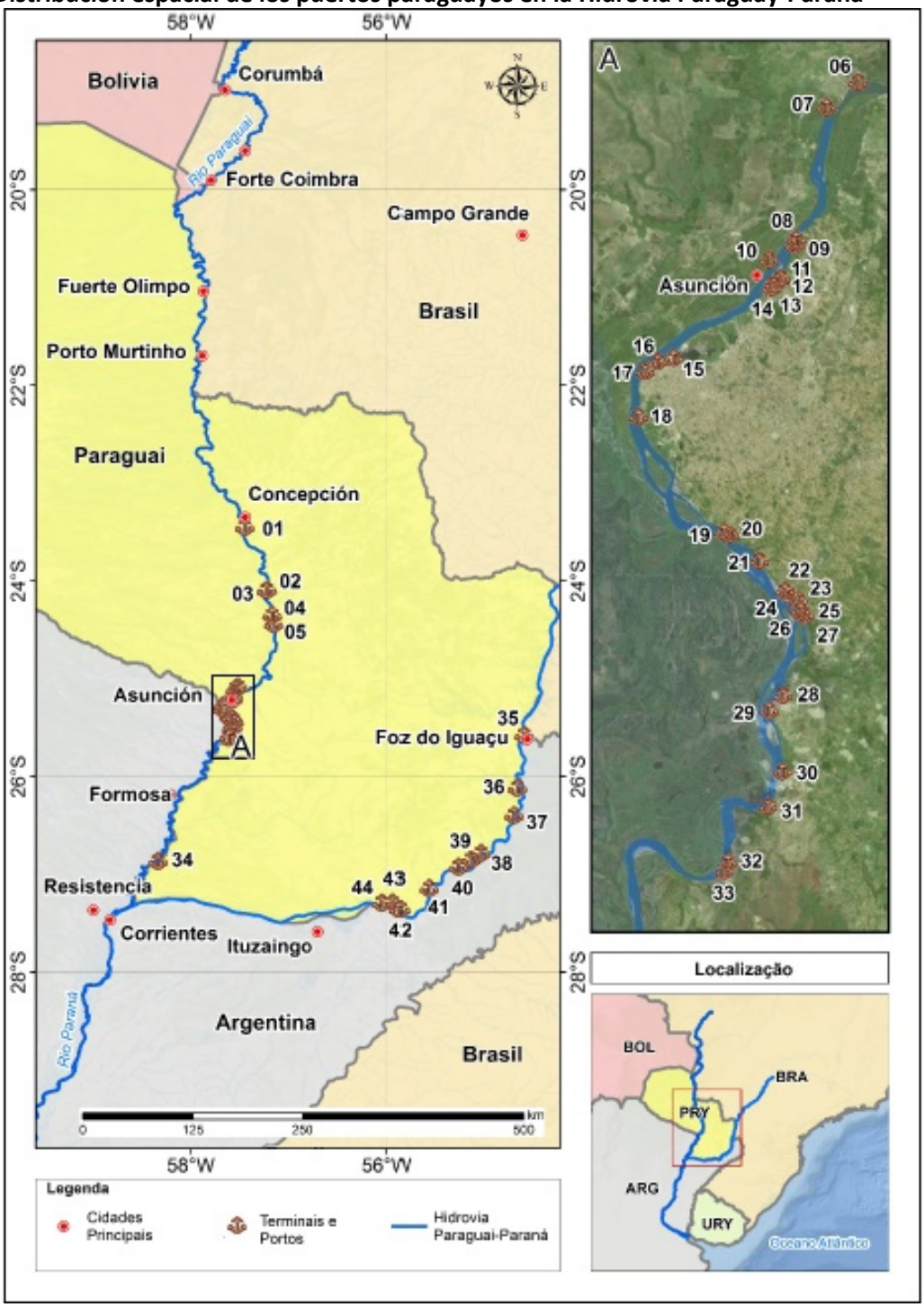
Puertos

De acuerdo con el informe de ANTAQ/UFPR (2017)[36], dentro de los 918 km que la Hidrovía Paraguay-Paraná recorre en territorio paraguayo se han identificado 44 puertos y terminales, de los cuales 34 están ubicados sobre el Río Paraguay y 10 sobre el Río Paraná (aguas arriba de la confluencia Paraguay-Paraná), como se muestra en la **Figura 5.4.1.3.6.2.h**. La mayor

[35] BAFILM. Puente Zarate Brazo Largo. Disponible en: http://www.bafilm.com.ar/locacion/zarate/131-puente-zarate-brazo-largo.
[36] ANTAQ/UFPR. Estudo da prática regulatória, vantagens competitivas e oferta e demanda de carga entre os países signatários do Acordo da Hidrovia Paraguai – Paraná. Produto 2 - Diagnóstico da Infraestrutura da Hidrovia Paraguai-Paraná e Base de Dados Georreferenciada. 2017.

concentración de puertos y terminales se encuentra en las cercanías de Asunción, con 20 instalaciones a lo largo de aproximadamente 40 km.

Figura 5.4.1.3.6.2.h
Distribución espacial de los puertos paraguayos en la Hidrovía Paraguay-Paraná



Fuente: ANTAQ/UFPR (2017). Preparado por UFPR/ITTI.

Los más cercanos al lugar previsto para la construcción de la Planta de ATOME son:

Nº en la Figura 5.4.1.3.6.2.h	Puerto
27	Terminal Portuario S.A. (TERPORT S.A.)
28	Porto San Antonio II (Concret Mix II)
29	Porto Seguro Fluvial S.A.
30	Complexo Agroindustrial Angostura S.A.
31	Terminales y Logística Portuaria S.A. - TLP
32	Porto Custodia
33	Región portuaria de Villeta

La producción de fertilizante CAN de la Planta de ATOME se transportará a través de la Terminal Portuaria TERPORT S.A., un puerto privado que opera principalmente con contenedores, Grupo 1, Categoría CG (carga general).

Terport es la más moderna terminal de contenedores de la Hidrovía Paraguay-Paraná, ubicada en el km 13.5 de la Ruta nacional PY19 Villeta – Alberdi y en el km 1,578.5 de la hidrovía, distante a 4 km al sur de Ita Piru y Guyrati. Cuenta con una superficie de 170 hectáreas. Terport opera desde el 2002 en San Antonio, pero las construcciones de la Terminal Portuaria de Villeta comenzaron en el 2015 y concluyeron en el 2018. TERPORT ofrece servicios como operador de terminales portuarias de contenedores, carga roll – on/roll – off (Ro – Ro), carga general en la Hidrovía, comprendiendo almacenamiento, carga y descarga de embarcaciones, transporte terrestre y multimodal, manipuleo de mercadería general y contenerizada como también operación de cargas especiales (Página web oficial de Terport[37]; Mundo Marítimo - Toda la Información Marítima de Latinoamérica[38]).

En cuanto a infraestructura, Terport tiene un muelle de 200 m de largo y 31 metros de ancho y un depósito de 1.800 m^2 con 9 m de altura. En total, manipula 90.000 TEUS de contenedores vacíos y llenos al año. Esto corresponde a más del 50% del tráfico total de contenedores en Paraguay. La terminal Portuaria tiene 20 Has de 320 m de frente sobre el Río Paraguay, y 150 Has que serán destinadas a un futuro parque logístico. El muelle es de 200 m de Hormigón. Armado con dos dolfines de Amarre. Dispone además de defensas metálicas con amortiguadores cónicos de goma, playa de contenedores con capacidad de 8.500 TEUS, 350 Enchufes para contenedores refrigerados, 60 Enchufes para Pre-Trip de contenedores refrigerados y generadores de emergencia. La terminal opera en el régimen de Depósito Aduanero, con sub administración aduanera dependiente de la Administración de Terport.

Los equipos disponibles garantizan la operación fluida y eficiente de todas las operaciones realizadas, entre ellos: 2 Grúas Liebherr FCC 45/38, *Reachstackers*, 2 RTG Kone y Montacargas de 2.5. a 10 t.

La Terminal está habilitada para almacenar agroquímicos según las normas técnicas de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (TERPORT, 2016 *apud* ANTAQ/UFPR, 2017).

Según la información obtenida en consulta con Terport, el tiempo de viaje en Hidrovía desde el puerto en Villeta hasta el puerto en Uruguay es de 5-6 días de bajada y 7-8 días de subida.

[37] http://www.terport.com.py/es/villeta.
[38] https://www.mundomaritimo.cl/.

ATOME PLC



Foto 03: Vista del patio de contenedores de TERPORT (Fuente: Página web oficial de Terport).

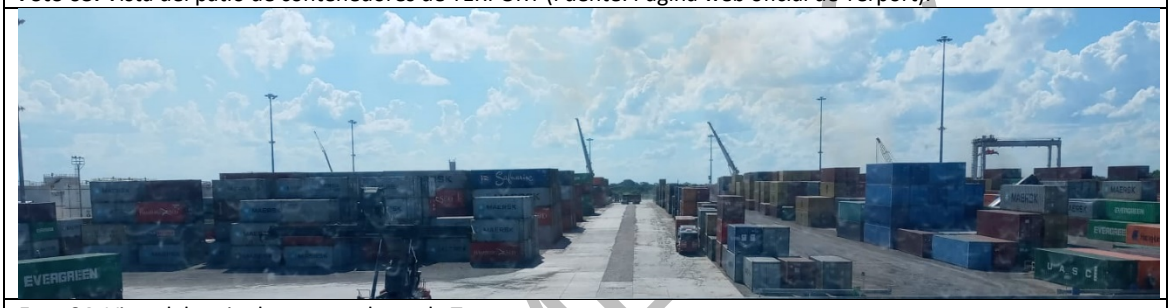


Foto 04: Vista del patio de contenedores de Terport.

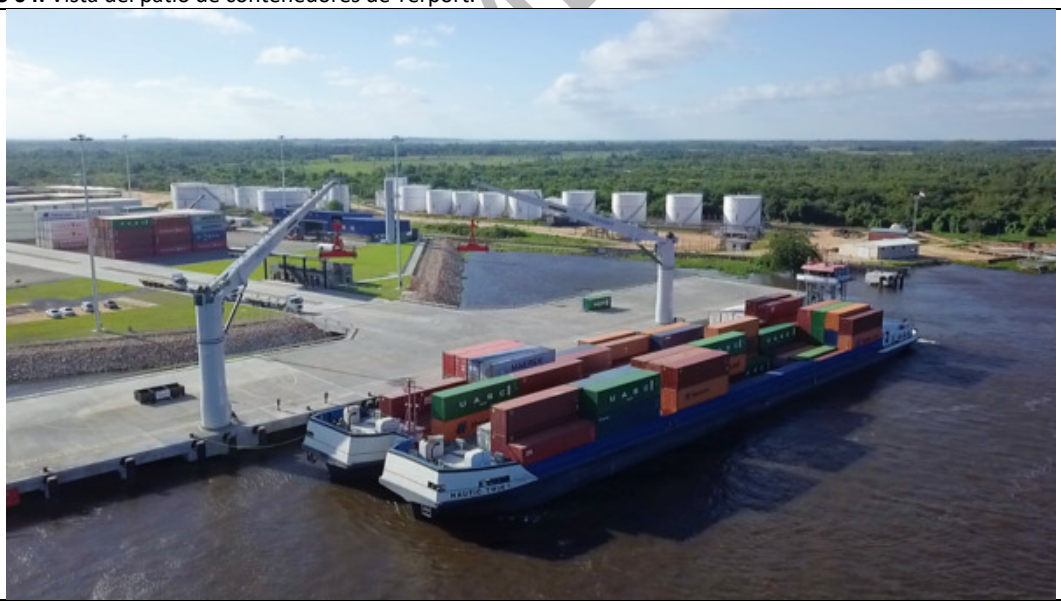


Foto 05: Vista del muelle de Terport (Fuente: Página web oficial de Terport).



Foto 06: Vista de la zona de aparcamiento de camiones.

5.4.1.7
Organizaciones Sociales

Según las entrevistas realizadas para el EIAS, en Villeta hay grupos organizados que trabajan con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), asociación de escritores, asociación de pescadores profesionales y deportivos, sindicatos de fábricas, y las juntas de saneamiento.

La ONG Crecer aboga en el municipio por protección de derechos de niños, niñas y adolescentes. La misma está asociada a la Fundación Alda y a Global Infancia.

Las fábricas tienen sindicatos con ámbitos de actuación limitados a las respectivas empresas. En la municipalidad están inscriptas comisiones vecinales.

No se mencionó ninguna zona invadida por movimientos sociales. Por otro lado, hay información de que los pobladores de localidades de viejo asentamiento tienen posturas críticas hacia los arroceros y las fábricas que vierten sus efluentes en el río, y proponen una fiscalización del cumplimiento de las normas aplicables.

5.4.1.8
Poblaciones Indígenas

Para verificar la existencia de comunidades o aldeas indígenas en las proximidades del proyecto de la Planta de ATOME, se consultaron las bases geográficas del Instituto Paraguayo del Indígena (INDI) y de la Federación por la Autodeterminación de los Pueblos Indígenas (FAPI).

La **Figura 5.4.1.8.a** a continuación muestra que conforme a estas fuentes no hay comunidades indígenas cercanas al Proyecto. Los indígenas más cercanos viven en comunidades urbanas ubicadas en el casco urbano de Asunción y en la ciudad vecina de Luque (ver detalles 1 y 2 de la **Figura 5.4.1.8.a**). La más cercana es la comunidad Cerro Poty, en el barrio Jukyty de Asunción, a cerca de 42 km del terreno de la Planta de ATOME. Los indígenas son de la etnia Ava Guarani.

ATOME PLC

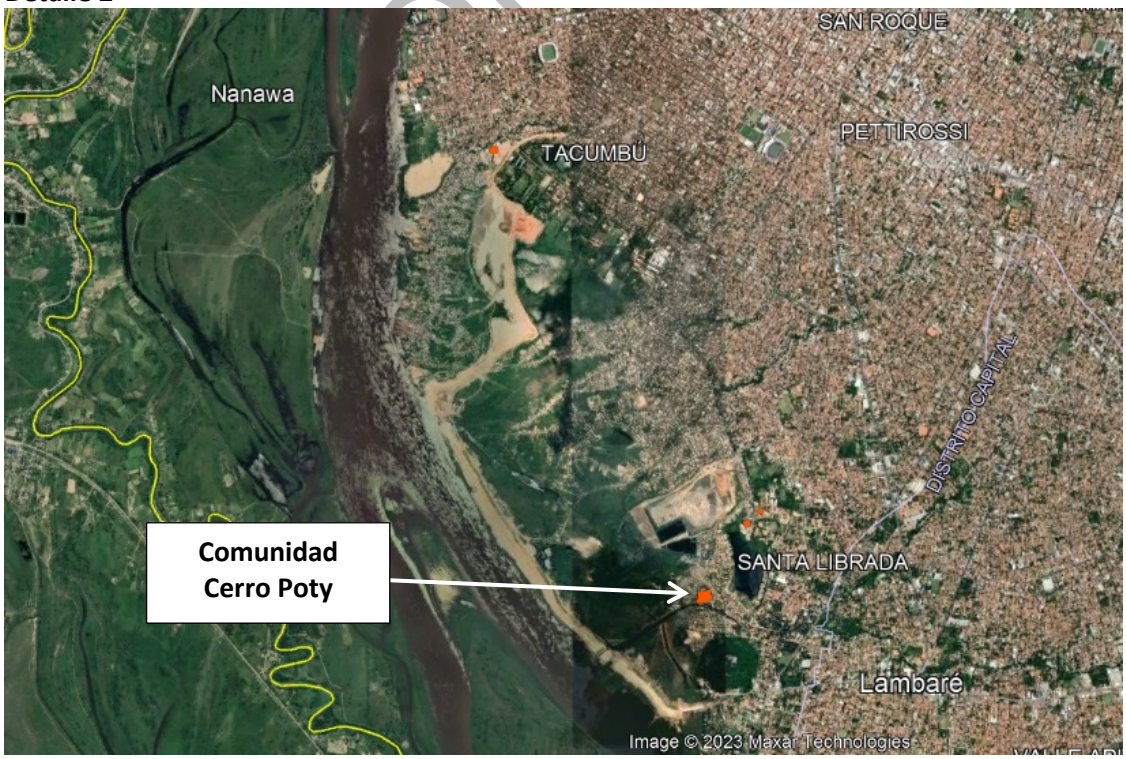
Figura 5.4.1.8.a
Comunidades indígenas en relación con el Proyecto



Figura 5.4.1.8.a
Comunidades indígenas en relación con el Proyecto
Detalle 1



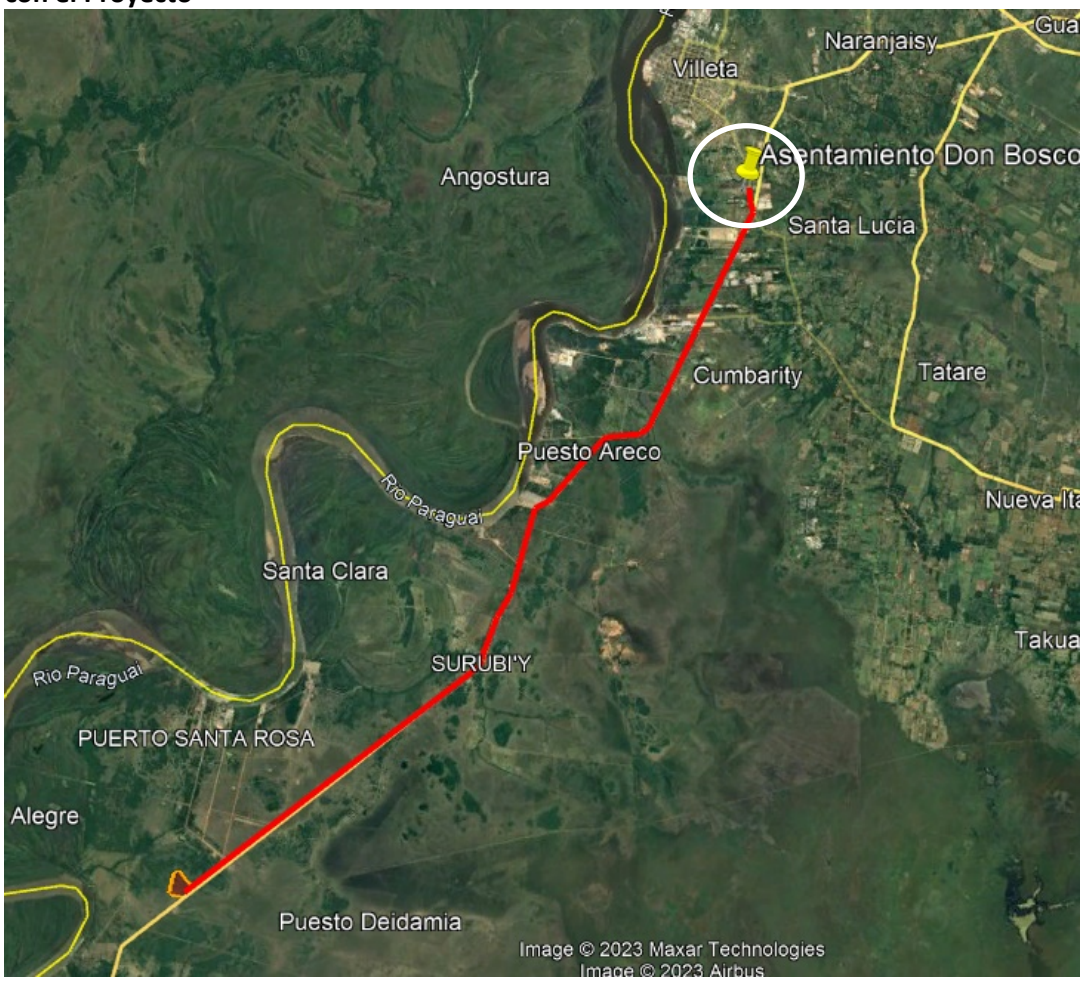
Detalle 2



Fuente: Instituto Paraguayo del Indígena y Federación por la Autodeterminación de los Pueblos Indígenas (FAPI).

Durante una entrevista realizada en el trabajo de campo, sin embargo, se mencionó la presencia de una pequeña comunidad Ava Guaraní en el Asentamiento Don Bosco de Villeta. La búsqueda de información sobre esta comunidad reveló que en realidad se trata de la comunidad Takuapumirî, de la etnia Mbya Guaraní, situada en Guasu Corá, y distante cerca de 26 km del Proyecto de ATOME por carretera (ver **Figura 5.4.1.8.b**). Las coordenadas del Asentamiento Don Bosco o Territorio Social Don Bosco, donde la comunidad indígena está ubicada (P1 - 445,048 m E y 7,175,415 m S; P2 - 445,027 m E y 7,175,613 m S – ver Detalle de la **Figura 5.4.1.8.b**), se obtuvieron del Ministerio de Urbanismo, Vivienda y Hábitat (MUVH) de Paraguay[39].

Figura 5.4.1.8.b
Ubicación de la comunidad indígena Ava Guaraní del Asentamiento Don Bosco en relación con el Proyecto



[39] https://www.muvh.gov.py/sitio/wp-content/uploads/2021/09/IM-P02-08-FONAVIS.pdf

Detalle



Según la información encontrada[40], la comunidad está formada por un total de 33 familias, entre niños, jóvenes y adultos. La comunidad Takuapumirî subsiste de la artesanía, algo de agricultura familiar y de aportes de los ciudadanos y no cuenta con el apoyo del INDI. El tallado de madera es una de las formas de subsistencia de la comunidad, realizando diversas formas y figuras de animales y con énfasis en las especies que están en peligro de extinción.

Como puede verse en la **Figura 5.4.1.8.b**, el Asentamiento Don Bosco donde viven los indígenas se encuentra en la zona de expansión urbana de Villeta, vecina al asentamiento Sol Naciente. Está lejos del Proyecto ATOME, pero relativamente cerca de la Ruta Villeta - Alberdi, que, en este tramo, será utilizada por el Proyecto durante las fases de construcción y operación por los autobuses que transportarán a los trabajadores. Aunque sus límites se encuentran a unos 220 metros de la Ruta Villeta - Alberdi, esta comunidad no se verá directamente impactada por el Proyecto, ya que se encuentra en los márgenes de la Ruta Villeta - Nueva Italia, paralela a la Ruta Villeta – Alberdi (ver Detalle de la **Figura 5.4.1.8.b**).

En cualquier caso, esta comunidad formará parte de los actores a ser informados de las actividades del Proyecto como parte del Programa de Participación de las Partes Interesadas del Proyecto.

[40] https://tucronista.com/news.php?slug=comunidad-ind-gena-takuapumir-de-villeta-solicita-atenci-n-al-indi

ATOME

5.4.1.9
Patrimonio Arqueológico y Cultural[41]

5.4.1.9.1
Metodología del Estudio

El método de trabajo para el estudio de la presencia de rasgos arqueológicos e históricos del área de estudio (terreno de la Planta, de 30 hectáreas) se desarrolló en dos etapas: la primera en la revisión de información secundaria y relatos sobre arqueología de campos de batalla, tratando de localizar áreas y/o sitios con información de campo e identificación de elementos arqueológicos.

La segunda etapa consistió en trabajo de campo en marzo de 2023, con recorrido sobre el área del terreno de la Planta de ATOME y revisión de áreas de potencial presencia humana y/o de modificación.

5.4.1.9.2
Apreciaciones Generales – Contexto Histórico

El área de construcción del Proyecto está localizada en Villeta, sitio de una economía emergente y de emprendimientos de servicios y abastecimientos de alimentos. Se considera la ciudad industrial y portuaria del país, localizada a 28 km de Asunción y conectada por la Ruta Nacional PY01. Antiguamente era conocida como la ciudad de las naranjas.

Desde épocas pasadas, el sitio fue un puerto de abastecimiento de productos agropecuarios, y conocido por la cantidad de naranjas que producían y abastecían a los barcos, donde las Naranjeras de Villeta eran las trabajadoras de sol a sol y modelo de la mujer paraguaya (**Figura 5.4.1.9.2.a**). En este contexto, el 24 de febrero de cada año se les recuerda en el día de la Mujer Paraguaya, quien desde la Guerra Grande ha ganado protagonismo por su abnegación y lealtad, mujer que no escatimó esfuerzos para defender al Paraguay.

Fundada el 5 de marzo de 1714 por el entonces Gobernador de la Provincia del Paraguay Juan Gregorio Bazán de Pedraza con el nombre «San Felipe Borbón en el Valle de Baztán» con el objetivo de la expansión territorial española desde Asunción y protección de los intereses ante los indígenas que llegaban desde el Chaco. Durante el gobierno del Dr. Francia se constituyó en un importante puesto de guardia y un canal de comunicaciones con el exterior posibilitando así el desarrollo en el distrito.

Durante la Guerra de la Triple Alianza, luego de desocupar la defensa sobre el río Tebicuary, Francisco Solano López como mejor zona de defensa en septiembre de 1868 se instala en la compañía Cumbarity de Villeta y forma el cuartel general a lado norte del arroyo Pikysyry.

ATOME PLC

[41] PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO: Parte del Patrimonio Cultural compuesta por los bienes muebles e inmuebles que pertenecen a culturas o modos de vida anteriores a los actuales, y para cuyo estudio suelen requerirse metodologías específicas, fundamentalmente la prospección, la excavación y los análisis estratigráficos, ya que en su mayoría se encuentran ocultos o incluso enterrados. PATRIMONIO CULTURAL O HISTÓRICO: Los bienes muebles, inmuebles e inmateriales que hemos heredado del pasado y que la sociedad ha decidido que merece la pena conservar como sus señas de identidad.

Figura 5.4.1.9.2.a
Naranjeras villetanas



Un ataque frontal por parte de los aliados contra la fortificación en Pikysyry, una división permanecería en el sur aferrando las posiciones paraguayas y una división naval procuraría forzar el paso de Angostura y desembarcar tropas al norte cerrando el cerco. Este plan se concreta el 4 de diciembre de 1868 con el paso del río de los tres cuerpos imperiales hacia la ciudad de San Antonio ya que con excepción de Villeta no había otras fortificaciones en las riberas.

Con el cambio de frente obligado, López manda una fuerza comandada por Bernardino Caballero donde el 6 de diciembre en el puente de Ytororõ se enfrenta a las tropas del imperio, que, tras duras bajas en ambas partes, los hombres paraguayos se retirarían hacia Villeta sin ser perseguidos. López pensando en la vanguardia ordena a Caballero otra maniobra antes de Lomas Valentinas, esta vez en el margen sur del arroyo Avay, lo cual era mala decisión por el terreno abierto y las aguas pocas profundas comparadas con las de Ytororõ. La batalla se libra el 11 de diciembre en medio de un temporal que dejó inutilizable los fusiles a chispa de los paraguayos dejando el uso de bayonetas y machetillos como armas. El resultado de bajas en las tropas paraguayas fue de 3500 muertos y más de 1000 prisioneros (gran parte de ellos dados luego por muertos, entre este gran número de niños). «Aquello no fue una batalla sino una horrible carnicería». José Ignacio Garmendia (1841-1925).

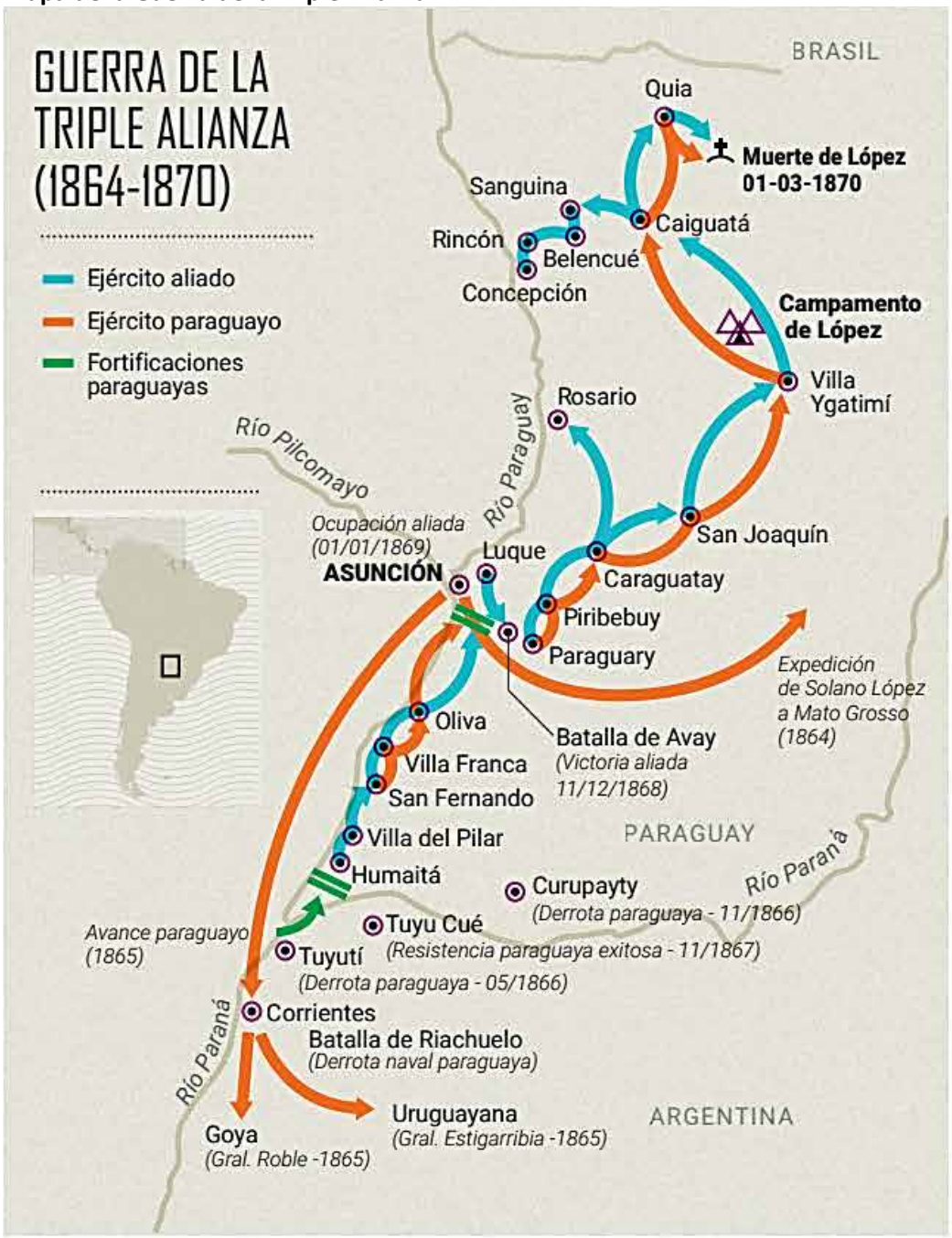
Estos eventos y narraciones, consideran a la zona de Villeta como un sitio arqueológico[42] de campos de batallas, donde todavía esos eventos están presentes en la memoria colectiva, además, es sitio de estudio de historiadores, y presenta monumentos a mártires que cayeron.

[42] SITIO ARQUEOLÓGICO: Concentración de restos arqueológicos (partes, ruinas o conjuntos de objetos) sobre y/o bajo la superficie de la tierra o en la plataforma submarina de sus aguas jurisdiccionales o en el fondo de ríos y/o lagos que da cuenta de la actividad humana desarrollada en el pasado, en un espacio o lugar determinado, considerando para ello que se encuentren en contexto de desuso y que reflejan un modo de vida que ya no existe en la actualidad.

ATOME

Fue una Guerra contra Paraguay llevada adelante por la Triple Alianza (ver **Figura 5.4.1.9.2.b**), integrada por el Imperio del Brasil, el gobierno centralista de la Argentina y la facción de los colorados del Uruguay.

Figura 5.4.1.9.2.b
Mapa de la Guerra de la Triple Alianza



Los aliados contaron con el apoyo diplomático y financiero de Inglaterra. El Paraguay, que había desarrollado su propia industria gracias a una política de reforma agraria que le dio la tierra al campesinado, contó con el apoyo de los caudillos del interior argentino y de los

blancos uruguayos. También el gobierno colombiano apoyó diplomáticamente a la República de Paraguay.

5.4.1.9.3
Levantamientos de Campo

Los levantamientos de campo se han llevado a cabo con recorridos y prospección arqueológica[43] de superficie a través de transectos, apoyados por imágenes de dron en los sitios de difícil acceso (**Figura 5.4.1.9.3.a**).

Se identificaron dos áreas de vegetación bien clara: Sabana hidromórfica de *Copernicia alba* inundables, situados en las zonas más bajas del terreno (desarrollada sobre suelos mayormente arcillosos) y la Isla de Bosque Subhúmedo Semicaducifolio (desarrollada sobre suelos franco-arcillosos, en zonas más elevadas del terreno y sometidas a inundaciones periódicas) (**Figuras 5.4.1.9.3.b, 5.4.1.9.3.c y 5.4.1.9.3.d**).

ATOME PLC

[43] PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA: Excavación con metodología arqueológica mediante la realización de pozos de sondeo y/o barrenos con el fin de descubrir uno o más sitios arqueológicos en ambientes terrestres como submareal. Esta actividad requiere la autorización de la SNC para su ejecución.

Figura 5.4.1.9.3.a
Zonas de muestreo y recorridas en el área de estudio (marzo, 2023)

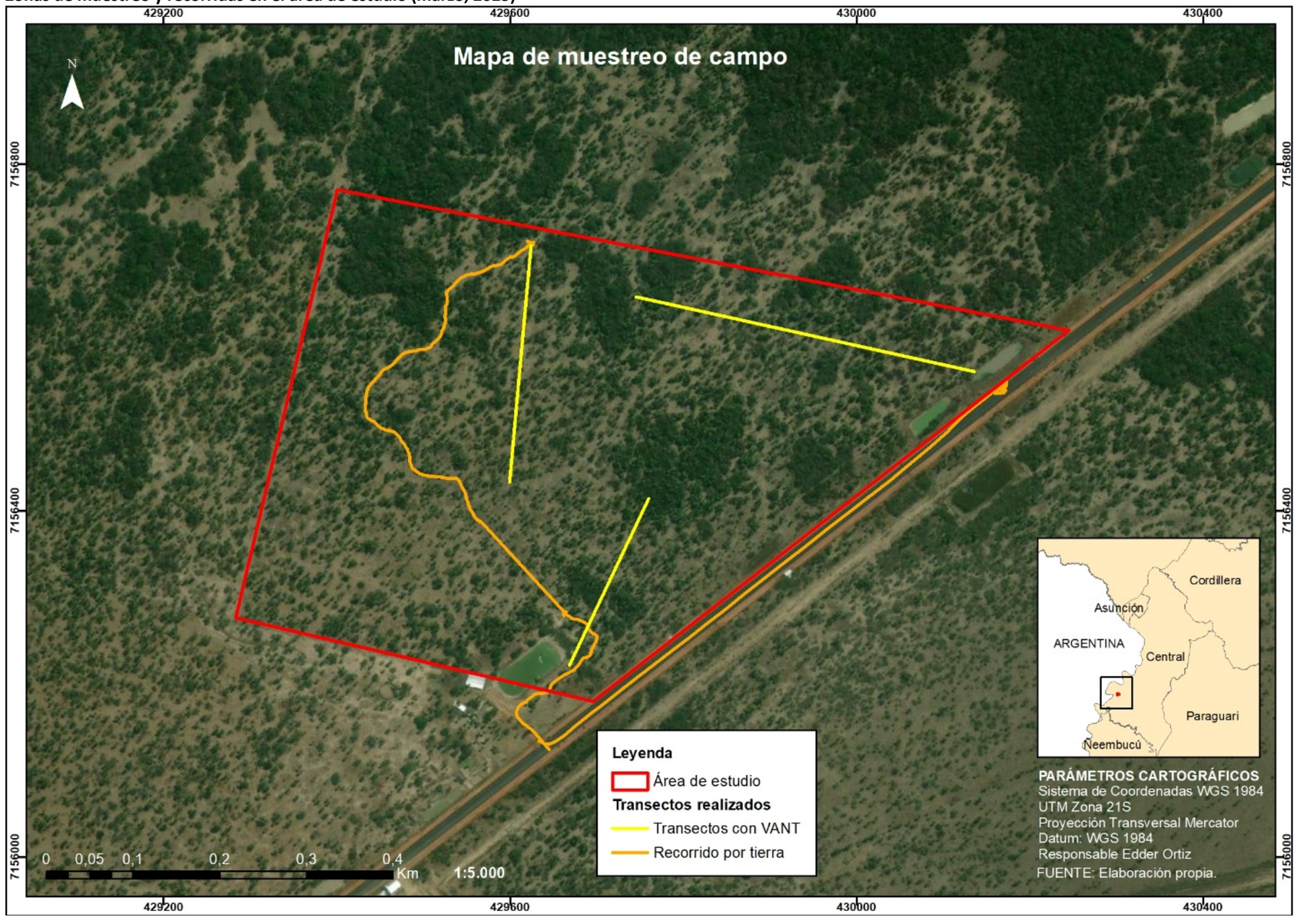


Figura 5.4.1.9.3.b
Recorridos y prospección arqueológica de superficie en zona o isla de bosques Subhúmedo Semicaducifolio



Figura 5.4.1.9.3.c
Recorridos y prospección arqueológica de superficie en sabana palmar



Figura 5.4.1.9.3.d
Prospección arqueologica de superficie en sabana palmar e islas de bosque subhúmedo semicaducifolio



5.4.1.9.4
Resultados y Recomendaciones de Proceso

Por tratarse de sitios donde la literatura y la memoria colectiva refiere a campos de batalla de la Guerra Grande, los potenciales elementos culturales a ser hallados en los movimientos de tierra para construcción de la infraestructura y servicios estarían dados por elementos balísticos (rifles, bayonetas, y balas, entre otros), carruajes de abastecimiento de insumos, restos óseos y otros. Por otro lado, al estar cerca del río Paraguay (2 km del área de estudio), se consideran potenciales sitios de pescadores de pueblos originarios, donde se podría, eventualmente, encontrar túmulos de sitios de campamentos.

En los recorridos realizados, no se encontraron elementos o vestigios culturales, debido a las formaciones vegetales presentes, además de presentar modificaciones en el uso del suelo y remoción. Sin embargo, se visualizaron áreas de potenciales usos humanos. Por tratarse de una verificación, no se puede realizar excavaciones sin permiso de la autoridad de aplicación.

Entendiendo que estos elementos culturales solamente podrían encontrase en los movimientos de tierras, se consideran "hallazgos fortuitos"[44], para lo cual se presenta los pasos a seguir en el momento de obra, todo enmarcado en la Ley de Patrimonio Cultural (3.051/2006)[45] y su Resolución SNC Nº 1104/2019 "que aprueba el Protocolo Nacional de Intervenciones Preventivas para el Patrimonio Arqueológico y Paleontológico"[46], donde toda obra de infraestructura en lugares y sitios con antecedentes históricos y referencia científica de investigaciones deben implementar la citada norma.

El proyecto de construcción de la Planta de ATOME contemplará en los momentos de obra, el acompañamiento arqueológico para evaluar la magnitud de los potenciales hallazgos fortuitos, y proceder en los casos, a elaborar un Protocolo de Actuación en Arqueología Preventiva[47], con el fin de arbitrar y atender las diligencias que correspondan para la salvaguarda de hallazgos fortuitos.

Una de las acciones inmediatas al iniciar los trabajos de movimiento de tierra será el acompañamiento arqueológico[48] como lo indica la salvaguarda cultural, quien evaluará el potencial arqueológico[49] y recomendará los pasos a seguir, y realizará inducción a los técnicos y operarios de obra, con el fin de salvaguardar la integridad de las entidades arqueológicas encontradas, en el proceso de los trabajos programados. Estas medidas se describen en el PGAS, en el **Capítulo 7.0**.

ATOME PLC

[44] HALLAZGO ARQUEOLÓGICO: Restos o evidencias arqueológicas encontrados sobre o bajo la superficie de la tierra o en la plataforma submarina y ríos.
[45] http://www.cultura.gov.py/wp-content/uploads/2017/12/LEY-3051-2006.pdf
[46] http://www.cultura.gov.py/wp-content/uploads/2022/03/Regimen-Normativo-Cultural.pdf
[47] ARQUEOLOGÍA PREVENTIVA: Conjunto de actuaciones, fundamentalmente administrativas, destinadas a evitar el impacto negativo de las obras o movimientos de tierra en los yacimientos arqueológicos e históricos.
[48] MONITOREO ARQUEOLÓGICO: Supervisión permanente de cualquier movimiento de tierra, a cargo de un arqueólogo, con el fin de identificar oportunamente la existencia de bienes arqueológicos en riesgo, y evitar su destrucción.
[49] ÁREAS CON POTENCIAL ARQUEOLÓGICO: corresponde a sectores que ya sea por sus características geográficas, o por la presencia de algunos sitios arqueológicos conocidos, permitan inferir la posibilidad de registrar hallazgos arqueológicos en el área específica del proyecto aun cuando, la inspección visual y revisión de antecedentes no indiquen la presencia de un sitio arqueológico en ese lugar, pero sí en los alrededores (p.e. cercanía a cascos históricos, sectores costeros, quebradas, entre otros).

5.4.2
Área de Influencia Directa

5.4.2.1
Uso y Ocupación del Suelo

En la **Sección 5.3.1.2** del Medio Biótico se presentó el **Mapa 5.3.1.2.a – Mapa de Cobertura Vegetal y Uso del Suelo**, con los resultados del mapeo de la cobertura vegetal y los usos del suelo en el Área de Influencia Directa (AID) de la Planta de ATOME, centrándose principalmente en la clasificación de las fitofisionomías de la vegetación. En esta Sección se presentan las características de los usos antrópicos del AID del Proyecto.

El **Mapa 5.3.1.2.a** y la siguiente **Figura 5.4.2.1.a** y respectivas Fotos muestran la delimitación del AID, donde se puede verificar que la región está muy desocupada, con el uso del entorno de la Planta compuesto básicamente por vegetación nativa de Sabana y Bosque y áreas de cultivo y pasto.

Las áreas de cultivo se encuentran en la margen opuesta de la Ruta Nacional PY19 a la margen donde se ubica el terreno del Proyecto, y consisten en grandes extensiones de plantaciones de arroz irrigadas con agua bombeada desde el Río Paraguay y llevada a las plantaciones a través de canales.

De este mismo lado de la ruta se encuentra la SE Buey Rodeo de la ANDE (**Foto 01**), que abastecerá de energía a la Planta. Alrededor de la SE hay dos LTs existentes, la LT 2x220 kV Guarambaré – Buey Rodeo, con estructuras metálicas, y la LT 66 kV Buey Rodeo – Villeta, en postes de hormigón (**Fotos 02 y 03**), que serán atravesadas por la LT de 220 kV que se desplegará como parte del Proyecto. Las plantaciones de arroz mencionadas anteriormente son atravesadas por la LT de 220 kV (ver **Fotos 02 a 04**).

Al lado de la SE se encuentran áreas de pastos, en mosaico con áreas de Sabana.

Del mismo lado de la carretera donde se encuentra el terreno de la Planta, el uso predominante corresponde a áreas de Sabana, con fragmentos de bosque subhúmedo. Al borde de la carretera y colindante al terreno de la Planta existe una propiedad donde hay usos silvopastoriles (**Foto 05**), como se verá en el perfil descrito en la **Sección 5.4.2.**2 siguiente.

Como mencionado en la **Tabla 3.1.1.2.b**, de la **Sección 3.1.1.2**, el área del terreno de la Planta de ATOME está ocupada por sabanas hidro mórficas arboladas con palma negra o Karanda´´y (*Copernicia alba*) e islas de bosques, con uso ganadero reciente (**Fotos 06 a 08**). Hay un tajamar (**Foto 09**) formado por la explotación de material de préstamo para obras viales, casi enteramente dentro del terreno de la Planta y con una pequeña parte localizada en el terreno vecino (ver detalle de la **Figura 5.4.2.2.a** en la siguiente Sección).

La AID también incluye la Ruta Nacional PY19, que está asfaltada y en buenas condiciones de circulación, con señales de tráfico y presencia de arcén (**Fotos 10 y 11**).

ATOME PLC

Figura 5.4.2.1.a
Uso y ocupación del suelo en el AID

Sabana

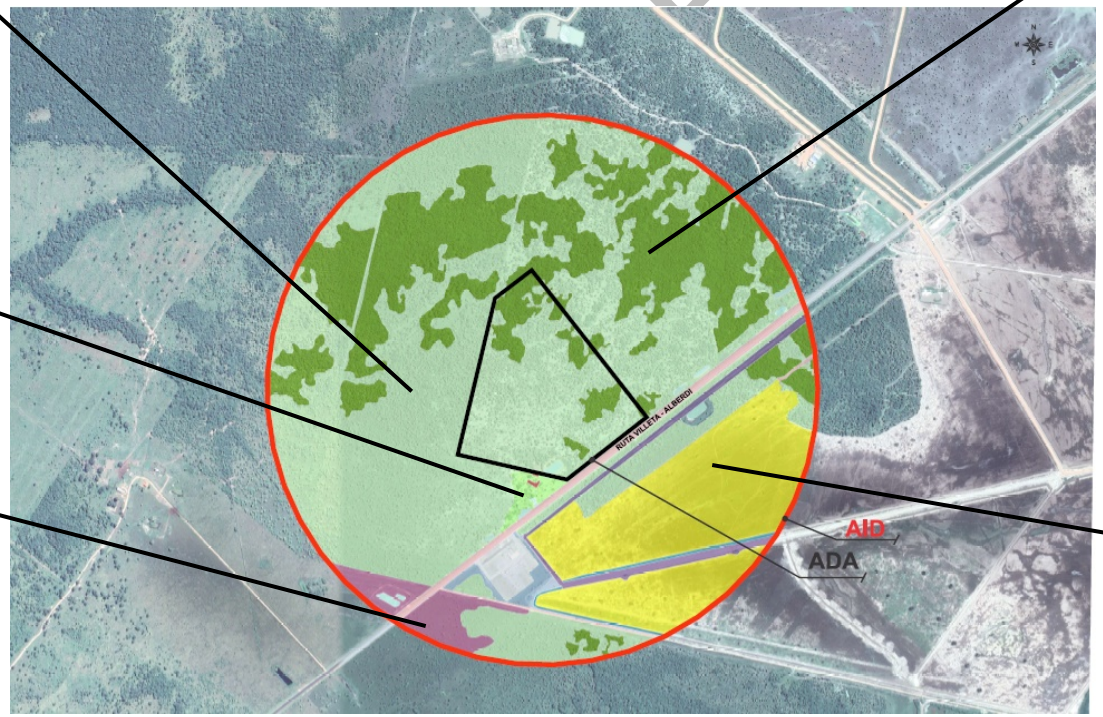


Bosque sub húmedo



Uso silvopastoril





Cultivo (arroz)



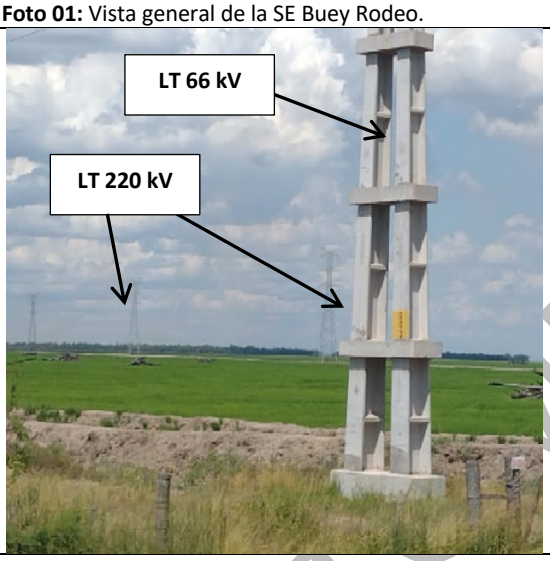
Pasto

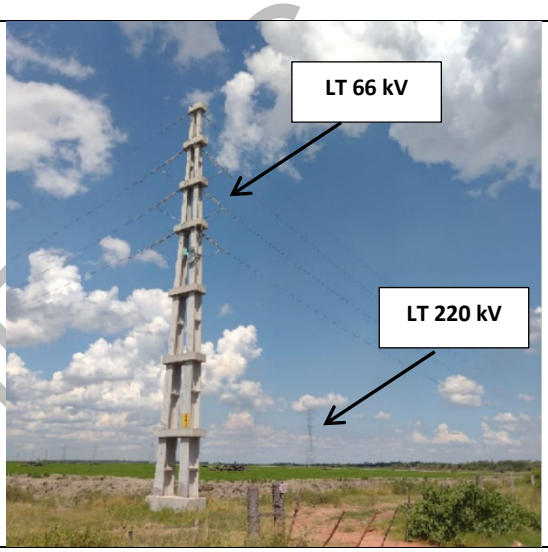


PLC



Foto 01: Vista general de la SE Buey Rodeo.





Fotos 02 y 03: Vista de las LT de 66 kV y 220 kV (al fondo).



Foto 04: Vista de las plantaciones de arroz al fondo, así como de LT de 220 kV que las atraviesa.



Foto 05: Vista general de la propiedad vecina al terreno de la Planta.





Fotos 06 y 07: Características de la vegetación del terreno de la Planta.

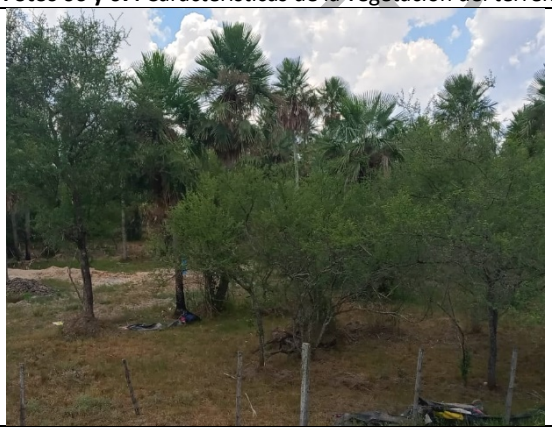


Foto 08: Características de la vegetación del terreno de la Planta.



Foto 09: Laguna situada parte en terreno de la Planta y parte en propiedad vecina.



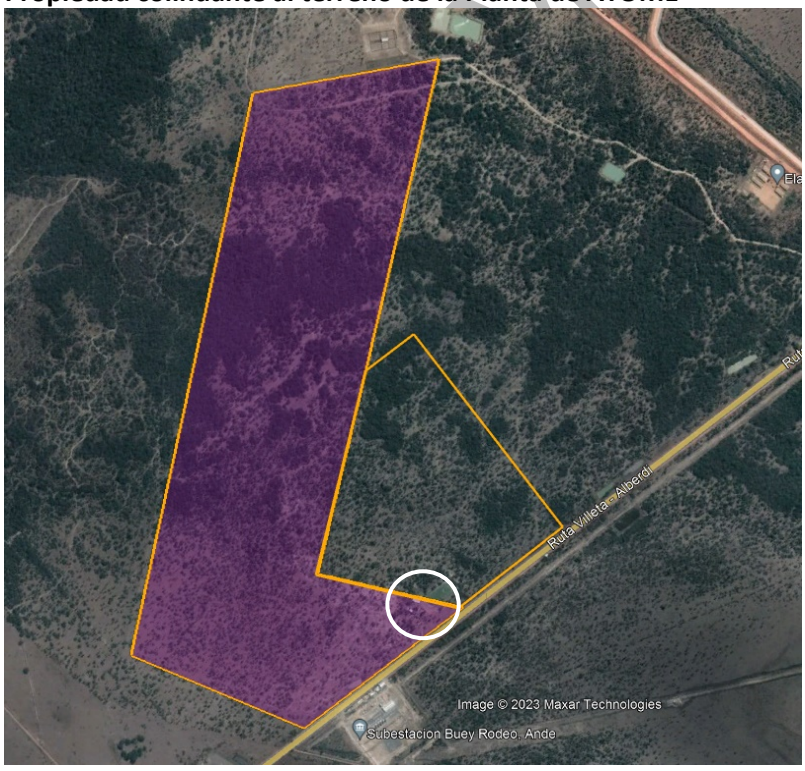


Fotos 10 y 11: Ruta PY19 en el tramo donde se ubica el Proyecto.

5.4.2.2
Establecimientos y Residencias Situados en el AID y Perfil Socioeconómico de los Residentes

Como se ha mencionado en la Sección anterior, la cara oeste del terreno de la Planta limita con una propiedad rural, como se muestra en la **Figura 5.4.2.2.a** siguiente y en la **Foto 12**.

Figura 5.4.2.2.a
Propiedad colindante al terreno de la Planta de ATOME



ATOME PLC



Foto 12: Propiedad vecina al terreno de ATOME.

Para el relevamiento de la información de los actores identificados como principales partes interesadas por su cercanía al área del Proyecto, se llevaron a cabo 12 entrevistas, con el fin de diagnosticar preliminarmente los ocupantes de la propiedad vecina, de forma a basar la evaluación de los impactos potenciales sobre los mismos y determinar las medidas de gestión que correspondan.

Actores identificados

Las entrevistas realizadas en de marzo del 2023 arrojaron un total de 5 actores (**Tabla 5.4.2.2.a**) relacionados de diversas maneras con la propiedad vecina. Estos constituyen el propietario y personas empleadas por el mismo para realizar actividades productivas y administrativas de la finca.

Tabla 5.4.2.2.a
Actores identificados

ACTOR	Tipo de Residencia		Uso de la Propiedad			
	Temporal	Permanente	Recreativo	Productivo	Vivienda	Laboral
Propietario	X*		X	X		
Residente 1 (Capataz)		X			X	X
Residente 2 (Peón)		X			X	X
Residente 3 (Cocinera)		X			X	X
Residente 4 (hija de cocinera/hermana de peón)		X			X	
Total	**1**	**4**	**1**	**1**	**4**	**3**

*Usufructúa la vivienda los fines de semana u ocasionalmente entre semana.

Conforme se observa en la tabla, se diferenciaron dos tipos de unidades sociales relacionados con la propiedad, estos son:

ATOME PLC

- **Propietario/Usuario de la propiedad:** persona/familia que acude regularmente a la propiedad y no reside permanentemente. En este caso se considera al propietario, quien posee el título de propiedad, y usufructúa la misma con fines recreativos/productivos.
- **Residentes/Vivienda:** persona/familia que usufructúa el inmueble y lo utiliza como vivienda familiar, encontrándose de manera permanente en el predio. En esta unidad se consideran al capataz, peón, cocinera y la hija de la cocinera, quienes trabajan bajo relaciones de dependencia del patrón empleador, excepto la última.

El propietario o usuario de la propiedad adquirió su finca hace 10 años, la cual tiene entre 6 y 7 hectáreas. Se trata de una unidad productiva pecuaria llamada "Ganadera San Rafael" (**Foto 13**). Asimismo, en entrevista menciona que arrienda unas 100 ha adyacentes. El entrevistado tiene como profesión ser chofer/comerciante.

Los residentes o componentes de la vivienda de uso familiar presentaron diferentes perfiles, descriptos a continuación:

- **Residente 1 (Capataz):** posee 40 años de edad y es el encargado del establecimiento. Su familia no reside en el lugar. Utiliza como medio de transporte la motocicleta. En cuanto a educación, concluyó la educación escolar básica. Se incorporó al establecimiento hace un año.

- **Residente 2 (Peón):** posee 28 años de edad y su función es colaborar en las actividades del capataz. Reside con su madre en el lugar. Se moviliza en transporte público y, en cuanto a educación, terminó el sexto grado de la educación primaria. Anteriormente trabajaba con el mismo patrón y se ha reintegrado hace seis meses.

- **Residente 3 (Cocinera):** es la madre del peón y tiene como función cocinar en el establecimiento.

- **Residente 4 (hija de la cocinera y hermana del peón):** reside en el lugar temporalmente.

Cabe destacar que, al mes de noviembre del 2023, el personal habitando en la propiedad vecina ha variado, encontrándose solo tres personas habitando de forma permanente, de los cuales dos trabajan y uno es menor. De acuerdo con lo conversado con los empleados actuales, la situación varía constantemente de acuerdo a las necesidades de trabajos en la finca. Entonces, los trabajadores no son permanentes ya que el dueño de la propiedad cambia la mano de obra de acuerdo con sus necesidades.

Infraestructura y servicios

En la propiedad se observan pocas infraestructuras con relación al área total de la misma, totalizando seis tipos de áreas ocupadas por construcciones que se detallan en la **Tabla 5.4.2.2.b** siguiente.

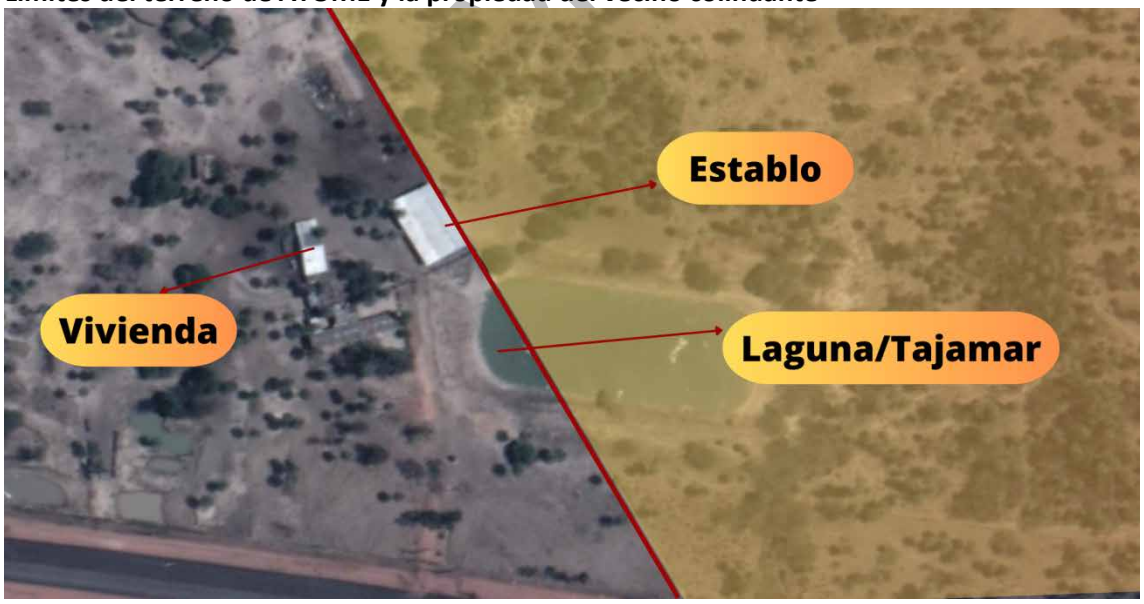
ATOME PLC

Tabla 5.4.2.2.b
Infraestructura en la propiedad

Infraestructura	Descripción
Vivienda	**Características:** la vivienda de cuatro habitaciones abarca una superficie aproximada de 90 m^2. En general se halla construida con material cocido (ladrillo) y techo de chapa zinc con cielo raso. Las ventanas son de vidrio y el piso es de baldosas.
Corral con bretes	**Características:** construido con madera
Establo	**Características:** posee aproximadamente 285 m^2 y se encuentra construido con madera y techo de chapa.
Tajamar	**Tamaño:** 2400 (el 95 % de la superficie está en el predio de ATOME y solo el 5% se halla en la propiedad vecina)
Pozo artesiano	**Características:** está construido con material PVC y posee 20 m de profundidad. **Usos:** agua potable para consumo y también se utiliza para tareas domésticas y de limpieza.
Pozo ciego	**Uso:** evacuación de aguas residuales.

Tal como puede observarse en la **Figura 5.4.2.2.b** el corral con bretes y el establo se encuentran muy próximos al límite de la finca de ATOME por lo que esta infraestructura sería la más afectada en la fase de construcción y operación de la planta de ATOME. En la misma también se ve la ubicación de la vivienda.

Figura 5.4.2.2.b
Límites del terreno de ATOME y la propiedad del vecino colindante



En cuanto al método de eliminación de residuos se recurre a la quema de la basura debido a que no se cuenta con servicio de recolección municipal de residuos en dicho punto. En el caso de las fuentes de energía disponibles, se cuenta con electricidad, pero también se utilizan gas y leña para la cocina.

ME PLC

Actividades productivas en la finca

En los relevamientos de campo se constató que la finca es una unidad productiva pecuaria. Como ya mencionado, la unidad productiva se desarrolla en aproximadamente las 7 has detentada en propiedad y una 100 has colindante arrendada y explota la producción de patos marruecos, ovejas (22 cabezas), cabras (28 cabezas), burros (6), caballos (10) y 55 cabezas de vacunos (**Fotos 14 y 15**).



Foto 13: Entrada y nombre de la propiedad vecina.



Foto 14: Vista de la laguna de cría de patos.



Foto 15: Vista de la cría de ovejas y cabras.

Percepción de la zona habitada y del proyecto

Como parte del relevamiento se consultó al entrevistado propietario del establecimiento sobre su percepción acerca de la seguridad en la zona, y este señaló que el riesgo en la zona consistía en el abigeato pero que desapareció en la medida que los arrozales reemplazaron a la producción ganadera. Para sus animales el mayor riesgo de daños son las serpientes causantes de mortandad.

El propietario del predio vecino afirmó que no tenía conocimiento del proyecto de Omega Green previsto para el área vecina pero sí tenía conocimiento de la Planta de ATOME.

6.0 Análisis de los Impactos y Riesgos Ambientales y Sociales del Proyecto

ATOME PLC

JGP Consultoria e Participações Ltda.
Rua Américo Brasiliense, 615 - São Paulo
CEP 04715-003 - Fone / Fax 5546-0733
e-mail: jgp@jgpconsultoria.com.br

Zona Franca y Planta de Producción de Fertilizante Verde de ATOME Paraguay S.A.

Estudio de Impacto Ambiental y Social (EIAS)

Febrero de 2024

RESUMEN

6.0 Análisis de los Impactos y Riesgos Ambientales y Sociales del Proyecto 1
6.1 Identificación y Caracterización de los Impactos 1
6.1.1 Referencia Metodológica General 1
6.1.2 Acciones Impactantes 6
6.1.3 Identificación de Impactos Potenciales y Análisis de los Impactos Resultantes 16
6.1.3.1 Medio Físico 18
6.1.3.2 Medio Biótico 53
6.1.3.3 Medio Socioeconómico 58
6.1.4 Identificación de Riesgos Asociados al Proyecto 92
6.1.4.1 Medio Físico 93
6.1.4.2 Medio Biótico 100
6.1.4.3 Medio Socioeconómico 104
6.1.5 Identificación y Evaluación de Impactos Acumulativos 122
6.1.6 Riesgos de Desastres Naturales y Cambio Climático 141

ATOME PLC

6.0
Análisis de los Impactos y Riesgos Ambientales y Sociales del Proyecto

6.1
Identificación y Caracterización de los Impactos

6.1.1
Referencia Metodológica General

Este EIAS utilizó una metodología de evaluación de impactos bien establecida, basada en la literatura técnica y el estado actual del arte a nivel internacional. Las referencias bibliográficas como los trabajos de Sánchez (2006), Morgan (1998), Porter & Fittipaldi (1998), Canter (1996), Wood (1995), Morris & Therivel (1995), Turnbull (1992), Banco Mundial (1991), EPA (1999) y Gertler *et al*. (2016) fueron la base para la estructuración metodológica de esta evaluación.

A partir de las características técnicas del proyecto y los resultados obtenidos durante la etapa de diagnóstico (línea de base), se identificaron y evaluaron los impactos y riesgos ambientales y sociales.

Según la definición de las Normas de desempeño de la CFI sobre Sostenibilidad Ambiental y Social (CFI, 2012), los impactos ambientales y sociales se refieren a cualquier cambio, potencial o real, en el medio físico, natural o cultural y en la comunidad circundante o en los trabajadores resultantes del proyecto.

Los riesgos ambientales y sociales, a su vez, son una combinación de la probabilidad de que ocurra un determinado peligro y la gravedad de los impactos derivados de tal ocurrencia.

Los principales pasos metodológicos desarrollados en este EIAS se describen a continuación.

En primer lugar, se identificaron todas las acciones impactantes de las fases de planificación, implementación y operación del proyecto, que pueden causar cambios sociales, económicos, culturales y ambientales o que requerirán la apropiación / uso de recursos naturales o infraestructura y servicios públicos disponibles. La descripción de cada acción (ver **Sección 6.1.2**) se basó en la información sobre el proyecto y sus procedimientos constructivos y operativos presentados en el **Capítulo 2.0** (Descripción del Proyecto).

Los componentes ambientales considerados susceptibles de ser afectados son:

C.1 - Componentes del Medio Físico

- C.1.01 - Suelo / Relieve
- C.1.02 - Recursos hídricos superficiales y subterráneos
- C.1.03 – Clima y Calidad del aire

C.2 - Componentes del Medio Biótico

- C.2.01 - Flora y Vegetación
- C.2.02 - Fauna

ATOME PLC

C.3 - Componentes del Medio Socioeconómico

- C.3.01 - Empleo y economía local
- C.3.02 - Infraestructura, equipamiento social y servicios públicos
- C.3.03 - Salud y seguridad de la comunidad y de los trabajadores
- C.3.04 - Calidad de vida de la población
- C.3.05 - Patrimonio Histórico, Cultural y Arqueológico

Las Áreas Silvestres Protegidas y las Comunidades Indígenas no se consideraron componentes potencialmente impactables porque el proyecto no interfiere con ninguna área o territorio, en el segundo caso, que se encuentren así delimitados.

A partir del análisis e interpretación de las relaciones entre las acciones impactantes y los componentes ambientales identificados, se han establecido los posibles riesgos y los impactos asociados con el proyecto (**Sección 6.1.3**), es decir, aquellos que pueden preverse razonablemente y que es probable que ocurran.

Con base en la descripción y el análisis de cada impacto potencial, y de acuerdo con las especificidades legales requeridas bajo este EIAS, las medidas ambientales se clasificaron como preventivas, de mitigación, de control y monitoreo y compensatorias, como se presenta en el Plan de Gestión Ambiental y Social - PGAS del **Capítulo 7.0**.

Las medidas preventivas se refieren a todas las acciones planificadas para garantizar que se puedan evitar los riesgos e impactos potenciales previamente identificados.

Las *medidas de mitigación* son aquellas destinadas a garantizar la prevención o minimización de la intensidad de los impactos identificados. Por lo tanto, las medidas preventivas y de mitigación tienden a incorporarse a las prácticas de ingeniería actuales, a menudo convirtiéndose en estándares técnicos o requisitos legales. La garantía de que las obras se ejecutarán siguiendo estas medidas viene dada por los compromisos asumidos por el EIAS, la incorporación de requisitos de controles ambientales en la fabricación de los equipos y por la inspección posterior, de ahí la importancia de las medidas de control y monitoreo.

Las *medidas de monitoreo* son diseñadas para medir la eficacia de las medidas de mitigación y demostrar el cumplimiento de los requisitos legales y también de los acuerdos contractuales.

Las medidas *compensatorias*, por otro lado, se refieren a formas de compensar los impactos negativos que no se pueden mitigar o que no se pueden controlar y revertir mediante otro tipo de medidas.

En el caso de los impactos positivos, las medidas propuestas tienen como objetivo mejorar sus efectos beneficiosos.

Las medidas propuestas están estructuradas en Programas Ambientales y Sociales que conforman el PGAS para las etapas de construcción y operación del proyecto. La agrupación de medidas en los Programas tiene como objetivo hacerlos operativos y facilitar su gestión.

Todos los impactos potenciales del proyecto se cruzaron con las medidas preventivas, de

ATOME PLC

mitigación, de control y compensatorias incluidas en el diseño del proyecto y las propuestas en el PGAS para garantizar que todos estuvieran cubiertos por alguna medida o alguna forma de prevención, mitigación, control y compensación.

El objetivo de la evaluación de impactos y riesgos detallada es calificar y cuantificar (cuando sea posible) el impacto resultante, es decir, el impacto residual que puede materializarse incluso después de la implementación efectiva de las medidas del PGAS.

Teniendo en cuenta la aplicación y la efectividad de los programas ambientales y sociales propuestos, y respectivas medidas preventivas incluidas en el diseño del proyecto, se evaluaron los impactos resultantes, que se calificaron de acuerdo con un conjunto de atributos seleccionados en función del estado del arte de los métodos de evaluación de impacto ambiental, como se presenta a continuación. Los atributos considerados fueron los siguientes:

- Naturaleza de los impactos (positivos o negativos)
- Localización y espacialización
- Etapa de ocurrencia
- Incidencia (directa o indirecta)
- Temporalidad - Inducción
- Temporalidad - Duración
- Reversibilidad
- Probabilidad
- Magnitud (antes y después de las mitigaciones propuestas)

A continuación, se presenta una caracterización resumida de cada atributo utilizado para caracterizar los impactos ambientales resultantes.

ATOME PLC

Naturaleza

Indica si el impacto resultante es negativo o positivo. El mismo impacto puede tener dos vectores opuestos, uno positivo y otro negativo, en el mismo componente.

Localización y espacialización

Define la difusión espacial de cada impacto. Los impactos pueden ocurrir en el Área de Influencia Directa (AID) o en diferentes áreas geográficas dentro del Área de Influencia Indirecta (AII), con una acción directa e indirecta que varía según el componente. Sin embargo, debe mencionarse que puede haber impactos resultantes que, aunque identificados, tienen un alcance geográfico difuso, no se restringido a una unidad espacial definida, y pueden ocurrir en un contexto macro regional o nacional.

Fase de ocurrencia

Indica si el impacto resultante se producirá en las etapas de planificación, construcción u operación del proyecto.

Incidencia

Indica si el impacto será directo o indirecto. Los impactos directos tienen una relación de causa y efecto clara y simple, y surgen directamente de las acciones impactantes implementadas en las fases de construcción y operación. Los impactos indirectos ya considerados tienen una dependencia secundaria o indirecta de las acciones impactantes.

Temporalidad - Inducción

Este es un atributo asociado con el tiempo de inducción de un impacto potencial en relación con el inicio de las acciones impactantes. La inducción puede ser inmediata (el impacto comienza inmediatamente después de la acción), a corto plazo (hasta 2 años), mediano plazo (2 a 10 años) y largo plazo (más de 10 años o durante toda la vida útil del proyecto).

Temporalidad - Duración

Este atributo está asociado al período de tiempo que el impacto permanecerá después de que la acción impactante haya cesado y todas las medidas planificadas hayan sido implementadas. El impacto puede cesar inmediatamente después de la finalización de la acción, o puede ser de corto plazo (hasta 5 años), mediano plazo (5 a 10 años) o largo plazo (más de 10 años). El impacto resultante aún puede considerarse permanente, es decir, no se interrumpirá incluso con la implementación de las medidas pertinentes.

Reversibilidad

Define el grado de reversibilidad del impacto y está directamente relacionado con la intensidad. En caso de impactos negativos, estos pueden ser reversibles o irreversibles. Los impactos resultantes considerados reversibles dejan de ocurrir o tienen una intensidad insignificante después de que cesan las acciones impactantes y / o se implementan las medidas aplicables. Los impactos irreversibles, incluso después de la aplicación de las medidas, configuran los impactos resultantes de intensidad media a alta.

Probabilidad

Es la posibilidad de que ocurra un cierto impacto. Los impactos ambientales identificados a través de la interacción entre las acciones impactantes y los componentes ambientales y sociales se definen como "impactos ambientales potenciales", es decir, impactos pronosticados que pueden ocurrir o no. Sin embargo, en función de las características del proyecto y de las áreas de influencia, así como la experiencia con otros proyectos, es posible evaluar el impacto de acuerdo con el grado de probabilidad de ocurrencia: baja probabilidad, media probabilidad, alta probabilidad y de ocurrencia cierta.

Magnitud

Se define como la grandeza del impacto en términos absolutos, lo que indica el grado de cambio en la calidad del componente ambiental o social que puede verse afectado por el proyecto en todas sus fases (planificación, implementación y operación). En otras palabras, es la diferencia entre la calidad ambiental asumida después de los efectos generados por las acciones del

ATOME PLC

proyecto y la observada antes de que tales procesos tuvieran lugar. Es importante señalar la magnitud antes y después de la implementación de mitigaciones ya que muchos de los potenciales impactos son mitigables con buenas practicas y tecnologías de control. Por ello, la magnitud es el atributo que define, junto con el grado de mitigabilidad del impacto, su grado de importancia residual, como se verá en el ítem siguiente.

Atribución del grado de importancia y evaluación del impacto residual final

Como atributo del análisis, la importancia corresponde a la evaluación del valor de cada impacto. Esta es una evaluación que reúne resultados de varios atributos e indica el grado de sensibilidad de un impacto ambiental dado. Por lo tanto, determina el grado de severidad, aunque indirectamente, de cada impacto ambiental, apoyando la toma de decisiones con respecto a la aplicación de medidas ambientales específicas para la optimización de los efectos positivos o la remediación de los efectos negativos en el medio ambiente.

En el ámbito de este estudio, la definición del grado de importancia para cada impacto se ha realizado cruzando el atributo magnitud y reversibilidad, tal y como se muestra en la **Tabla 6.1.1.a** siguiente.

Tabla 6.1.1.a
Combinación de indicadores para definir el grado de importancia de los impactos

Magnitud	Reversibilidad		
	Reversible	Parcialmente reversible	Irreversible
Baja	Baja	Moderada	Media
Media	Moderada	Media	Alta
Alta	Media	Alta	Alta

ATOME PLC

En relación con la combinación de atributos presentados anteriormente, cabe destacar dos factores. Por un lado, la magnitud, que representa la grandeza del impacto, es decir, el alcance de los posibles efectos de las intervenciones al comparar la calidad del ambiente antes y después de las acciones impactantes. Por otro lado, la reversibilidad, que tiende a representar la vulnerabilidad y sensibilidad de cada componente valorado, es decir, la capacidad de los sistemas ambientales para asimilar los aportes de energía y mantener sus características lo más cerca posible de las observadas antes de las intervenciones.

Tras el análisis, se procedió a la evaluación del impacto residual final, que representa el estado del ambiente tras la aplicación de todas las medidas de prevención, control, mitigación y compensación propuestas en el PGAS (véase el **Capítulo 7.0**). El análisis del impacto residual, sin embargo, está relacionado con la aplicación de otro atributo de calificación: el grado de mitigabilidad. Este atributo se refiere a los niveles de posibilidad de que los efectos negativos de un impacto sean controlados. Hay que tener en cuenta que la mitigabilidad depende tanto de la naturaleza de los componentes afectados como de la posibilidad de implementación técnica, económica, así como del esfuerzo político e institucional para hacerlo por parte del promotor del Proyecto. Los impactos se han clasificado como Totalmente Mitigables, Altamente Mitigables, Medianamente Mitigables y Poco Mitigables.

En el ámbito de este estudio, la definición del grado de importancia residual ha resultado del cruce de los atributos grado de mitigabilidad e importancia, como se muestra en la **Tabla 6.1.1.b**.

Tabla 6.1.1.b
Grado de importancia residual de los impactos a partir de la combinación de grado de mitigabilidad e importancia

Grado de mitigabilidad	Importancia			
	Baja	Moderada	Media	Alta
Totalmente Mitigable	Baja	Baja	Baja	Media
Altamente Mitigable	Baja	Baja	Moderada	Media
Medianamente Mitigable	Baja	Moderada	Media	Media
Poco Mitigable	Baja	Moderada	Media	Alta

6.1.2
Acciones Impactantes

Esta Sección identifica todas las acciones con potencial para generar impactos ambientales y sociales en las fases de planificación, implementación y operación del proyecto. Como ya se mencionó, las acciones se identificaron y describieron de acuerdo con las especificaciones técnicas del proyecto y sus respectivos procedimientos constructivos detallados en el **Capítulo 2.0**.

En total, se identificaron 24 acciones con potencial de impacto, 3 acciones relacionadas con la fase de planificación, 16 acciones relacionadas con la fase de construcción y 5 acciones relacionadas con la fase de operación, como se especifica en la **Tabla 6.1.2.a**, a continuación.

Tabla 6.1.2.a
Acciones de las fases de planificación, implementación y operación del proyecto

Fase del Proyecto	Acciones Impactantes
A.1 – Fase de Planificación	A.1.01 Divulgación del proyecto
	A.1.02 Estructuración operacional inicial
	A.1.03 Estudios de alternativas locacionales y tecnológicas
A.2 – Fase de Implantación (obras)	A.2.01 Movilización de trabajadores de construcción
	A.2.02 Movilización de áreas de apoyo a la construcción
	A.2.03 Remoción de vegetación y limpieza del terreno
	A.2.04 Implementación / Adecuación de accesos
	A.2.05 Flujos de vehículos, equipos y trabajadores
	A.2.06 Movimiento de tierras
	A.2.07 Ejecución de fundaciones
	A.2.08 Obras civiles
	A.2.09 Montaje
	A.2.10 Montaje de las torres
	A.2.11 Lanzamiento de los cables
	A.2.12 Operación de las instalaciones de apoyo de la construcción
	A.2.13 Desmovilización de áreas de apoyo
	A.2.14 Desmovilización de trabajadores
	A.2.15 Recuperación de las áreas de intervención directa
	A.2.16 Negociación e indemnización de propietarios

ATOME PLC

Tabla 6.1.2.a
Acciones de las fases de planificación, implementación y operación del proyecto

Fase del Proyecto	Acciones Impactantes
A.3 – Fase de Operación	A.3.01 Movilización de trabajadores de operación
	A.3.02 Captación de agua para la Planta
	A.3.03 Operación y mantenimiento de la planta, de la LT y del sistema de captación de agua y tuberías
	A.3.04 Transporte de insumos y productos
	A.3.05 Controles ambientales durante la operación para evitar o minimizar los posibles impactos

A continuación, se describe cada acción en términos de los principales procedimientos ejecutivos y aspectos funcionales considerados de interés para la evaluación de los impactos ambientales y sociales que potencialmente surgen de las diversas fases del proyecto.

A.1 - Fase de Planificación

A.1.01 Divulgación del proyecto

Esta acción incluye todas las actividades relacionadas con la difusión de información sobre las obras de implementación del proyecto, involucrando manifestaciones oficiales de autoridades, noticias publicadas por los medios de comunicación o contactos establecidos en la región por ATOME o representantes. La repercusión de las noticias vinculadas a las obras genera expectativas positivas, como posibles ofertas de empleo y movimiento de la economía local, y negativas, como las molestias por generación de ruido, emisiones atmosféricas y tráfico, el riesgo de accidentes, entre otras.

A.1.02 Estructuración Operacional Inicial

Esta acción incorpora todas las actividades preliminares a las obras, incluyendo:

- Inspecciones de campo y realización de entrevistas con la población en el área de influencia para el EIAS;
- Estudios para el Proyecto Ejecutivo, incluyendo sondajes, levantamientos topográficos, catastros.

A.1.03 Estudios de alternativas de ubicación y tecnológicas

Esta acción incluye los estudios de alternativas de ubicación realizados en el marco de este EIAS (ver **Sección 3.1**), que condujeron a la elección de un terreno para la Planta y de un trazado para la LT y las tuberías de agua y efluentes que eran los mejores posibles desde el punto de vista de la prevención y/o minimización de los impactos ambientales y sociales. También incluye los estudios tecnológicos realizados por el equipo de ingeniería, para que las distintas tecnologías adoptadas para los diferentes componentes de la Planta condujeran a un Proyecto que dispone de controles ambientales para proporcionar los niveles más bajos posibles de emisiones atmosfericas, ruido, calidad de los efluentes tratados y para contención de sustancias químicas como prevención de contaminación ambiental, cumpliendo los estándares nacionales e internacionales más restrictivos.

ATOME PLC

A.2 - Fase de Implantación (Obras)

A.2.01 Movilización de trabajadores de construcción

Implica la selección y contratación de trabajadores (mano de obra directa) para las obras de construcción y montaje de la planta, infraestructura de captación de agua y vertido de efluentes y de la LT. Esta acción se considera separadamente debido a su relevancia como vector de impacto, resultando en la creación de empleos y los ingresos correspondientes.

Como se informó en la **Sección 2.7.6** del **Capítulo 2.0**, se calcula que se contratará a unos 1020 a 1073 trabajadores directos, considerando los meses de pico de las obras. Además de estos, se calcula que habrá unos 40-50 trabajadores para las obras de la LT y el sistema de captación de agua y tuberías de agua y efluentes.

Parte de esta fuerza laboral necesita ser especializada y no será reclutada localmente. Sin embargo, gran parte de los trabajadores podrán ser contratados en la región.

A.2.02 Movilización de áreas de apoyo a la construcción

En esta acción se incluyen las actividades necesarias para habilitar el área destinada a las instalaciones temporales de apoyo para la construcción, dentro del propio terreno de la planta (ver **Sección 2.7.1.5**). También incluye contratación de canteras para adquisición de material de préstamo y depósitos de material excedente, si es necesario.

Esta acción impactante abarca todas las tareas necesarias para la implementación de las instalaciones de apoyo, incluyendo limpiar y preparar el terreno, realizar obras civiles, construir el tanque séptico y otros.

En la **Sección 2.7.2.1** se indica que el volumen de material de préstamo necesario para el relleno del terreno se obtendrá de cantera comercial de ripio en Surubi'y o, en última instancia, por refulado. Si fuere el caso, se realizarán los estudios ambientales complementarios correspondientes y se evaluarán los posibles impactos y medidas mitigadoras.

A.2.03 Remoción de vegetación y limpieza del terreno

Antes del inicio de los trabajos, la supresión de la vegetación y el desbroce del terreno se llevarán a cabo en el área donde se construirán las instalaciones de la planta. Inicialmente, se prevé la supresión de una superficie de vegetación de 24.75 ha, , correspondiente a la vegetación nativa existente en las Zonas A y B que se muestran en la **Figura 2.7.2.1.a** de la **Sección 2.7.2.1**, siendo 2.76 ha de bosques sub-húmedos semicaducifolios y 21.99 ha de sabanas. Después, en una futura ampliación de la Planta para la Zona C, el área de supresión total para la instalación será ampliada a 29.85 ha, de los cuales 6.14 ha son bosques sub-húmedos y 23.7 ha son sábanas. Además, se prevé la eliminación de la vegetación para apertura de caminos de acceso, implantación subterránea de las tuberías para provisión de agua y vertido de efluentes (0.69 ha, siendo 0.55 ha de sábanas y 0.14 ha de Bosques sub-húmedos semicaducifolios) y en la franja de servicio en el centro de la servidumbre de la LT y áreas de torres (área de 0.07 ha de sábanas).

ATOME PLC

La supresión de la vegetación y la limpieza del terreno son actividades que consisten en cortar árboles y arbustos de cualquier tamaño, eliminar tocones, ramas, raíces enredadas, hierba y la capa de suelo con materia orgánica hasta un grosor de 20.0 cm. La eliminación de tocones incluye la excavación y la extracción total de tocones de árboles de más de 30.0 cm de diámetro y raíces.

Esta eliminación de la vegetación y limpieza del terreno provoca la exposición del suelo, que, de acuerdo con sus susceptibilidades, puede ocasionar procesos de erosión laminar y lineal localizados, especialmente si estas acciones se llevan a cabo durante la temporada de lluvias y si no se aplican buenas prácticas de gestión. También está asociada a la emisión de ruido y polvo. Todos estos posibles impactos serán manejados con buenas practicas del sector de construcción.

A.2.04 Implementación / Adecuación de accesos

Esta acción incluye las actividades para implementación de accesos provisionales, incluido un camino de acceso al terreno desde la Ruta Nacional PY19 y otras vías internas hasta las instalaciones de apoyo de construcción y a puntos específicos del terreno para acceder a las ubicaciones de cada estructura de la planta que se va a construir, tales como las áreas para la implementación de la infraestructura de captación y tubería para el abastecimiento de agua desde el río Paraguay hasta la Planta ATOME y tubería para vertido de efluentes.

Incluye también la implantación del sistema vial interno de la Planta, incluida la pavimentación (transporte y colocación de material de base y sub-base, construcción de guías, canalones, aceras y el pavimento asfáltico).

El potencial impactante de esta acción está asociado a la posible ocurrencia de procesos erosivos localizados y al riesgo de contaminación del suelo, si no se aplican buenas prácticas de gestión, y también a la emisión de ruido y polvo y al aumento de la superficie impermeable, modificando las condiciones actuales de drenaje.

A.2.05 Flujos de vehículos, equipos y trabajadores

Esta acción corresponde al transporte de materiales, equipos y trabajadores necesarios para la construcción del proyecto. El transporte se realizará por las carreteras existentes, principalmente la Ruta Nacional PY19, pero también por otras carreteras de la región, incluidas las vías de acceso entre Villeta y Asunción.

Este transporte se realizará con distintos tipos de vehículos, incluidos camiones, tractores, excavadoras y otros vehículos pesados, autobuses de transporte de trabajadores, coches y motocicletas.

Para transporte de los trabajadores estimase de 1 a 8 viajes diarios en autobús, considerando ida y vuelta, con el pico entre los meses 17 y 18. En cuanto al tráfico de camiones, se estiman 10 camiones para relleno que realizarán 6 viajes ida-vuelta por camión al día, con un total de 5,429 viajes por la Ruta Nacional PY19 (Villeta – Alberdi) durante las obras. También está previsto realizar otros 450 viajes en camión entre el puerto Terport y el terreno para transportar contenedores con mercancías importadas, de forma intermitente por 5 meses. Se maximizará

ATOME PLC

la agrupación de cargas en los envíos para minimizar el número de viajes y el impacto en el tráfio en la Ruta PY19.

Durante las obras también se menciona el transporte de cargas sobredimensionadas que vendrán desde Montevideo por vía fluvial hasta el Puerto Terport, a través de buques portacontenedores en su mayor parte, y desde allí hasta el terreno de la Planta. Inicialmente, se considera un número aproximado de entre 40 – 50 viajes fluviales para la llegada de la mercancía a obra.

Durante la fase de construcción, esta acción puede afectar principalmente a los usuarios de la PY19 en el tramo de acceso a la planta. Algunos flujos serán más difusos, sin concentración de vehículos, pero otros, como los autobuses de los trabajadores, tendrán un flujo más concentrado en determinados momentos, correspondientes a la entrada y salida de los trabajadores.

A.2.06 Movimiento de tierras

Esta acción corresponde a los movimientos de tierra necesarios para la ejecución del proyecto.

Esto incluye las actividades necesarias para la conformación y nivelación del terreno hasta las cotas necesarias para implantar las edificaciones de la planta y las vías internas y colocación de tubería subterránea para el abastecimiento de agua desde el río Paraguay y tubería para vertido de efluentes. Están asociadas a la emisión de ruido y polvo y al riesgo de erosiones.

La superficie de relleno prevista para la Planta es de 255,000 m^2, y la altura del relleno es de 0.6 m. También se rellenará el tajamar existente. El volumen necesario de material para el relleno es de 153,000 m^3. Se prevén excavaciones generales de 102,000 m^3 para nivelación y compactación de áreas de planta o construcción, para corte de terraplenes, para construcción de patios, caminos, pavimentos, canales, cimientos, etc., produciendo un material que no puede utilizarse para el relleno porque los análisis del suelo realizados dieron como resultado que el mismo no presenta las condiciones adecuadas.

El material para el relleno se obtendrá de una cantera de ripio ubicada en Surubi'y, o por refulado a partir de banco de arena en el río Paraguay, como se indica en la **Sección 2.7.2.1**.

El movimiento de tierras incluye también las excavaciones necesarias para abrir la zanja por donde se implantarán las tuberías enterradas de agua y efluentes entre la Planta y el río Paraguay, con un volumen previsto de 2,300 m^3, y las excavaciones en lecho costero del río para implantar la infraestructura de captación de agua.

A.2.07 Ejecución de fundaciones

Esta acción incluye la ejecución de las fundaciones de todos edificios y estructuras previstas para la Planta, de la caseta de bombeo para la captación de agua, además de las excavaciones para implantación de cimentaciones de las torres de la LT.

Estos servicios corresponden a la ejecución de cimentaciones profundas y superficiales, que incluye la hinca de pilotes, la ejecución de excavaciones locales, el montaje de la armadura y el hormigonado.

Su potencial impactante está asociado a la emisión de ruido y polvo y a la vibración durante las actividades de hincado de pilotes. También hay riesgo de contaminación del suelo y las aguas subterráneas y de accidentes con los trabajadores si no se aplican las medidas de prevención, gestión y buenas prácticas previstas.

A.2.08 Obras civiles

Este conjunto de actividades abarca los servicios de construcción de edificios administrativos, estructuras de estaciones de tratamiento de agua y efluentes y los edificios de las distintas unidades que forman la planta. También incluye la ejecución de las redes de drenaje temporales y permanentes y la implantación de la infraestructura de captación y suministro de agua a la Planta y de vertido de efluentes (caseta de bombeo e instalación de tuberías).

Estos servicios incluyen trabajos de hormigón armado y albañilería, entre otros asociados.

El potencial impactante de esta acción está asociado a la emisión de ruido y polvo. También se menciona el riesgo de contaminación del suelo y del agua y de accidentes con trabajadores si no se aplican las medidas de prevención, gestión y buenas prácticas previstas.

A.2.09 Montaje

Esta acción está asociada a las actividades de montaje de las estructuras de la Planta, incluyendo instalación de estructuras metálicas, instalación de tanques, tuberías, equipos y maquinaria.

El potencial impactante está asociado a la emisión de ruido y vibraciones durante las actividades de elevación y montaje de las piezas. También se deben considerar las emisiones de gases de los equipos utilizados, como camiones y grúas.

A.2.10 Montaje de las torres

Las estructuras metálicas de las torres se ensamblarán, pieza por pieza y / o por secciones pre montadas en el terreno, en las áreas de montaje preparadas a lo largo de la franja de servidumbre. Las acciones impactantes se refieren a la emisión de ruido y vibraciones durante las actividades de elevación y montaje de las piezas. También se deben considerar las emisiones de gases de los equipos utilizados, como camiones y grúas.

A.2.11 Lanzamiento de los cables

Para la actividad de lanzamiento de los cables conductores, las torres deben estar conectadas a tierra y los pararrayos montados.

Los cables se lanzarán utilizando camiones y gruas, solo en la faja de lanzamiento dentro de la franja de servidumbre, para evitar intervenciones en áreas adicionales. Los impactos de esta acción se relacionan principalmente con la emisión de ruido y vibraciones.

El impacto potencial de esta acción está también relacionado con una única interrupción que tendrá lugar por única vez y afectará el tráfico en la Ruta Nacional PY19 durante unas pocas

ATOME PLC

horas, lo que requerirá acciones previas de comunicación y señalización, así como coordinación con la ANDE y los departamentos de transporte y la obtención de los permisos necesarios.

A.2.12 Operación de las instalaciones de apoyo de la construcción

Las actividades que implican impactos potenciales durante la operación de las instalaciones de apoyo de construcción están relacionadas con el manejo de productos químicos (combustibles, aceites, lubricantes, pinturas y barnices), el suministro de agua y la eliminación de efluentes y residuos sólidos, especialmente residuos peligrosos, y circulación de vehículos en accesos internos y externos.

El potencial impactante de esta acción está asociado a la emisión de ruidos, vibraciones, polvo y gases de combustión procedentes del funcionamiento de maquinaria, equipos y vehículos y del tráfico de obra. También está relacionado con la generación de residuos sólidos y efluentes domésticos e industriales, y la manipulación de productos peligrosos como diésel/combustible. También se menciona el riesgo potencial de contaminación del suelo por posibles fugas de combustiles/aceite y accidentes laborales, si no se aplican las medidas de prevención, gestión y buenas prácticas previstas.

A.2.13 Desmovilización de áreas de apoyo

Como se mencionó, el campamento de construcción se implementará dentro del propio terreno de la planta. Al final de las obras, las instalaciones provisionales serán desmanteladas y las áreas con suelo expuesto deben recuperarse para evitar la instalación de procesos erosivos. Además, deben llevarse a cabo las acciones necesarias para desactivar y neutralizar el tanque séptico instalado.

A.2.14 Desmovilización de trabajadores

Esta acción incluye todos los procedimientos para la desmovilización de la mano de obra contratada por los contratistas y subcontratistas, la terminación de los contratos de trabajo y de provisión de materiales y servicios.

La desmovilización será gradual, es decir, en la medida en que se completen las etapas definidas en el cronograma de obras, dejando solo algunos empleados necesarios para la finalización del trabajo y el comienzo de la fase de operación.

A.2.15 Recuperación de las áreas de intervención directa

Se refiere a la recuperación y / o regularización del terreno y arborización perimetral del terreno de la futura Planta y cubierta de gramíneas de las áreas directamente afectadas por el proyecto, abarcando no solo el área del campamento de construcción y área de colocación de tubería subterránea para el abastecimiento de agua desde el río Paraguay y de tubería para vertido de efluentes, sino todas las demás áreas no ocupadas por las estructuras fijas de la planta y los accesos internos y que se hayan visto afectadas de algún modo por las actividades de construcción.

ATOME PLC

Es de destacar que estas actividades se llevarán a cabo al final de cada etapa de construcción, en paralelo a la ejecución de la obra.

A.2.16 Negociación e indemnización de los propietarios

La liberación de la franja de servidumbre de la LT y de las tuberías de agua y efluentes ha incluido las siguientes actividades:

- Contacto con los respectivos propietarios de los terrenos al largo de los trazados de la LT y de las tuberías;
- Registro de propietarios;
- Catastro de todas las mejoras productivas y no productivas ubicadas en el área de las franjas de servidumbre, con el acompañamiento de cada propietario;
- Catastro de las áreas afectadas por la institución de las franjas de servidumbre;
- Cálculo de la indemnización por restricciones de uso de las tierras establecidas en el área de los terrenos afectados por las franjas de servidumbre y por las mejoras afectadas. Esta actividad ya fue realizada para la LT y será realizada para las afectaciones de las tuberías, tomando como referencia el precio establecido para la LT y las negociaciones con los propietarios afectados.

A.2 - Fase de Operación

A.3.01 Movilización de trabajadores de operación

Implica la selección y contratación de trabajadores (mano de obra directa) para la operación y mantenimiento de la planta. En este caso se trata de una mano de obra más especializada, formada y capacitada para operar las distintas unidades que componen la planta. El número estimado de trabajadores en la fase de operación será de 225 puestos directos, de los cuales 195 son fijos y 30 son temporales, además de los trabajadores involucrados en el transporte terrestre y fluvial del fertilizante CAN, y otros proveedores de servicios. Estimase que cerca de 874 puestos de trabajo indirectos también serían generados.

Al igual que en la fase de construcción, se asocia al impacto positivo de creación de empleos y los ingresos correspondientes.

A.3.02 Captación de agua para la Planta

Como se menciona en la **Sección 2.6.2.1.1**,

Se captará un caudal de 242.70 m^3/h del río Paraguay para el Proyecto. Esta agua será pretratada y destinada a diferentes usos, entre ellos: agua potable, agua desmineralizada (para suministro a electrolizadores, Unidad de Síntesis de NH_3, Planta de AN, Planta SNA, Planta GRAN, reposición para otros servicios como dilución química, etc.), agua de servicio, agua contra incendios y agua de reposición de torres de refrigeración.

El agua se bombeará y transportará desde el río hasta la planta a través de una tubería subterránea. Cabe mencionar que de los 242.7 m^3/h, 77.30 m^3/h a 84.20 m^3/h se devolverán al

ATOME PLC

río en forma de aguas residuales tratadas en la ETAR, resultando un balance de extracción total de 165.4 m^3/h o 158.5 m^3/h. Este efluente tratado que se devolverá al río será de una calidad que cumpla los estándares nacionales e internacionales más restrictivos.

El impacto potencial está asociado a la pequeña reducción del caudal del río y de su capacidad de dilución.

A.3.03 Operación y mantenimiento de la planta, de la LT y del sistema de captación de agua y tuberías

La operación de la planta está asociada a varias acciones con posibilidad de causar impactos ambientales y sociales. Éstas son:

- Operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de efluentes, que tratará los efluentes del pre-tratamiento de agua, efluentes de separadores de aceite, efluentes de la red no oleosa, efluentes sanitarios y la purga de la torre de refrigeración. Se utilizarán productos químicos y se generará un efluente líquido que será tratado antes de su vertido al río Paraguay. Se generarán lodos resultantes del proceso de tratamiento de efluentes. El proceso también puede emitir olores;
- Gestión y disposición de efluentes y lodos que deben ser tratados de manera especial y se realizará a través de empresas tercerizadas y habilitadas para los fines;
- Operación y mantenimiento de la Unidad de Síntesis de Amoníaco (NH_3), la Planta de Ácido Nítrico (HNO_3) y la Planta de Solución de Nitrato de Amonio (NH_4NO_3), donde puede producirse una liberación involuntaria de los productos quimicos;
- Combustión en antorcha, generando emisiones de procesos de combustión y emisiones fugitivas;
- Generación de residuos sólidos en áreas administrativas e industriales;
- Funcionamiento y mantenimiento de equipos y vehículos que generan ruido, incluyendo compresores, subestación de energía, bombas, generadores, tomas y válvulas, y camiones de transporte de fertilizante CAN.

Las acciones de mantenimiento de rutina de la LT y de la captación y tuberías de agua y efuente incluyen un conjunto de obras y servicios que se realizarán periódicamente, de manera preventiva, o de emergencia, de manera correctiva, siempre siguiendo procedimientos específicos para cada servicio.

El mantenimiento de rutina tiene el objetivo de garantizar la integridad de las estructuras y el buen rendimiento operativo.

Para la LT, las actividades de conservación preventiva de rutina incluyen el corte selectivo y poda de vegetación en la franja de servidumbre y la inspección de torres y cables, así como la inspección y mantenimiento de transformadores. Es importante señalar que gran parte de la servidumbre de la LT se encuentra en área de cultivo de arroz, por lo tanto, las posibles afectaciones a la vegetación serán muy reducidas.

Las actividades de remediación de emergencia incluyen la atención a accidentes casuales con daños a estructuras físicas u operativas de la LT, principalmente causadas por roturas de cables o caídas de torres, causadas por eventos naturales como tormentas o fuertes ráfagas de viento.

ATOME PLC

El impacto potencial de las actividades de mantenimiento en las franjas de servidumbre de las tuberías está relacionado con el impedimento de la regeneración de la vegetación nativa, especialmente la vegetación de mayor porte y las restricciones de uso para los propietarios, que sólo deberán realizar actividades compatibles con la seguridad de las tuberías. Además, las actividades presuponen que ATOME ingrese en los predios para la inspección y mantenimiento. Es importante destacar que ATOME tendrá contratos de servidumbres de paso y acueducto firmados con los propietarios afectados, lo cual otorgará permiso para el acceso a las áreas de servidumbre para las actividades de manutención periodicas y de emergencias.

A.3.04 Transporte de insumos y productos

Esta acción está asociada al flujo de camiones en la Ruta Nacional PY19 (Villeta – Alberdi) trayendo insumos de producción a la planta y del de transporte de fertilizantes desde la planta hasta el Puerto Terport para su exportación por vía fluvial.

Como se menciona en la **Sección 2.8.1.10**, los viajes para transportar los insumos a la Planta incluirán 1 viaje de camión cada 4 días para traer dolomita y 1 viaje de camión y 1 viaje de furgoneta al día para traer repuestos, consumibles y otros.

Para el transporte de fertilizante desde la planta hasta el Puerto Terport se estiman 50 viajes al día (o 6 viajes por hora), incluyendo camiones vacíos y cargados, un total estimado para la exportación de las 770 ton/día (cómputo total para la producción en big bags o granel). Estos camiones serán tractor tipo Scania + semirremolque.

Del Puerto Terport, el fertilizante se transportará por vía fluvial a través de remolcadores convoy 4x4 con barcazas.

En el caso del transporte terrestre, el impacto potencial de la acción está relacionado con el deterioro de la carretera debido al aumento de la circulación de vehículos pesados y la pequeña apropiación de la capacidad vial de la carretera comparado con la capacidade total de la PY19. En terminos de riesgos, se menciona la posibilidad de accidentes vehiculares.

En el caso del transporte fluvial, se asocia a la pequeña reducción de la capacidad de la Hidrovía. Pero es impotante señalar que el volumen CAN no debe ser suficiente para llenar una barcaza y debe ser transportado juntamente con otros productos. Es decir, estimase que el CAN no tendrá barcaza exclusiva y el número de barcazas relacionadas al CAN no es significativo.

A.3.05 Controles ambientales durante la operación

Como se menciona en la Acción 1.03, el Proyecto se ha diseñado de forma a adoptar la tecnología necesaria para cumplir los estándares nacionales e internacionales más restrictivos relacionados al control de contaminación y a seguridad. También se han previsto medidas de control y monitoreo ambiental a ser implementadas durante la operación para prevenir y/o mitigar los impactos sobre la calidad del aire, la calidad del agua, las emisiones sonoras y la contaminación del suelo y para prevenir y actuar en situaciones de emergencia. Entre estas medidas se mencionan las siguientes:

ATOME PLC

- Sistema de abatimiento de la planta para reducir las concentraciones de NOx en los gases de cola;
- Tecnologia de control de las emisiones atmosféricas;
- Tratamiento de efluentes;
- Medidores de los caudales captados para garantizar el volumen usado por la planta;
- Control/abatimiento de las emisiones sonoras;
- Red de drenaje para prevención de contaminación ambiental;
- Manejo de sustancias peligrosas;

Además de las medidas de controles, serán llevadas a cabo las siguientes medidas de monitoreo:

- Monitoreo de la calidad del aire;
- Monitoreo de emisiones atmosféricas;
- Monitoreo de la calidad de los efluentes tratados antes de su vertido en el río;
- Monitoreo de la calidad del agua del río;
- Monitoreo del ruido ambiental;
- Monitoreo del ruido ocupacional, entre otros.

6.1.3
Identificación de Impactos Potenciales y Análisis de los Impactos Resultantes

Las acciones previstas en las fases de planificación, construcción y operación de la Planta se cruzaron con los componentes de los Medios Físico, Biótico e Socioeconómico susceptibles de ser impactados, permitiendo la identificación de los posibles impactos ambientales y sociales.

Para este propósito, se realizó una verificación, como un *checklist*, para garantizar que todos los impactos tuvieran medidas dirigidas a su prevención, control, mitigación o compensación.

A continuación, se presenta el análisis de los posibles impactos socioambientales del Proyecto, la proposición de los programas y respectivas medidas, y la calificación de los impactos resultantes antes y después de la implementación de las medidas de mitigación/control propuestas para el proyecto. En total, se identificaron 22 posibles impactos del proyecto, siendo 7 impactos en el Medio Físico, 2 en el Medio Biótico y 13 en el Medio Socioeconómico.

Con el resultado del análisis descrito en las **Secciones 6.1.3.1** a **6.1.3.3** se preparó la **Matriz 6.1.3.a - Matriz de Consolidación de los Impactos**, con la calificación del conjunto completo de impactos y los programas ambientales dirigidos.

ATOME PLC

Matriz 6.1.3.a - Matriz de Consolidación de los Impactos

Matriz 6.1.3.a

Calificación de los impactos identificados

		Impactos	Calificación de los impactos												Programas y Medidas Ambientales y Sociales Propuestas
			Naturaleza Positivo / Negativo	Localización y espacialización AID / All / Difuso	Etapa de ocurrencia Planificación / COnstrucción / Operación	Incidencia Directo / Indirecto	Temporalidad (Inducción) Inmediato / Corto Plazo / Medio Plazo / Largo Plazo	Temporalidad (Duración) Corto Plazo / Medio Plazo / Largo Plazo	Reversibilidad Total / Parcial / Irreversible	Probabilidad de Ocurrencia Baja / Media / Alta / Cierta	Magnitud Baja / Moderada / Media / Alta	Importancia Baja / Moderada / Media / Alta	Mitigabilidad No mitigable / Poco mitigable / Medianamente mitigable / Altamente mitigable / Totalmente mitigable	Importancia residual Baja / Moderada / Media / Alta	
Medio Físico	1. Suelo/Relieve	1.01 - Ocurrencia y/o intensificación de procesos erosivos durante la fase de construcción	Negativo	AID	Construcción	Indirecto	Inmediato	Corto Plazo	Total	Cierta	Media	Media	Altamente Mitigable	Baja	P.01 (5.1, 5.6, 5.7, 5.12), P.02 (5.1 a 5.4)
		1.02 - Aumento de la impermeabilización del suelo y alteración del régimen de drenaje actual	Negativo	AID	Construcción	Directo	Inmediato	Largo Plazo	Total	Cierta	Baja	Baja	Altamente Mitigable	Baja	P.01 (5.1, 5.6, 5.7, 5.12), P.02 (5.1 a 5.4)
	2. Recursos Hídricos Superficiales y Subterráneos	2.01 - Impactos en la calidad del agua del río Paraguay debido a la reducción del caudal y al vertido de los efluentes tratados durante la operación	Negativo	AID	Operación	Indirecto	Inmediato	Largo Plazo	Total	Baja	Baja	Baja	Altamente Mitigable	Baja	uso eficiente del agua durante la operación de la Planta, cumplimiento del límite de caudal a captar, tratamiento de los efluentes, mantenimiento de la ETAR, P.09 (5.6, 5.7, 5.12), P.10 (5.1)
		2.02 - Impacto en la calidad del agua del río Paraguay debido a la implantación de infraestructura de captación de agua	Negativo	AID	Construcción	Directo	Inmediato	Corto Plazo	Total	Baja	Baja	Baja	Totalmente Mitigable	Baja	P.01 (5.1, 5.2, 5.3, 5.6, 5.8, 5.9, 5.10, 5.12), P.02 (5.1 a 5.4 y 5.7), P.05 (5.2)
	3. Calidad de Aire	3.01 - Impacto en la calidad del aire durante la construcción	Negativo	AID y All	Construcción	Directo	Inmediato	Corto Plazo	Total	Cierta	Baja / Media a Alta	Media / Media a Alta	Totalmente Mitigável	Moderada	P.01 (5.4), P.02 (5.1 a 5.4 y 5.7), P.03 (5.1 a 5.4)
		3.02 - Impacto en la calidad del aire durante la operación	Negativo	AID	Operación	Directo	Corto Plazo	Largo Plazo	Total	Cierta	Media	Media	Medianamente Mitigable	Moderada	tecnologías de control incorporadas al diseño de ingeniería de la Planta, controles de emisiones del grupo generador, P.03 (5.1 a 5.4), P.09 (5.2, 5.9, 5.10)
		3.03 – Reducción de las emisiones de GEI y de la huella de carbono en la producción de H2, NH3 y fertilizantes verdes	Positivo	Difusa	Operación	Indirecto	Largo Plazo	Largo Plazo	Parcial	Cierta	Alta	Alta	Potencialización	Alta	P.02 (5.5), P.03 (5.1 a 5.3), P.09 (5.1, 5.9, 5.10)
Medio Biótico	4. Flora y Vegetación	4.01 - Pérdida de cobertura vegetal y afectación de individuos de flora	Negativo	ADA	Construcción	Directo	Inmediato	Permanente	Irreversible	Cierta	Media	Alta	Poco Mitigable	Alta	P.01 (5.6, 5.12), P.02 (5.1 a 5.4), P.05 (5.5, 5.6), P.07 (monitoreo de Fauna y Flora durante la etapa de construcción y medidas de compensación), P.08 (5.1)
	5. Fauna	5.01 - Pérdida de hábitats de la fauna terrestre	Negativo	AID	Construcción	Directo	Inmediato	Largo Plazo	Irreversible	Cierta	Media	Alta	Poco Mitigable	Alta	P.01 (5.6, 5.12), P.02 (5.1 a 5.4), P.05 (5.5, 5.6), P.07 (monitoreo de Fauna y Flora durante la etapa de construcción y medidas de compensación), P.08 (5.2)
Medio Socioeconómico	6. Empleo y Economía Local	6.01 - Generación de empleos directos e indirectos durante las fases de planificación y des obras	Positivo	Difusa (All y región)	Planificación / Construcción	Directo	Corto Plazo	Corto Plazo	Total	Cierta	Baja	Media	Potencialización	Media	P.02 (5.1 a 5.4), P.03 (5.1 a 5.4), P.05 (5.1 a 5.3)
		6.02 - Generación de empleos directos e indirectos en la fase de operación	Positivo	Difusa (All y región)	Operación	Directo	Inmediato	Largo Plazo	Total	Cierta	Alta	Media	Potencialización	Alta	P.03 (5.1 a 5.3), P.05 (5.1 a 5.4), P.09 (5.1, 5.2)
		6.03 – Dinamización de la economía local en la fase de obras	Positivo	All	Construcción	Indirecto	Inmediato	Corto Plazo	Total	Alta	Baja	Baja	Potencialización	Media	P.01 (5.11), P.02 (5.1 a 5.4), P.03 (5.2)
		6.04 – Desplazamiento físico y/o económico por la adquisición de tierras y establecimiento de servidumbres	Negativo	ADA	Construcción	Directo	Inmediato	Medio a Largo Plazo	Parcial	Cierta	Baja	Moderada	Altamente Mitigable	Baja	P.02 (5.1, 5.4, 5.6), P.03 (5.1 a 5.4)
	7. Infraestructura, Equipamiento Social y Servicios Públicos	7.01 - Apropiación de la capacidad de las carreteras de acceso al proyecto en la fase de obras	Negativo	All	Construcción	Directo	Inmediato	Corto Plazo	Total	Cierta	Media	Media	Altamente Mitigable	Moderada	P.01 (5.10), P.02 (5.1 a 5.4), P.03 (5.1 a 5.4), P.05 (5.2, 5.5, 5.6)
		7.02 - Apropiación de la capacidad de las carreteras de acceso al proyecto en la fase de operación	Negativo	All	Operación	Directo	Inmediato	Largo Plazo	Total	Alta	Alta	Alta	Poco Mitigable	Alta	P.03 (5.1 a 5.4), P.09 (5.1, 5.12), P.12 (5.1 a 5.3)
		7.03 - Apropiación de la capacidad de la Hidrovía Paraguay – Paraná	Negativo	Difusa	Operación	Directo	Corto Plazo	Largo Plazo	Total	Baja	Media	Moderada	Medianamente Mitigable	Baja	P.03 (5.1, 5.3, 5.4), P.09 (5.1, 5.12), P.12 (5.1 a 5.3)
		7.04 - Sobrecarga de los sitios de eliminación de residuos sólidos en la fase de obras	Negativo	All o Difusa	Operación	Indirecto	Corto Plazo	Corto Plazo	Parcial	Baja	Baja	Moderada	Altamente Mitigable	Baja	P.01 (5.8. 5.9), P.02 (5.1 a 5.4), P.05 (5.2, 5.5, 5.6)
		7.05 – Impacto en la circulación de la Ruta Nacional PY19 durante el tendido de los cables de la LT, generalmente de pocas horas	Negativo	All o Difusa	Construcción	Indirecto	Corto Plazo	Corto Plazo	Total	Alta	Baja	Baja	Altamente Mitigable	Baja	P.01 (5.10), P.02 (5.1 a 5.4), P.03 (5.3, 5.4)
	8 - Calidad de Vida de la Población	8.01 - Generación de expectativas	Positivo / Negativo	AID y All	Planificación / Construcción / Operación	Directo	Inmediato	Largo Plazo	Total	Cierta	Alta	Media	Altamente Mitigable	Moderada	P.02 (5.1 a 5.4), P.03 (5.1 a 5.4)
		8.02 - Molestias causadas por las actividades de construcción	Negativo	ADA y All	Construcción	Directo	Inmediato	Corto Plazo	Total	Alta	Media	Moderada	Altamente Mitigable	Baja	P.01 (5.4, 5.5, 5.7, 5.10), P.02 (5.1 a 5.4, 5.7), P.03 (5.1 a 54), P.05 (5.2, 5.5, 5.6)
		8.03 - Molestias por ruido en la fase de operación	Negativo	AID y All	Operación	Indirecto	Inmediato	Largo Plazo, intermitente	Parcial	Baja	Baja	Alta	Totalmente Mitigable	Moderada	medidas de abatimiento de ruido ya incorporadas al diseño de ingeniería de la Planta, mantenimiento de los equipos y maquinaria, P.03 (5.1 a 5.4), P.09 (5.8)
		8.03 - Molestias por olores en la fase de operación	Negativo	AID	Operación	Indirecto	Inmediato	Largo Plazo	Total	Baja	Media	Moderada	Medianamente Mitigable	Baja	P.03 (5.1 a 5.4), P.09 (5.11)
		Riesgos													**Programas y Medidas Ambientales y Sociales Propuestas**
Medio Físico	9. Recursos Hídricos Superficiales y Subterráneos	9.01 – Riesgo de impacto en la calidad de las aguas subterráneas durante la fase de construcción													P.01 (5.1, 5.2, 5.3, 5.6, 5.7, 5.8, 5.9, 5.10, 5.12), P.02 (5.1 a 5.4, 5.7), P.05 (5.2), P.06 (5.1)
	10. Suelo/Relieve	10.01 - Riesgo de contaminación del suelo durante la fase de construcción													P.01 (5.1, 5.2, 5.3, 5.6, 5.7, 5.8, 5.9, 5.10, 5.12), P.02 (5.1 a 5.4), P.05 (5.2), P.06 (5.1)
		10.02 - Riesgo de contaminación del suelo en la fase de operación													P.09 (5.3, 5.4, 5.5, 5.12), P.05 (5.2)
Medio Biótico	11. Flora y Vegetación	11.01 – Riesgo de propagación de especies invasoras													P.01 (5.6), P.02 (5.1 a 5.4), P.07 ((monitoreo de Fauna y Flora durante la etapa de construcción)
	12. Fauna	12.01 – Riesgo de impactos sobre la fauna asociados a la presencia de trabajadores durante la construcción													P.01 (5.6, 5.10), P.02 (5.1 a 5.4), P.05 (5.2, 5.5, 5.6), P.08 (5.2)
Medio Socioeconómico	13. Infraestructura, Equipamiento Social y Servicios Públicos	13.01 – Riesgo de aumento de la demanda de servicios de salud													P.03 (5.4), P.02 (5.1 a 5.4), P.04 (5.1 a 5.7)
	14 – Riesgos de impactos en la Salud y la Seguridad de la Comunidad y de los Trabajadores	14.01 - Riesgos para la salud y la seguridad de los trabajadores durante la construcción													P.01 (5.7, 5.10), P.02 (5.1 a 5.4), P.03 (5.2, 5.3), P.04 (5.1 a 5.7), P.05 (5.2, 5.4, 5.5), P.06 (5.2, 5.3)
		14.02 - Riesgos para la salud y la seguridad de los trabajadores durante la operación													diseño de la Planta realizado teniendo en cuenta mejores tecnologías disponibles (BAT); especificaciones para evitar que se produzcan accidentes en la operación; controles para detectar cualquier funcionamiento anormal de manera temprana; P.05 (5.4), P.09 (5.1, 5.2, 5.12), P.10 (5.1, 5.2, 5.3, 5.4)
		14.03 - Riesgo para la salud y la seguridad de los trabajadores de otras partes interesadas durante la operación (trabajadores del transporte fluvial y terrestre, trabajadores de Terport, otros)													P.03 (5.4), P.09 (5.1, 5.2, 5.12), P.12 (5.1 a 5.3)
		14.04 - Riesgo de para la salud y la seguridad de la comunidad durante la construcción y operación													P.03 (5.1, 5.3, 5.4), P.09 (5.2, 5.12, 5.13), P.12 (5.1 a 5.3)
	15 – Riesgos de impactos en el Patrimonio Arqueológico y Cultural	15.01 - Riesgo de daños al patrimonio arqueológico o cultural durante el movimiento de tierras													P.01 (5.1, 5.6), P.02 (5.1 a 5.4), P.11 (5.1)

Estructura del Plan de Gestión Ambiental y Social

P.01 – Programa de Control Ambiental de la Construcción
5.1. Gestión de las actividades de movimiento de tierras
5.2. Prevención y control de la contaminación del suelo
5.3. Gestión de agua y efluentes
5.4. Control y monitoreo de emisiones atmosféricas
5.5. Control y monitoreo de ruido y vibraciones
5.6. Control de las actividades de supresión de vegetación
5.7. Gestión de las instalaciones temporales/campamento de construcción
5.8. Gestión de residuos sólidos
5.9. Manejo de materiales peligrosos
5.10. Control de tráfico de construcción
5.11. Promoción y desarrollo de proveedores locales
5.12. Recuperación de áreas degradadas por las obras

P.02 - Programa de Gestión Ambiental y Social
5.1. Organización y equipo
5.2. Supervisión de la construcción
5.3. Procedimiento de garantía de conformidad
5.4. Coordinación de programas ambientales y sociales del PGAS
5.5. Gestión de las emisiones de gases de efecto invernadero
5.6. Procedimientos de negociación y adquisición de tierras y establecimiento de servidumbres
5.7. Medidas de monitoreo de calidad ambiental

P.03 - Programa de Participación de las Partes Interesadas
5.1. Identificación y análisis de las partes interesadas
5.2. Consulta pública
5.3. Subprograma de comunicación
5.4. Mecanismo de gestión de quejas, consultas y sugerencias

P.04 - Programa de Salud y Seguridad Laboral
5.1. Preparación del Plan Integral de Salud y Seguridad (PISS)
5.2. Personal para el manejo de salud y seguridad
5.3. Requisitos mínimos para Procedimientos de Trabajo Seguro (PTS)
5.4. Capacitación en seguridad ocupacional
5.5. Supervisión de salud y seguridad
5.6. Gestión de salud del trabajador
5.7. Comité para la prevención de accidentes

P.05 - Programa de Gestión del Trabajo y Condiciones Laborales
5.1. Preparación de una Política de Recursos Humanos
5.2. Contratación y capacitación laboral
5.3. Condiciones de trabajo y de empleo
5.4. Mecanismo de manejo de reclamos de trabajadores
5.5. Código de conducta para los trabajadores
5.6. Educación ambiental y social de trabajadores

P.06 - Programa de Respuesta a Emergencias para la Fase de Construcción
5.1. Plan de Acción de Emergencia en caso de derrame de productos peligrosos
5.2. Plan de Acción de Emergencia para incendios / explosiones
5.3. Plan de Acción de Emergencia para eventos extremos, como tormentas severas y sequías

P.07 – Plan de Acción de Biodiversidad (PAB)
Elaboración del PAB - Programa de Conservación de la Biodiversidad
Monitoreo de la fauna y flora
Compensación ambiental mediante conservación de bosques
Compensación ambiental mediante adquisición de Certificados de Servicios Ambientales
Compensación ambiental por árboles taladas

P.08 - Programa de Prevención de Impactos en la Flora y Fauna
5.1. Rescate de germoplasma
5.2. Ahuyentamiento previo y rescate de fauna durante la fase de construcción

P.09 - Programa de Gestión Ambiental y Social de la Fase Operación
5.1. Supervisión del cumplimiento de medidas ambientales y sociales de la fase de operación
5.2. Capacitación ambiental y social del equipo de operación y mantenimiento (O&M)
5.3. Gestión de residuos sólidos
5.4. Manejo de materiales peligrosos
5.5. Manejo de productos peligrosos
5.6. Monitoreo del efluente tratado
5.7. Monitoreo de la calidad del agua
5.8. Monitoreo de ruido
5.9. Monitoreo de emisiones atmosféricas
5.10. Monitoreo de calidad del aire
5.11. Control de olores
5.12. Supervisión de empresas contratadas
5.13. Mantenimiento de la franja de servidumbre

P.10 - Programa de Respuesta a Emergencias para la Fase de Operación
5.1. Plan de Acción de Emergencia en caso de explosión física en estructuras de la Unidad de síntesis de NH_3, Planta de Electrólisis, tanques de H_2 y NH_3 y compresores de gas de síntesis
5.2. Plan de Acción de Emergencia en caso de incendios en estructuras de la Unidad de síntesis de NH_3, del Edificio de electrólisis, en los tanques de H_2 y NH_3, en los compresores de gas de síntesis, en la Planta de ácido nítrico (AN) y en la Planta de solución de nitrato de amonio (SNA)
5.3. Plan de Acción de Emergencia en caso de fugas de NH_3, HNO_3 o H_4NO_3
5.4. Plan de Acción de Emergencia para eventos extremos, como tormentas severas y sequías

P.11 - Programa de Conservación del Patrimonio Arqueológico y Cultural del ADA
5.1. Acompañamiento arqueológico y procedimiento en caso de hallazgos fortuitos

P.12 - Programa de Gestión del Transporte en la Fase de Operación
5.1. Capacitación de conductores
5.2. Mantenimiento rutinario
5.3. Inspección de las carreteras e implantación de mejoras

6.1.3.1
Medio Físico

1 - Impactos en el Suelo/Relieve

1.01 – Ocurrencia y/o intensificación de procesos erosivos durante la fase de construcción

Acciones impactantes	A.2.02 Movilización de áreas de apoyo a la construcción A.2.03 Remoción de vegetación y limpieza del terreno A.2.04 Implementación / Adecuación de accesos A.2.06 Movimiento de tierras A.2.07 Ejecución de fundaciones A.2.08 Obras civiles A.2.13 Desmovilización de áreas de apoyo A.2.15 Recuperación de las áreas de intervención directa
Componente Impactable	C.1.01 – Suelo / Relieve

Análisis del impacto potencial

La generación o intensificación de procesos erosivos durante las actividades de construcción se asocia con el conjunto de intervenciones sobre la parcela de la Planta de ATOME, además de las áreas de implantación de la LT, de la tubería de provisión de agua y de la infraestructura de captación de agua, y la tubería para vertido de efluentes. En especial, tienen importancia aquellas acciones que involucran la exposición de superficies de suelos y la ejecución de cortes y terraplenes, con el potencial de un mayor impacto en las zonas de transposición de relieves de pendientes más inclinadas y drenajes. También se incluyen en este contexto actividades que de alguna manera concentran el agua de lluvia, especialmente en terrenos desprotegidos y propensos a la erosión. Estas intervenciones incluyen acciones de potencial impacto vinculadas a los servicios de apertura de nuevos caminos, mejoría de los caminos existentes, supresión de vegetación, movimientos de tierra y excavaciones en los frentes de construcción y la formación de pilas de material sobrante temporales.

Como se mencionó en la descripción del Proyecto, la superficie de relleno prevista en el terreno de la Planta es de 255,000 m^2, y la altura del relleno es de 0.6 m. Así, el volumen necesario de material es de 153,000 m^3, incluso con el relleno para el tajamar existente. Se está considerando su obtención en una cantera de ripio preseleccionada y ubicada en Surubi'y, a cerca de 14 km de la Planta de ATOME. Según datos presentados en la **Sección 5.2.7**, se trata de una cantera de conglomerado/ripio habilitada por el VMME-MOPC (n. registro 354).

Además, se prevé la eliminación de la vegetación para apertura de caminos de acceso, en la franja de servicio de la LT y en la servidumbre de las tuberías para provisión de agua y vertido de efluentes. También se prevé excavaciones para la implantación de las fundaciones de las torres de la LT y para implantación subterránea de las tuberías de agua y efluentes.

Para los trabajos de nivelación y compactación de áreas de planta o construcción, corte de terraplenes, construcción de patios, caminos, pavimentos, canales, cimientos, etc., se prevén excavaciones generales de 102,000 m^3 produciendo un material que no puede utilizarse para el relleno porque los análisis del suelo realizados dieron como resultado que el mismo no presenta las condiciones adecuadas. Este material sobrante se acumulará temporalmente en el ADA,

ATOME PLC

hasta que sea enviado para a un área de disposición de material excedente debidamente autorizada y parte puede ser usada para recuperación de áreas naturales.

En ese sentido, el volumen a obtener para préstamo es de 153,000 m^3 y el material excedente es en mínimo 102,000 m^3.

Como segunda opción de material de relleno, además de la cantera de ripio, se considera la obtención de arena por refulado en bancos de sedimentos en el río Paraguay. Si se elige esta opción, se llevarán a cabo los estudios complementarios necesarios y se presentarán al MADES oportunamente junto con la evaluación de posibles impactos y medidas de mitigacion.

En caso de uso del refulado, las arenas podrán ser utilizadas en forma conjunta con el ripio. En este caso habría que aumentar la altura del relleno (en 0.85 m de arena y 0.15 m de lama) y por tanto su volumen.

De todos modos, el cambio en la dinámica de la superficie de la tierra, debido a las intervenciones necesarias de limpieza de los suelos y excavaciones, puede inducir nuevos procesos erosivos o intensificar los existentes.

El área del terreno y a lo largo de la LT y las tuberías de provisión de agua y vertido de efluentes, así como en gran parte del AII, se encuentra en relieve de Llanura Baja, donde la posibilidad de escorrentía concentrada de aguas pluviales es menor, tal y como indican los estudios de diagnóstico ambiental. La frecuencia de observación de los procesos de erosión a lo largo del AII y alrededores es baja, así como sus intensidades.

En estas áreas predominan los Alfisoles con una ligera susceptibilidad a la erosión. Aunque existe cierta susceptibilidad a los procesos erosivos, la baja incisión del drenaje y las bajas pendientes observadas en estos terrenos condicionan poca energía cinética a la escorrentía superficial, lo que implica procesos laminares y en surcos, que son ocasionales y de baja intensidad. Esas zonas, por lo tanto, se consideran de baja sensibilidad a la inducción de procesos erosivos.

Sin embargo, en la ribera del río Paraguay, incluso donde se implementará la infraestructura de captación de agua, estos terrenos de Llanura Baja son interceptados por el proceso de erosión lateral y marginal del río. De esta forma, las actuaciones constructivas también pueden contribuir a la intensificación de los procesos de erosión ya existentes. Pero debido el tamaño de la caseta de bombeo, la erosión es localizada y de corto plazo.

Las pilas de material excedente, especialmente cuando se colocan bajo la lluvia, también pueden provocar impacto. En cualquier caso, se debe dar prioridad a la protección de la superficie del terreno, por lo que se instalarán dispositivos de drenaje para canalizar el agua de lluvia.

Así, se destaca que la intensidad de los procesos erosivos también depende de las condiciones atmosféricas y la distribución estacional de la lluvia. En este contexto, se observa que la región tiene dos máximos anuales. El máximo principal que ocurre a fines de la primavera, que coincide con el aumento de las lluvias frontales y el inicio de las lluvias de verano (entre noviembre y diciembre), y el máximo secundario que ocurre a fines del verano (en abril). Por su vez, el período de sequía se limita a los meses entre junio y septiembre, cuando generalmente llueve menos de 80-90 mm de promedio mensual. Por lo tanto, durante los períodos de mayor

ATOME PLC

precipitación, se debe prestar más atención a la implementación de medidas para prevenir este tipo de impacto.

Medidas de Mitigación

Dadas las condiciones potenciales, se prevén las siguientes medidas en el PGAS para prevenir, controlar y mitigar este impacto:

- **Programa de Control Ambiental de la Construcción:** principalmente medidas de Gestión de las actividades de movimiento de tierras, además de medidas de Gestión de las instalaciones temporales/campamento de construcción, Control de actividades de supresión de vegetación y Recuperación de áreas degradadas por las obras.

- **Programa de Gestión Ambiental y Social:**
  - Supervisión de la Construcción, incluyendo Contratistas y subcontratistas
  - Procedimiento de Garantía de Conformidad
  - Coordinación de Programas Socioambientales del PGSA

Además de las medidas previstas en los Programas mencionados, es importante resaltar que el contratista EPC adoptará las mejores prácticas de gestión para la construcción que se utilizan habitualmente para prevenir o minimizar el potencial temporal de erosión dentro de la obra.

Calificación del impacto resultante

Se trata de un impacto negativo de la fase de construcción, de alcance en el AID (y AII en caso del uso de arena del refulado). Es directo y tiene una probabilidad cierta de ocurrir. Es inmediato y tiene corto plazo de duración (periodo de construcción). Es reversible, de media magnitud a lo largo da LT y en caso de uso exclusivo del ripio como relleno del área de la planta, pero de alta si se decide utilizar arena del refulado, siendo de media importancia. Teniendo en cuenta que se trata de un impacto altamente mitigable, la importancia residual resultó baja.

Calificación del impacto (atributos) **Ocurrencia y/o intensificación de procesos erosivos durante la fase de construcción**			
Naturaleza	Negativo	**Localización y espacialización**	AID (AII)
Etapa de ocurrencia	Construcción	**Incidencia**	Directo
Temporalidad (Inducción)	Inmediato	**Temporalidad (Duración)**	Corto Plazo
Reversibilidad	Reversible	**Probabilidad de ocurrencia**	Cierta
Magnitud e Importancia			
Magnitud	Media		
Importancia	Media		
Mitigabilidad	Altamente Mitigable		
Importancia residual	Baja		

ATOME PLC

1.02 – Aumento de la impermeabilización del suelo y alteración del régimen de drenaje actual

Acciones impactantes	A.2.02 Movilización de áreas de apoyo a la construcción A.2.03 Remoción de vegetación y limpieza del terreno A.2.04 Implementación / Adecuación de accesos A.2.05 Movimiento de tierras A.2.07 Ejecución de fundaciones A.2.08 Obras civiles A.2.09 Montaje A.2.12 Operación de de las instalaciones de apoyo de la construcción A.2.13 Desmovilización de áreas de apoyo A.2.15 Recuperación de las áreas de intervención directa
Componente Impactable	C.1.01 – Suelo / Relieve

Análisis del impacto potencial

La instalación de la Planta representará un aumento de las áreas impermeabilizadas, como se puede apreciar en el *layout* general que se muestra en la **Sección 1.4**. El aumento de la superficie impermeable se dará principalmente en esta área del proyecto, por la pavimentación de accesos, patios, implementación de edificaciones, aparcamientos, plantas de tratamiento, entre otras áreas cubiertas y/o pavimentadas.

El terreno de propiedad de ATOME Paraguay S.A. es de aproximadamente 30 ha, de los cuales se estima que 9.48 ha (31.5%) corresponden a superficies de terreno a ser impermeabilizadas (viales, edificios y losas), 15.14 ha (50.3) corresponden a superficies sin impermeabilizar (ripio y zonas ajardinadas) y 5.47 ha (18.2%) corresponden a superficies con vegetación natural mantener.

Con estas cifras se puede ver que las áreas ocupadas por las instalaciones de la Planta que requieren la impermeabilización del terreno corresponden al 31.5% del ADA, 3% del AID (total de 314 ha) y 0.03% del AII (total de 36,000 ha).

Uno de los principales problemas asociados con la impermeabilización del suelo se refiere a la reducción de las áreas de infiltración, con la consiguiente alteración del equilibrio natural entre la escorrentía superficial y los procesos de percolación del agua en el suelo.

Sin embargo, como se muestra en el diagnóstico (**Sección 5.2.3.2**), los levantamientos de suelo indicaron la presencia de arcillas limosas en la capa inicial, según el perfil geológico del pozo instalado en la parcela de ATOME. En toda el área de la Planta, además del AII, también hay predominio de Alfisoles (**Sección 5.2.6**.), especialmente en las zonas de Llanuras Bajas (entre 60 y 70 m.s.n.m). Estos suelos son reconocidos por tener una permeabilidad restringida, por contener una capa arcillosa por debajo de la superficie del suelo, además de muy baja conductividad hidráulica, lo que restringe el movimiento gravitacional del agua y consecuentemente prolonga el período de saturación.

ATOME PLC

Los estudios realizados en el ADA y en los alrededores de la Planta, en el área del Proyecto de Omega Green, también han evidenciado la presencia de arcillas impermeables en las capas iniciales del suelo. Los ensayos de permeabilidad en campo, en área de Omega Green, también mostraron la impermeabilidad de la capa inicial, especialmente en los casos en que sea muy dura, en los primeros 2.00-3.00 m. Así, se confirmó que las acumulaciones de agua en la superficie ocurren fácilmente después de la precipitación, en el suelo debido a la topografía plana, pero también debido a la formación de un nivel de agua en suspensión, formado encima del extracto arcilloso e impermeable.

De lo anterior, se considera que a pesar de la impermeabilización que promoverá la instalación de la Planta y sus futuras ampliaciones, se estima que esto no redundará en cambios importantes en los procesos de percolación del agua en el suelo, ya que estos ya presentan condiciones naturales de impermeabilidad. En cualquier caso, se debe dar prioridad al mantenimiento de las áreas permeables, en la medida de lo posible.

Además, se debe prestar mayor atención a las descargas concentradas de agua de lluvia recolectada de superficies impermeables en el área de la Planta. Considerando que los estudios realizados en el área del Proyecto de Omega Green también indicaron la ocurrencia de suelos dispersivos en la superficie, y sujetos a la formación de tubificaciones y surcos, se debe tener mayor cuidado en disciplinar el agua captada en áreas impermeables, con liberaciones difusas, para en detrimento de las liberaciones concentradas, con el fin de promover la percolación suave del agua en el suelo y evitar el desencadenamiento de procesos de erosión.

Medidas de Mitigación

Durante la fase de construcción, se requerirá al Contratista EPC el desarrollo de un Plan de Control de la Erosión y los Sedimentos, incluyendo las medidas correspondientes que forman parte del **Programa de Control Ambiental de la Construcción** del PGAS, resaltándose las siguientes:

- Replanteo in situ para minimizar el impacto;
- Minimización de las zonas desbrozadas y estabilización de pendientes;
- Revegetación de las zonas desbrozadas en el menor tiempo posible;
- Control del drenaje;
- Métodos de barrera y captura, se mencionan solo como referencia, los siguientes: cercos de limo, diques de contención, estanques de sedimentos, métodos mecánicos de eliminación de sedimentos (siltbuster, alcantarillas, etc.).

Otros programas ambientales y respectivas medidas que deben aplicarse con el fin de prevenir y mitigar este impacto:

- **Programa de Control Ambiental de la Construcción:** principalmente medidas de gestión de las actividades de movimiento de tierras, además de medidas de gestión de las instalaciones temporales/campamento de construcción, control de actividades de supresión de vegetación y recuperación de áreas degradadas por las obras.

- **Programa de Gestión Ambiental y Social**
  - Supervisión de la Construcción, incluyendo Contratistas y subcontratistas

ATOME PLC

- Procedimiento de Garantía de Conformidad
- Coordinación de Programas Socioambientales del PGSA

Calificación del impacto resultante

Considerando la aplicación de los Programas y medidas anteriores, se considera que este impacto es negativo, de alcance en el AID, de la fase de construcción, con incidencia directa, temporalidad inmediata (inducción) y de larga duración (vida útil de la Planta). Para la etapa de operación, la Planta tendrá sistemas de drenaje con multiples funciones: 1) evitar la contaminación de áreas productivas de las áreas no productivas, 2) evitar la erosión, 3) permitir infiltración de drenaje limpio. Por lo tanto, es reversible (en caso de desmovilización del Proyecto, se retiran las instalaciones y los pavimentos) y de ocurrencia cierta. Su magnitud e importancia son bajas debido a la característica de los suelos locales que son naturalmente impermeables y todas las buenas practicas a ser implementadas por los contratistas durante la etapa de construcción y la red de drenaje durante la etapa de operación. Se trata de un impacto con potencial acumulativo, como se verá en la **Sección 6.1.5**. La importancia residual también es baja, ya que se trata de un impacto altamente mitigable.

Calificación del impacto (atributos) **Aumento de la impermeabilización del suelo y alteración del régimen de drenaje actual**			
Naturaleza	Negativo	**Localización y espacialización**	AID
Etapa de ocurrencia	Construcción	**Incidencia**	Directo
Temporalidad (Inducción)	Inmediato	**Temporalidad (Duración)**	Largo Plazo
Reversibilidad	Reversible	**Probabilidad de ocurrencia**	Cierta
Magnitud e Importancia			
Magnitud	Baja		
Importancia	Baja		
Mitigabilidad	Altamente Mitigable		
Importancia residual	Baja		

2 - Impactos en los Recursos Hídricos Superficiales y Subterráneos

2.01 – Impactos en la calidad del agua del río Paraguay debido a la reducción del caudal y al vertido de los efluentes tratados durante la operación

Acciones impactantes	A.1.03 Estudios de alternativas locacionales y tecnológicas A.3.02 Captación de agua para la Planta A.3.03 Operación y mantenimiento de la planta, de la LT y del sistema de captación de agua y tuberías A.3.05 Controles ambientales durante la operación
Componente Impactable	C.1.02 - Recursos hídricos superficiales y subterráneos

Análisis del impacto potencial

Como se mencionó en la **Sección 2.6.2.1.1**, toda el agua consumida por la planta se obtendrá del Río Paraguay. Solo para el combate y prevención de incendios, el agua a ser utilizada será suministrada a través de un pozo a ser utilizado como fuente secundaria de agua para el sistema.

En la Figura **2.6.2.1.1.a** en la **Sección 2.6.2.1.1**, se someterán a pre-tratamiento 242.70 m^3/h, de los cuales 218.43 m^3/h se destinarán a los usos previstos (agua de servicio, combate de incendios, potabilización y refrigeración) y 24.27 m^3/h serán rechazadas. De los 218.43 m^3/h, 33.5 m^3/h se enviarán a la planta de desmineralización, cuya agua resultante se utilizará en el proceso de producción.

El agua captada del río Paraguay se bombeará y transportará a la Planta a través de una tubería subterránea. Así, asociado a esta demanda de agua, el impacto potencial se refiere a la reducción del caudal del río y al vertido de los efluentes tratados, con posibles cambios en la calidad del agua. Los cuantitativos de este impacto se analizan a lo largo de este texto.

Según mencionado en las **Secciones 2.6.2.2.9** y **2.8.1.6**, los efluentes generados en la operación de la Planta incluyen efluentes del tratamiento de agua, de tratamiento de aguas sanitarias, de separadores de aceite, de la red no oleosa, y de la purga de la torre de refrigeración. Teniendo en cuenta estos tipos de efluentes, el caudal total estimado es de 77.3 m^3/h, el cual es devuelto al río Paraguay, después de ser tratado en la ETAR del Proyecto cumplirá no solo los límites de emisión definidos por la legislación paraguaya, sino que los estándares internacionales de las guías de la CFI. Esto garantizará que este efluente se devuelva al río con una mejor calidad que el agua captada.

Antes de ser vertidos en el río Paraguay, estos efluentes serán tratados en una Estación de Tratamiento de Aguas Residuales (ETAR), ubicada en la Planta, cuyo sistema de tratamiento incluirá dos subsistemas, uno de recogida y ecualización de aguas residuales y otro de acondicionamiento, control y descarga de aguas residuales.

Como se menciona en la descripción del proyecto (**Sección 2.6.2.2.9**), los efluentes de salida procesados en la ETAR cumplirán con los límites de descarga establecidos en la legislación de Paraguay (Resolución 222/02) y en las Guías Generales de Medio Ambiente, Salud y Seguridad (MASS) y las Guías MASS generales y para la Producción de Fertilizantes Nitrogenados de la CFI. Los efluentes serán monitoreados a la salida de la ETAR y su descarga al cauce sólo será posible si cumplen con la legislación paraguaya (Resolución SEAM N° 222/02) y estas guías internacionales, teniendo en cuenta los valores más restrictivos. Como mencionado en la **Tabla 2.6.2.8.b**, habrá instrumentos para medición continua de caudal, temperatura, pH y conductividad, además del monitoreo del un conjunto más amplio de parámetros a ser llevado a cabo con la periodicidad definida en el Programa de Gestión Ambiental y Social de La Fase de Operación, como se verá a continuación.

Los datos expuestos en la **Sección 5.2.2.2.3**, que considera algunas plantas industriales ubicadas en el Distrito de Villeta, señala que todas indican en su RIMA el manejo y/o tratamiento de sus efluentes, con vistas al cumplimiento legal, tales como el Proyecto Omega Green, ubicado en parte del AID del Proyecto ATOME.

En cuanto a la calidad del agua del río Paraguay, los datos mostrados en la **Sección 5.2.2.3** indicaron altos niveles de coliformes totales y fecales, nitrógeno y fósforo totales en todas muestras recolectadas en las dos campañas de muestreo (C1 y C2). Para estos dos últimos parámetros, los valores resultaron siempre por encima de los límites establecidos por la legislación para aguas Clase 2. En cuanto al oxígeno disuelto, los resultados no cumplieron el límite mínimo de 5 mg/L en la campaña de marzo de 2023, periodo de crecida del río Paraguay.

ATOME PLC

También en disconformidad con los padrones de calidad, fue observada presencia de aceites y grasas, alto nivel de color del agua, además de las concentraciones de aluminio, hierro soluble y manganeso. Para los demás parámetros se cumplieron los límites establecidos por la legislación para aguas Clase 2.

Según informado en la **Sección 5.2.2.3**, la aparición de peces muertos en el río en marzo de 2023 llevó al MADES a realizar recogidas y análisis de la calidad del agua durante el mismo período que la recogida realizada para el presente estudio para investigar las causas de la mortandad de peces, y los resultados de los análisis de OD también indicaron valores muy bajos. No es posible precisar las causas exactas de estos valores bajos, pero según los expertos del MADES, pueden ser el resultado de la crecida del río y del calor[1], que aumentan la concentración de materia orgánica en el agua y la demanda de oxígeno.

En muestreos realizados para los estudios de otro Proyecto en la región (Complejo Industrial de Producción de Biocombustibles de Omega Green), realizados en el mismo punto correspondiente al lugar elegido para la captación de agua del Proyecto de ATOME y durante los meses de noviembre de 2021 y mayo de 2022, se verificó las mismas desconformidades en todas las 10 colectas. Además, se observó que los parámetros de Aluminio y Fósforo Total también estuvieron por encima de los límites de la resolución SEAM Nº 222/02 en las 10 colecciones, Color en ocho, Hierro Disuelto en una y DBO_5 en cuatro ocasiones. Cabe señalar que los caudales mínimos medios mensuales del río Paraguay se dan entre los meses de octubre y marzo cuando varían entre 2,701 m^3/s a 2,954 m^3/s, mientras los máximos ocurren entre mayo y junio con un caudal medio mensual que alcanza los 3,851 m^3/s y 4,191 m^3/s, respectivamente.

De lo expuesto, se verifica que el muestreo del Proyecto de Omega Green abarcó un período de bajo caudal entre noviembre y marzo, además del muestreo en período de alto caudal en mayo. En todos los períodos, la calidad del agua del río Paraguay se mostró degradada principalmente por la contaminación orgánica. Se verificaron mayores niveles de conductividad eléctrica, sólidos totales y cloruro en los meses de bajo caudal, por lo que se considera la posibilidad de mejora de la calidad del agua en alto caudal por efecto de la dilución de la polución.

En todo caso, se considera que los efluentes de la Planta no contribuirán a la degradación de la calidad del agua del río Paraguay, ya que se cumplirá con la legislación paraguaya (Resolución SEAM Nº 222/02) y las guías internacionales, además del pequeño volúmen previsto (de 77.3 m^3/h).

Teniendo en cuenta los datos de calidad del agua del río Paraguay, obtenidos tanto para el presente estudio, como para el estudio de Omega Green, la contaminación orgánica es una de las principales preocupaciones, además de aceites y grasas, lo que demanda mayor fiscalización y control en cuanto a las descargas de efluentes domésticos a lo largo del río, así como de posibles fugas de combustible o aceite lubricante de las barcazas que operan en la zona.

En cuanto a la reducción del caudal del río Paraguay, teniendo en cuenta su caudal promedio anual (3,200 m^3/s), el caudal a captar para el Proyecto, de 242.70 m^3/h (0.0674 m^3/s), representa sólo 0.0021% de este total. Teniendo en cuenta el caudal mínimo del río, que es de 2,701 m^3/s, el porcentaje varía ligeramente, pasando a cerca de 0.0025%.

[1] https://www.mades.gov.py/2023/03/12/muestras-de-agua-de-las-zonas-donde-se-denunciaron-mortandad-de-peces-seran-analizadas/

ATOME PLC

Sin embargo, es importante recordar que del caudal total que se extraiga (242.70 m^3/h), 77.30 a 84.20 m^3/h se devolverán al río en forma de efluentes tratados, lo que dará lugar a un balance neto de extracción de 165.4 a 158.5 m^3/h, respectivamente. Estos valores corresponden a 0.0016% o 0.0013% del caudal medio del río y a 0.0019% o 0.0015% de su caudal minimo.

En todo caso, interesa considerar los efectos acumulativos de la reducción del caudal del río Paraguay, especialmente considerando los usos más intensivos. Como se presentó en la **Sección 5.2.2.2.3**, se encontró que para el Distrito de Villeta (período de 2010 a 2014) las mayores captaciones de superficie las realizó el sector industrial, con alrededor del 60.35%, seguido de los usos agrícolas con alrededor del 29.25%.

Aun considerando la extracción total del Distrito de Villeta y el escenario extremo de que todo sería captado del río Paraguay, lo que no es real, se estimó una extracción total de 3.70 m^3/s o alrededor del 0.11% del caudal promedio anual del río Paraguay (3,200 m^3/s).

A su vez, a partir de los datos de algunos RIMAs consultados de plantas industriales proyectadas para el Distrito de Villeta, se verificó que los caudales de captación variaban entre 3.5 m^3/h y 96.88 m^3/h, este último referente al Proyecto Omega Green, mencionado anteriormente. El RIMA de esta planta informa que este caudal de agua es necesario como insumo para el proceso de electrólisis y para la trituradora. Sin embargo, no informa del resto del caudal necesario para otros usos. En cuanto al origen de esta agua, el Informe de Auditoría Ambiental del Proyecto Omega Green afirma que, además de la captación de agua subterránea, se utilizará también agua captada del río Paraguay. Sin embargo, ni este informe, ni el RIMA, informan el caudal a ser captado de cada una de las fuentes. Los otros RIMAs consultados indican que la principal fuente de agua es de pozo subterráneo, además de la red de abastecimiento urbano.

El impacto del Proyecto de ATOME en este tramo del río Paraguay por reducción del caudal debe ser evaluado en relación a la línea de base, considerando las estimaciones actuales de extracciones mencionadas anteriormente, y los datos de calidad resultantes del muestreo para línea base realizado para este estudio y los del proyecto Omega Green. En cuanto al potencial de acumulatividad, éste se avalúa en la **Sección 6.1.5**.

Así, considerando que las Plantas de ATOME y de Omega Green son potencialmente las mayores consumidoras de agua del río Paraguay a lo largo del AII, la suma de sus extracciones resulta en aproximadamente 339.58 m^3/h o 0.0029% del caudal promedio anual del Río Paraguay (3,200 m^3/s) y 0.0035% de su caudal mínimo. Sin embargo, como se ha mencionado anteriormente, una parte de este caudal retornará al río en el mismo punto de captación, en forma de efluentes tratados, reduciendo el impacto. Además, no hay información concreta si o cuando el Proyecto Omega Green será construido.

Por lo tanto, se considera que el potencial de la captación para la Planta de ATOME de concentrar la contaminación del río y provocar la degradación de la calidad del agua es muy bajo, aun considerando otras plantas industriales existentes o previstas para el AII.

Por parte del Proyecto de ATOME se buscará la mejora continua para mantener el nivel de descarga de efluentes dentro de los estándares de calidad de agua requeridos, así como minimizar el consumo de agua, incrementar la reutilización, además de considerar usos alternativos de las aguas subterráneas.

ATOME PLC

Medidas de Mitigación

Las medidas a aplicar para el control y mitigación del impacto son el uso eficiente del agua durante la operación de la Planta, el cumplimiento del límite de caudal a captar a partir del río Paraguay, y el tratamiento de los efluentes según las normas nacionales e internacionales (adoptándose los límites más restrictivos) para devolver un efluente tratado al río con buena calidad. Además de estas medidas, se mencionan las siguientes:

- **Programa de Gestión Ambiental y Social de La Fase de Operación**
  - Mantenimiento de la ETAR para garantizar su rendimiento y la calidad del efluente
  - Supervisión de empresas contratadas

Medidas de Monitoreo

- **Programa de Gestión Ambiental y Social de La Fase de Operación**
  - Monitoreo del efluente tratado
  - Monitoreo de la calidad del agua y volumen del caudal captado

Calificación del impacto resultante

Con la aplicación de todas las medidas previstas, el impacto resultante de la fase de operación es negativo, de incidencia indirecta y con alcance en el AII. Es de probabilidad baja, de ocurrencia inmediata, totalmente reversible. Se considera un impacto de baja magnitud y baja importancia. Corresponde a impacto de potencial acumulativo, como se verá en la **Sección 6.1.5**. Teniendo en cuenta que se trata de un impacto fácil de mitigar, la importancia residual también ha resultado baja.

Calificación del impacto (atributos) **Impactos en la calidad del agua del río Paraguay debido a la reducción del caudal y al vertido de los efluentes tratados**			
Naturaleza	Negativo	**Localización y espacialización**	AID
Etapa de ocurrencia	Operación	**Incidencia**	Indirecta
Temporalidad (Inducción)	Inmediata	**Temporalidad (Duración)**	Largo Plazo
Reversibilidad	Reversible	**Probabilidad de ocurrencia**	Baja
Magnitud e Importancia			
Magnitud	Baja		
Importancia	Baja		
Mitigabilidad	Altamente Mitigable		
Importancia residual	Baja		

ATOME PLC

2.02 – Impacto en la calidad del agua del río Paraguay durante la implantación de infraestructura de captación de agua

Acciones impactantes	A.2.02 Movilización de áreas de apoyo a la construcción A.2.03 Remoción de vegetación y limpieza del terreno A.2.04 Implementación / Adecuación de accesos A.2.06 Movimiento de tierras A.2.07 Ejecución de fundaciones A.2.08 Obras civiles A.2.09 Montaje A.2.13 Desmovilización de áreas de apoyo A.2.15 Recuperación de las áreas de intervención directa
Componente Impactable	C.1.02 - Recursos hídricos superficiales y subterráneos

Análisis del impacto potencial

La implementación de la infraestructura de captación de agua en la ribera del río Paraguay implicará la remoción de vegetación y limpieza de terrenos, excavaciones, ejecución de fundaciones y estructuras de protección de taludes, además de las obras civiles para construcción de la caseta de bombeo. En parte, estas acciones se realizarán en áreas que ya son susceptibles al proceso de erosión lateral y marginal del río. De esta manera, las acciones constructivas también pueden contribuir a la intensificación de los procesos de erosión ya existentes.

Se considera que las estructuras se implantarán en periodos de aguas bajas en el río Paraguay. Por lo tanto, estas acciones tienen el potencial de resultar en la exposición del suelo y provocar cambios en la calidad del agua, principalmente a través de la intensificación de los procesos de erosión y la entrada de sedimentos al agua.

Entre las posibles modificaciones en las propiedades físicas del agua con el consiguiente cambio en la calidad se encuentran las alteraciones en el color, incremento de turbidez y el aumento de la concentración de sólidos totales. Las alteraciones químicas potenciales surgen principalmente del aporte de contaminantes presentes en el sedimento. Como se vio en la **Sección 5.2.2.5**, los análisis de la muestra de sedimentos recogidas en el lugar previsto para la construcción de la estructura de captación de agua mostraron que la mayoría de los parámetros que tienen límites establecidos por la normativa internacional están por debajo de ellos. Sin embargo, el valor del níquel superó el límite de la norma, y el fósforo total, aunque no está limitado por las guías, resultó elevado, lo que indica una probable contaminación por fertilizantes usados en áreas agrícolas circundantes. Los análisis de las muestras de agua recogidas en el mismo lugar también indican esta probable contaminación.

Como se muestra en la **Sección 5.2.2.3**, las muestras de agua analizadas indicaron altos niveles de coliformes totales y fecales, nitrógeno y fósforo totales en los tres puntos muestreados en marzo (C1) y junio (C2) de 2023. Para estos dos últimos parámetros, los valores siempre resultaron por encima de los límites establecidos por la legislación para aguas Clase 2. En cuanto al oxígeno disuelto, los resultados no cumplieron el límite mínimo de 5 mg/L en la campaña de marzo de 2023, periodo de crecida del río Paraguay. También en disconformidad con los padrones de calidad, fue observada presencia de aceites y grasas, alto nivel de color del agua, además de las concentraciones de aluminio, hierro soluble y manganeso. Para los demás

ATOME PLC

parámetros se cumplieron los límites establecidos por la legislación para aguas Clase 2. De esta manera, se observa que las aguas del río Paraguay ya muestran la ocurrencia de parámetros de calidad en desacuerdo con los estándares establecidos, aun teniendo en cuenta sus altos caudales y la correspondiente capacidad de dilución.

Las alteraciones en la calidad del agua, tanto las físicas como las químicas, pueden representar interferencia con el hábitat de las comunidades acuáticas. Es importante señalar que el área de la casa de bombeo es muy pequeña y las actividades de excavación/dragado tendrán una duración de corto plazo. Además, las actividades de construcción aplicarán metodologías/tecnologías de punta para minimizar movilización de sedimentos y procesos de erosión.

Medidas de Mitigación

Dadas estas condiciones potenciales, se prevén las siguientes medidas en el PGAS para prevenir, controlar y mitigar este impacto:

- **Programa de Control Ambiental de la Construcción**
  - Control de las actividades de supresión de vegetación
  - Gestión de las actividades de movimiento de tierras, incluyéndose buenas prácticas para excavación, dragado y control de procesos de erosión
  - Control del tráfico de construcción
  - Gestión de aguas y efluentes
  - Prevención y control de la contaminación del suelo
  - Gestión de residuos sólidos
  - Manejo de materiales peligrosos
  - Recuperación de áreas degradadas por las obras
  - Medidas de monitoreo de calidad ambiental

- **Programa de Gestión Ambiental y Social**
  - Supervisión de la Construcción, incluyendo Contratistas y subcontratistas
  - Procedimiento de Garantía de Conformidad
  - Coordinación de Programas Socioambientales del PGSA

- **Programa de Gestión del Trabajo y Condiciones Laborales**
  - Capacitación Laboral

Calificación del impacto resultante

Este impacto de la fase de construcción tiene una naturaleza negativa, área de influencia pequeña (alcance en el AID, incidencia directa y baja probabilidad de ocurrencia. La inducción es inmediata y la duración es de corto plazo debido al tamaño pequeño de la estructura a ser construida. Tras la finalización de las actividades de implantación de la infraestructura de captación de agua, no hay previsión de que sedimentos y contaminantes asociados lleguen al río. Es un impacto reversible y localizado debido al tamaño de la caseta de bombeo, siendo considerado de magnitud baja e importancia baja. Se trata de un impacto totalmente mitigable y, por tanto, de importancia residual baja.

ATOME PLC

Calificación del impacto (atributos) Impacto en la calidad del agua del río Paraguay debido a la implantación de infraestructura de captación de agua			
Naturaleza	Negativo	**Localización y espacialización**	AID
Etapa de ocurrencia	Construcción	**Incidencia**	Directo
Temporalidad (Inducción)	Inmediato	**Temporalidad (Duración)**	Corto Plazo
Reversibilidad	Reversible	**Probabilidad de ocurrencia**	Baja
Magnitud e Importancia			
Magnitud	Baja		
Importancia	Baja		
Mitigabilidad	Totalmente Mitigable		
Importancia residual	Baja		

3 - Impactos en la Calidad del Aire

3.01 – Impacto en la calidad del aire durante la construcción

Acciones impactantes	A.2.02 Movilización de áreas de apoyo a la construcción A.2.05 Flujos de vehículos, equipos y trabajadores A.2.06 Movimiento de tierras A.2.12 Operación de las instalaciones de apoyo de la construcción A.2.15 Recuperación de las áreas de intervención directa
Componente Impactable	C.1.03 - Calidad del Aire

Análisis del impacto potencial

Este impacto está asociado principalmente a la suspensión de polvo y a las emisiones de contaminantes atmosféricos de fuentes móviles (equipos y vehículos). El primer aspecto resulta de las actividades de limpieza del terreno, excavaciones y movimiento de tierras para la implantación del campamento de construcción, apertura de accesos, excavación para colocación de la tubería subterránea para captación de agua y ejecución de las fundaciones de las estructuras de la Planta y de las torres de la LT, además de la circulación de vehículos por los accesos internos no pavimentados.

Las emisiones atmosféricas de fuentes móviles, a su vez, se derivan del uso de vehículos y equipos (generadores, tractores, retroexcavadoras, etc.) en los frentes de trabajo, en el campamento de construcción y durante el transporte de materiales por las carreteras que se utilizarán para las obras. La combustión de derivados de hidrocarburos en los equipos y vehículos genera emisiones de óxidos de azufre y nitrógeno y de dióxido y monóxido de carbono, determinando potenciales efectos negativos sobre la calidad del aire local. En este caso, el impacto potencial está relacionado con las condiciones de mantenimiento de los equipos y maquinaria que utilizan estos combustibles.

Como se indica en la Acción A.2.05 en la **Sección 6.1.2**, el tráfico de vehículos pesados relacionado con el proyecto se estima en hasta 1 a 8 viajes diarios en autobús para transporte de trabajadores durante el periodo de obras, un total de 5,430 viajes de camión en un periodo de 90 días para transporte de material de relleno, 450 viajes distribuidos en 5 meses para transporte de contenedores con mercancías importadas, además del transporte de cargas sobredimensionadas.

La suspensión de polvo y las emisiones de gases pueden causar molestias a los cuatro o seis residentes de la casa vecina a la Planta, además de posibles daños a la vegetación y fauna.

Como la Ruta Villeta - Alberdi está toda pavimentada a lo largo del tramo entre Villeta y el terreno de la Planta, además de los accesos entre Asunción y Villeta que puedan ser utilizados durante las obras, las molestias a los habitantes de los alrededores de las carreteras a ser utilizadas sólo estarán relacionadas con la emisión de gases de combustión de los vehículos de construcción, pero debido al numero ya existente de vehículos en la carretera comparado con el numero de vehículos associados al proyecto, el impacto del proyecto es pequeño. Es importante comparar el tráfico del Proyecto en relación con el número medio de vehículos diarios que circulan por las carreteras que se van a utilizar durante las obras. En la **Tabla 6.1.3.1.a** que figura a continuación se comparan los desplazamientos que se realizarán durante las obras del Proyecto y el porcentaje que representan en relación con los vehículos equivalentes al día en las dos carreteras a ser utilizadas, según los cálculos que se muestran en las **Tablas 6.1.3.3.a** y **6.1.3.3.b** de la **Sección 6.1.3.3**.

Tabla 6.1.3.1.a
Viajes del proyecto en relación con el tráfico medio en las carreteras

Viajes del Projeto	Vehículos equivalentes al día - Ruta Villeta - Alberdi	% del total	Vehículos equivalentes al día - Acceso Sur	% del total
1 viaje diarios en autobús	48.4	2.1	255.2	0.4
8 viajes diarios en autobús	48.4	16.5	255.2	3.1
6 viajes diarios de camión con material de relleno	178.5 / 376.2	3.4 / 1.6	1,558.9 / 2,149.4	0.4 / 0.2
3 viajes diarios de camión para transporte de contenedores con mercancías importadas	178.5 / 376.2	1.7 / 0.8	1,558.9 / 2,149.4	0.2 / 0.1
1 viaje de carga sobredimensionada cada 4 días entre enero y diciembre de 2025	760	0.3	2,545	0.04

Teniendo en cuenta las cifras anteriores, se observa que el tráfico de vehículos pesados del Proyecto no representa un impacto material en el tráfico de las carreteras que se utilizarán y, por tanto, no deben ser responsables del deterioro de la calidad del aire debido a las emisiones de gases de combustión.

También a la vista de las cifras mencionadas, tampoco se considera que este tráfico incremental del Proyecto pueda representar una molestia para los residentes de los asentamientos Sol Naciente y Don Bosco, que están a los márgenes de la Ruta Villeta – Nueva Italia, que es paralela y próxima (220 m) a la Ruta Villeta Alberdi.

Medidas de Mitigación

Las medidas dirigidas a la prevención y mitigación de este impacto están en el **Programa de Control Ambiental de la Construcción**, destacándose los procedimientos de control de las emisiones de polvo, incluyendo humectación del suelo para minimizar las emisiones durante la época de sequía, y emisiones de gases de combustión de los vehículos y equipos de

ATOME PLC

construcción, exigibles en cada frente de trabajo o actividad, el mantenimiento de los vehículos y equipos. También de este Programa se aplican las medidas de control ambiental para las actividades de supresión de vegetación, con la prohibición del uso del fuego, así como procedimientos para optimizar los trabajos y minimizar el uso de maquinaria y equipos y, en consecuencia, las emisiones atmosféricas y la gestión de las instalaciones temporales/campamento de construcción, que prevé el mantenimiento de los generadores de emergencia. Además, se menciona que será un requisito del contracto con los EPCistas que sólo se permitirá la entrada en la Planta a los vehículos y equipos pesados que estén en buenas condiciones de funcionamiento, lo que también contribuirá para evitar pequeños vertidos y garantizar que las emisiones de combustión de los equipos y vehículos estén dentro de los limites establecidos por normas.

También se menciona la Supervisión de la Construcción y las Medidas de Monitoreo de Calidad Ambiental a ser implementadas por ATOME como parte del **Programa de Gestión Ambiental y Social** y las medidas del **Programa de Participación de las Partes Interesadas**, principalmente la comunicación con los posibles afectados y el Mecanismo de gestión de quejas, reclamos e inquietudes.

Medidas de Monitoreo

Programa de Control Ambiental de la Construcción

- Monitoreo visual de emisiones (escala Ringelmann) de los vehículos y maquinaria de construcción
- Monitoreo de emisiones atmosféricas de fuentes fijas

Calificación del impacto resultante

Este impacto negativo de la fase de construcción tiene alcance en el ADA/AID (y puede molestar a los cuatro trabajadores en la propiedad vecina) y se extiende al AII por incluir las carreteras de acceso. Es directo, de inducción inmediata y de corto plazo de duración. Es reversible y de ocurrencia cierta. La magnitud es baja y la importancia es media, pero para los residentes de la vivienda vecina se consideran de media a alta. Se trata de un impacto altamente mitigable, que ha resultado en una importancia residual moderada.

Calificación del impacto (atributos) **Impacto en la calidad del aire durante la construcción**			
Naturaleza	Negativo	**Localización y espacialización**	AID y AII
Etapa de ocurrencia	Construcción	**Incidencia**	Directo
Temporalidad (Inducción)	Inmediato	**Temporalidad (Duración)**	Corto Plazo
Reversibilidad	Reversible	**Probabilidad de ocurrencia**	Cierta
Magnitud e Importancia			
Magnitud	Baja y de Media a Alta para los residentes de la casa vecina		
Importancia	Media y de Media a Alta para los residentes de la casa vecina		
Mitigabilidad	Totalmente Mitigable		
Importancia residual	Moderada para los trabajadores de la propiedad vecina		

ATOME PLC

3.02 – Impacto en la calidad del aire durante la operación

Acciones impactantes	A.1.03 Estudios de alternativas locacionales y tecnológicas A.3.03 Operación y mantenimiento de la planta, de la LT y del sistema de captación de agua y tuberías A.3.05 Controles ambientales durante la operación
Componente Impactable	C.1.03 - Calidad del Aire

Análisis del impacto potencial

Durante la operación de la Planta, se emitirán gases a la atmósfera. Para evaluar el impacto de las emisiones atmosféricas de la operación de la Planta en la calidad del aire y cumplimiento con estándares nacionales e internacionales, se realizó un estudio de dispersión atmosférica considerando las emisiones de gases fijas preliminares previstos para la Planta, las condiciones meteorológicas y los datos de línea de base de calidad del aire. Para el estudio se utilizó el modelo de dispersión de pluma gausseana AERMOD (software AERMOD View versión 12.0.0 de Lakes Environmental. El informe completo del estudio de dispersión se presenta en el **Anexo 4**. Es importante señalar que el modelo de dispersión atmosférica se ha realizado utilizando datos preliminares, ya que el diseño no se ha finalizado. Se espera que se realice un nuevo AERMOD con los datos de ingeniería definitivos y las garantías de emisiones atmosféricas.

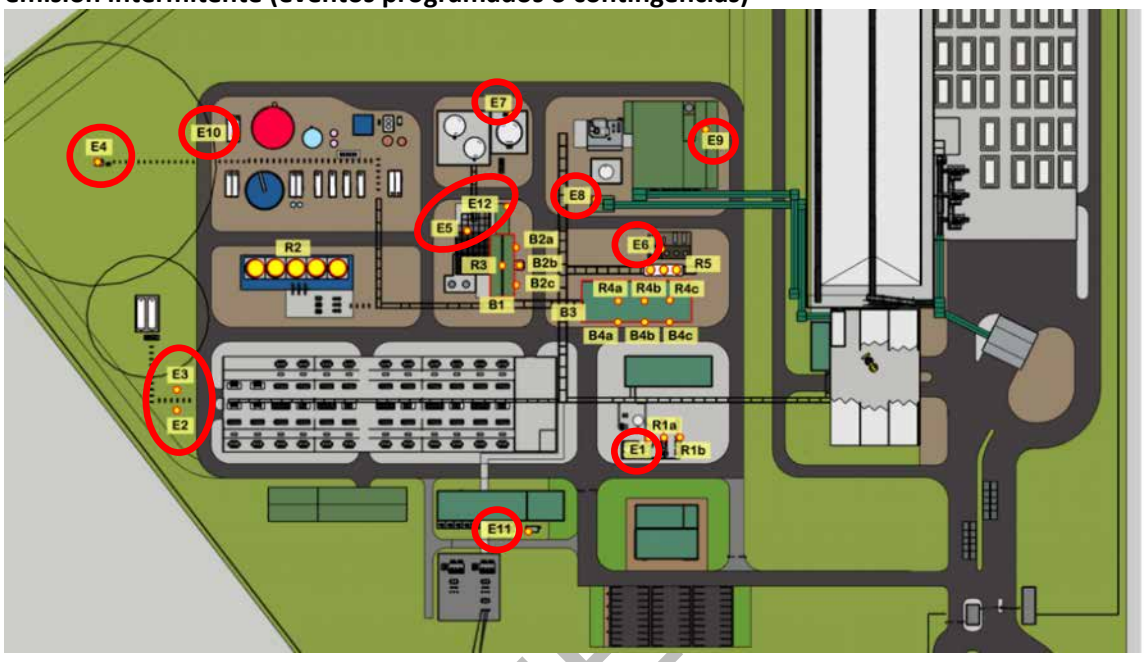
A continuación, se enumeran los puntos de la Planta en los que se emitirán gases, que se indican en la **Figura 6.1.3.1.a**.

E1 – Salida de aire enriquecido con O_2 en la USA
E2 - Venteo de O_2 en la Planta de H_2
E3 - Venteo de H_2 en la Planta de H_2 (intermitente)
E4 - Antorcha principal de NH_3
E5 - Descarga de la Planta de ácido nítrico (AN) tras mitigación
E6 - Venteo de gas proceso de la Unidad de Síntesis de NH_3
E7 - Antorcha secundaria de NH_3
E8 – Salida de polvo de la planta de molienda
E9 - Salida de polvo de la planta de granulación
E10 - Chimenea de escape del generador diésel del sistema contraincendios
E11 - Chimenea de escape del generador de emergencia
E12 - Chimenea de escape de la caldera auxiliar de la Planta de AN

Según información de la ingeniería, una parte de los gases emitidos de forma continua (i.e., H_2, N_2, H_2O, O_2 y Argón) no son contaminantes, considerando que el aire atmosférico está compuesto por 78% N2, 20.9% O_2, 0.96% Argon, 0.014% CO_2 y H_2O (en forma de vapor de agua), adicionalmente, contiene trazas de gases como el neon, helio, metano y kripton. Además, algunas emisiones serán puntuales e intermitentes. Sin, embargo, hay algunas emisiones de la Planta que, a pesar de su pequeño volumen, son gases contaminantes a ser emitidos de forma continua y por lo tanto requieren un mayor control y demostración de cumplimiento de los estándares. Es el caso de las emisiones previstas en las Antorchas principal y secundaria de NH_3 (E4 y E7), en la Descarga de la Planta de ácido nítrico (AN) tras mitigación (E5), en la Salida de polvo de la planta de molienda (E8) y en la Salida de polvo de la planta de granulación (E9).

ATOME PLC

Figura 6.1.3.1.a
Ubicación de los equipos con emisiones atmosféricas en la operación. E1 al E3, E6: Gases no contaminantes; E4, E5, E7, E8 y E9: Fuentes de emisión continua; E10, E11, E12: Fuentes de emisión intermitente (eventos programados o contingencias)



La **Tabla 6.1.3.1.b** a continuación, extraída del informe del **Anexo 4**, muestra las características de estas 5 fuentes fijas del Proyecto y las tasas de emisión de cada contaminante atmosférico.

Las emisiones de estas 5 fuentes se modelizaron utilizando el modelo AERMOD versión 12.0 ya mencionado al principio de esta sección, y las principales conclusiones se describen a continuación.

Como resultados de la modelización de dispersión se obtuvieron los valores máximos para cada uno de los contaminantes atmosféricos en situación de funcionamiento en régimen, los cuales fueron sumados a los resultados de las concentraciones medidas en el campo para la línea base. Los resultados se muestran en la **Tabla 6.1.3.1.c** a continuación, comparados a los límites de la Resolución N° 259/15 y con los estándares de las Guías de la CFI (que son los mismos de la Organización Mundial de la Salud - OMS).

En la secuencia a las Tablas se presentan las **Figuras 6.1.3.1.b** a **6.1.3.1.f** con los mapas de isoconcentración producto del funcionamiento de la Planta en condiciones de régimen para los períodos de 1, 8 y 24 horas, así como para el período anual.

ATOME

Tabla 6.1.3.1.b
Datos de emisiones y escapes de fuentes estacionarias proporcionados por el Proyecto

		Funcionamiento continuo (en régimen) – operación normal				
		E4 - Antorcha principal de NH_3	E5 - Descarga de la Planta de AN tras mitigación	E7 - Antorcha secundaria de NH_3	E8 - Salida de polvo de la planta de molienda	E9 - Salida de polvo de la planta de granulación
Características del emisor	Cota salida de chimenea por sobre nivel de suelo (m)	16	59,2	16	15	72
	Diámetro interno (m)	0.61	0.95	0.61	0.8	3.3
Características de la emisión	Flujo de la emisión (Nm^3/h)	98	58,212	98	17,000	220,000
	Temperatura de salida (°K)	1,173	433	1,173	358	323
Tasas de emisión (g/s)	Material particulado (PM_{10})	-	-	-	PM_{10}: 0.175	3.06
	Material particulado ($PM_{2.5}$)	-	-	-	$PM_{2.5}$: 0.061	-
	Óxidos de nitrógeno (NO_2)	0.0028	0.33	0.0028	-	-
	Monóxido de Carbono (CO)	0.0153	-	0.0153	-	-
	Amoníaco (NH_3)	-	0.061	-	-	3.06

ATOME PLC

Tabla 6.1.3.1.c
Resultados obtenidos en la modelización durante funcionamiento en régimen y comparación con la normativa de referencia

Parámetro	Período	Resultados modelación (µg/m³)	Línea de base (µg/m³)	Resultados modelación + línea de base (µg/m³)	Resolución Paraguay N° 259/15 (µg/m³)	Guía IFC (OMS 2021) (µg/m³)
CO	1 h	21.2	768[1]	789.2	-	35,000
	8 h	7.7	400	407.7	10,000	10,000
	24 h	3.1	400	403.1	-	4,000[2]
NO_2	1 h	3.5	3.8	7.3	200	200
	24 h	0.6	2.7	3.3	-	25[2]
	Anual	0.05	Sin dato	Sin calcular por falta de valor de línea de base	40	10
PM_{10}	24 h	8.1	15	23.1	150	-
	24 h – percentil 99. 4to día mayor concent[2]	5.5		20.5	-	45[2]
	Anual	1.1	Sin dato	Sin calcular por falta de valor de línea de base	-	15
$PM_{2,5}$	24 h	4.2	10	14.2	30	-
	24 h – percentil 99. 4to día mayor concent[2]	3.5		13.5	-	15[2]
	Anual	0.7	Sin dato	Sin calcular por falta de valor de línea de base	15	5
NH_3	1 h	11	Sin dato	Sin calcular por falta de valor de línea de base	-	-

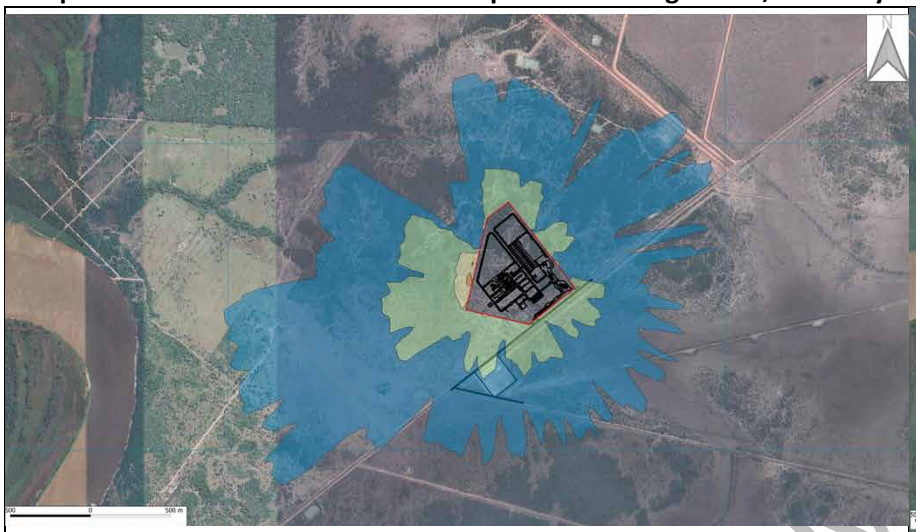
[1] Concentración máxima medida en 10 minutos

[2] Percentil 99 (es decir, 3-4 días de superación por año).

Fuente: Informe de la Modelación de calidad de aire. CSI Ingenieros (2023) (**Anexo 4**).

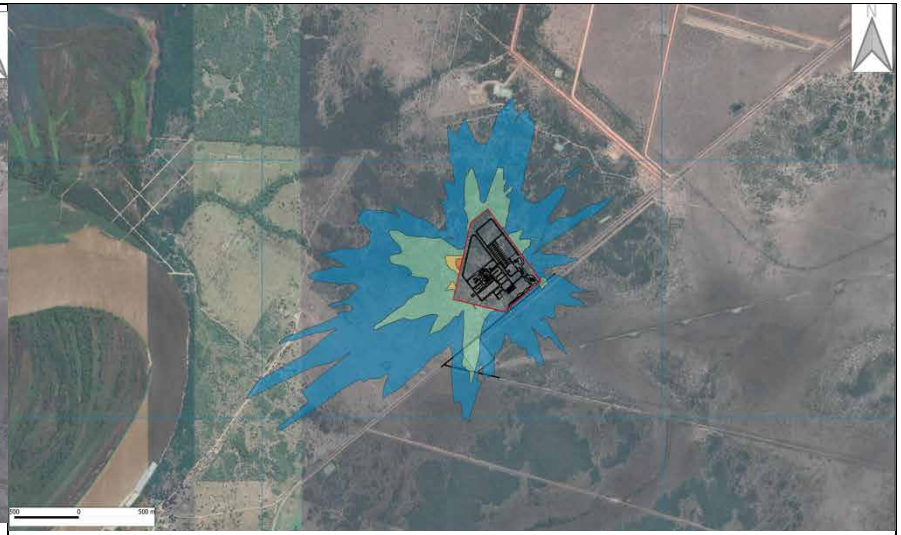
ATOME PLC

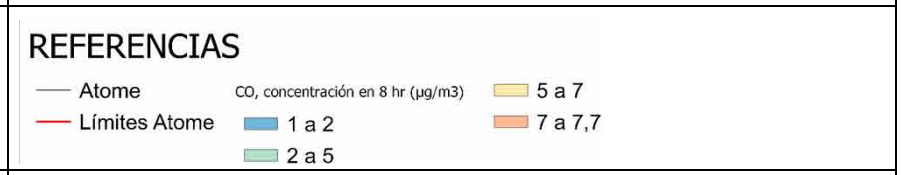
Figura 6.1.3.1.b
Mapa de isoconcentraciónes de CO – operación en régimen 1, 8 horas y 24 horas





Operación en régimen – 1 hora

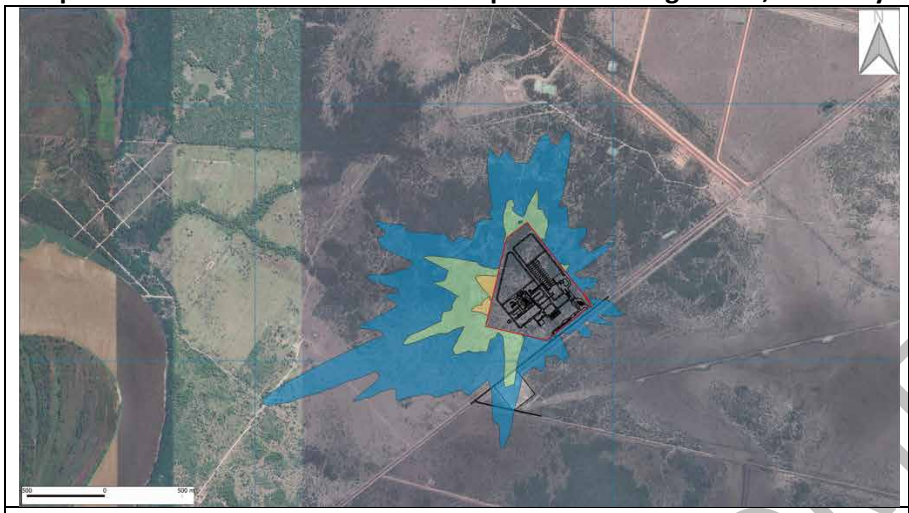




Operación en régimen – 8 horas

ATOME

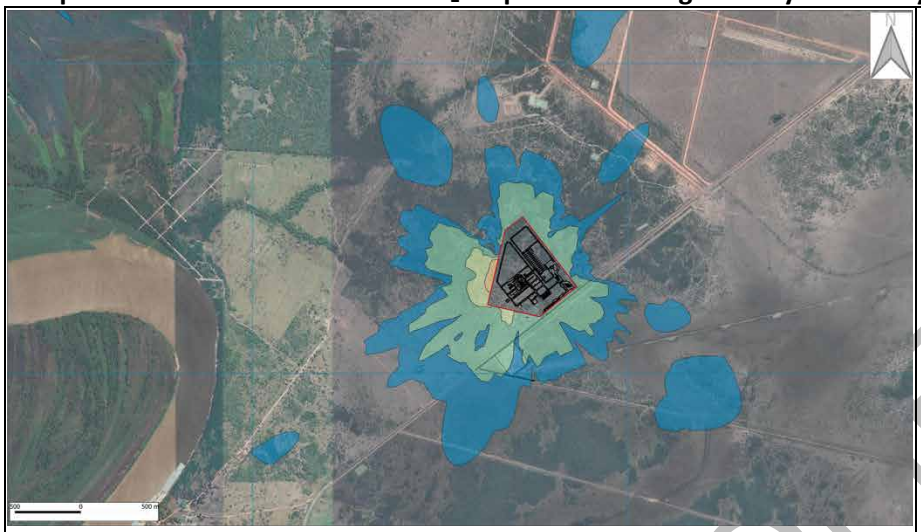
Figura 6.1.3.1.b
Mapa de isoconcentraciónes de CO – operación en régimen 1, 8 horas y 24 horas



Operación en régimen – 24 horas

ATOME PLC

Figura 6.1.3.1.c
Mapa de isoconcentraciónes de NO_2 – operación en régimen 1 y 24 horas y anual

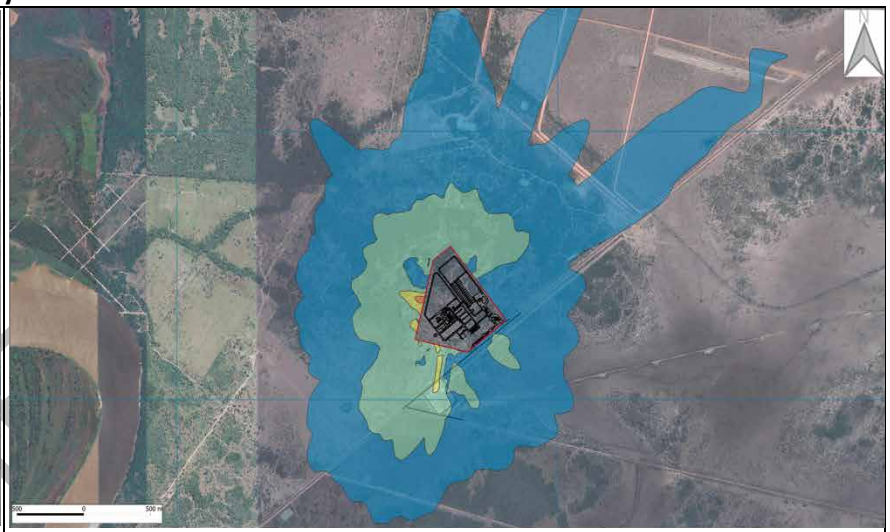


REFERENCIAS

Atome
Límites Atome

NO2, concentración en 1 h (µg/m3)
0,7 a 1
1 a 2
2 a 3
3 a 3,5

Operación en régimen – 1 hora



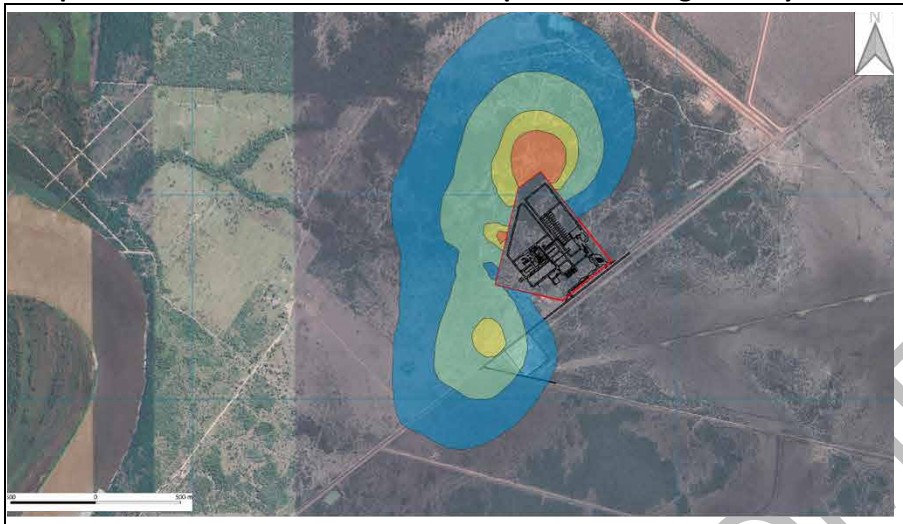
REFERENCIAS

Atome
Límites Atome

NO2, concentración en 24 hr (µg/m3)
0,1 a 0,2
0,2 a 0,3
0,30 a 0,45
0,45 a 0,55

Operación en régimen – 24 horas

Figura 6.1.3.1.c
Mapa de isoconcentraciónes de NO_2 – operación en régimen 1 y 24 horas y anual



REFERENCIAS

Atome

Límites Atome

NO2, concentración Anual (µg/m3)

0,02 a 0,03

0,03 a 0,04

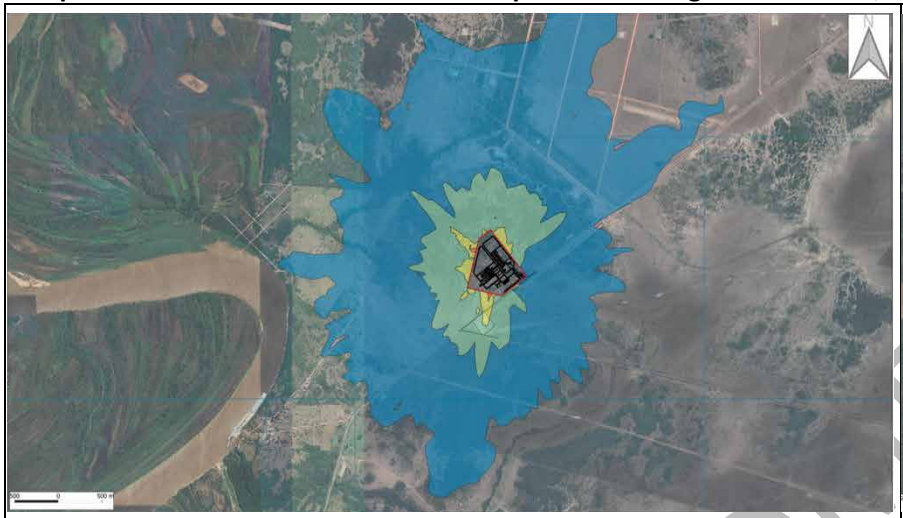
0,04 a 0,045

0,045 a 0,05

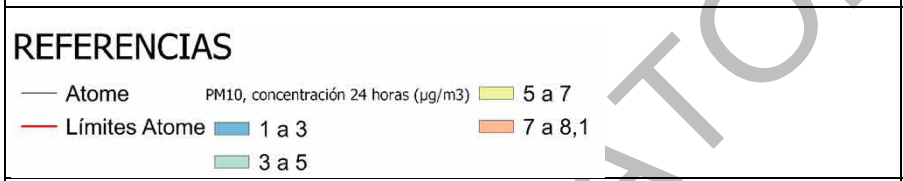
Operación en régimen – Anual

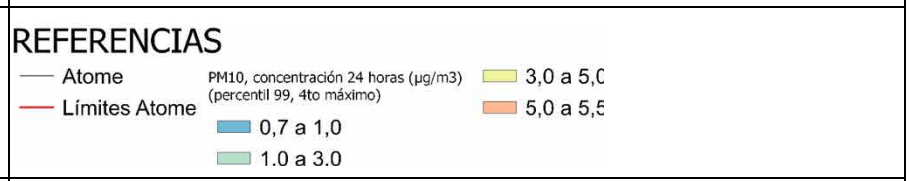
ATOME PLC

Figura 6.1.3.1.d
Mapa de isoconcentraciónes de PM_{10} – operación en régimen 24 horas, 24 horas percentil 99* y anual









Operación en régimen – 24 horas	Operación en régimen – 24 horas percentil 99, 4to máximo

ATOME

Figura 6.1.3.1.d

Mapa de isoconcentraciónes de PM_{10} – operación en régimen 24 horas, 24 horas percentil 99* y anual



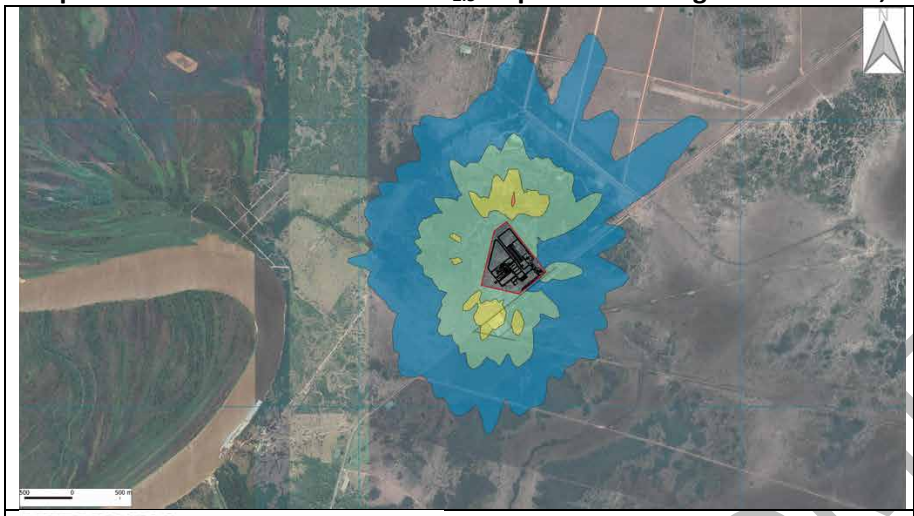
Operación en régimen – Anual

* percentil 99 – corresponde al 4to día de mayor concentración (la guía de la CFI establece que el máximo valor de calidad objetivo esperable corresponde al percentil 99, lo que implica que puede ser superado en 3 a 4 días al año

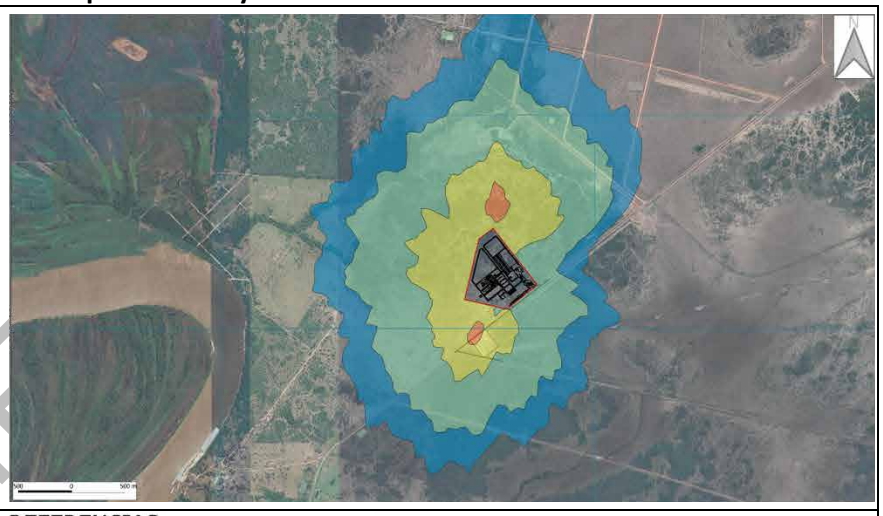
ATOME PLC

Figura 6.1.3.1.e

Mapa de isoconcentraciónes de $PM_{2.5}$ – operación en régimen 24 horas, 24 horas percentil 99 y anual



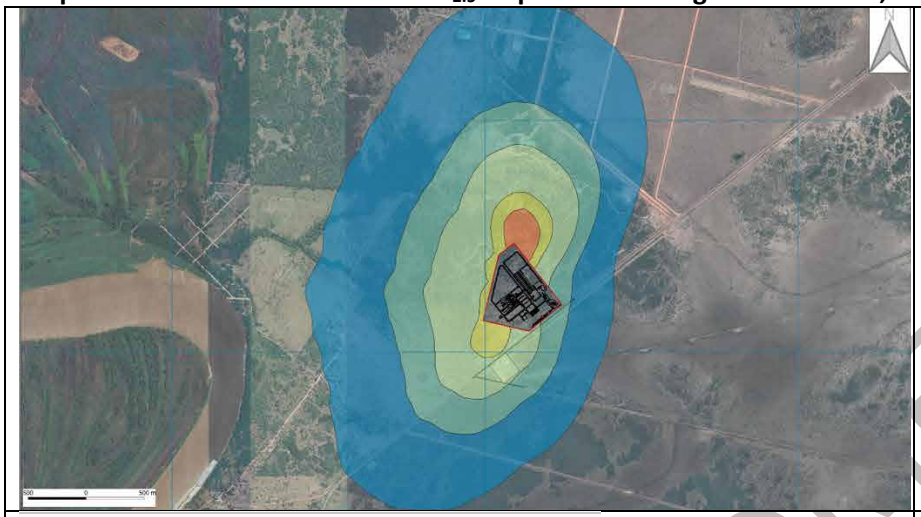
Operación en régimen – 24 horas

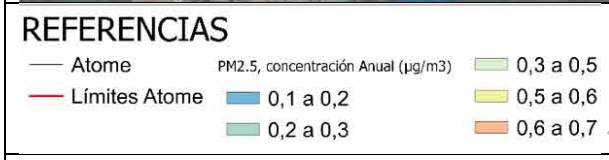


Operación en régimen – 24 horas percentil 99, 4to máximo

ATOME

Figura 6.1.3.1.e
Mapa de isoconcentraciónes de $PM_{2.5}$ – operación en régimen 24 horas, 24 horas percentil 99 y anual

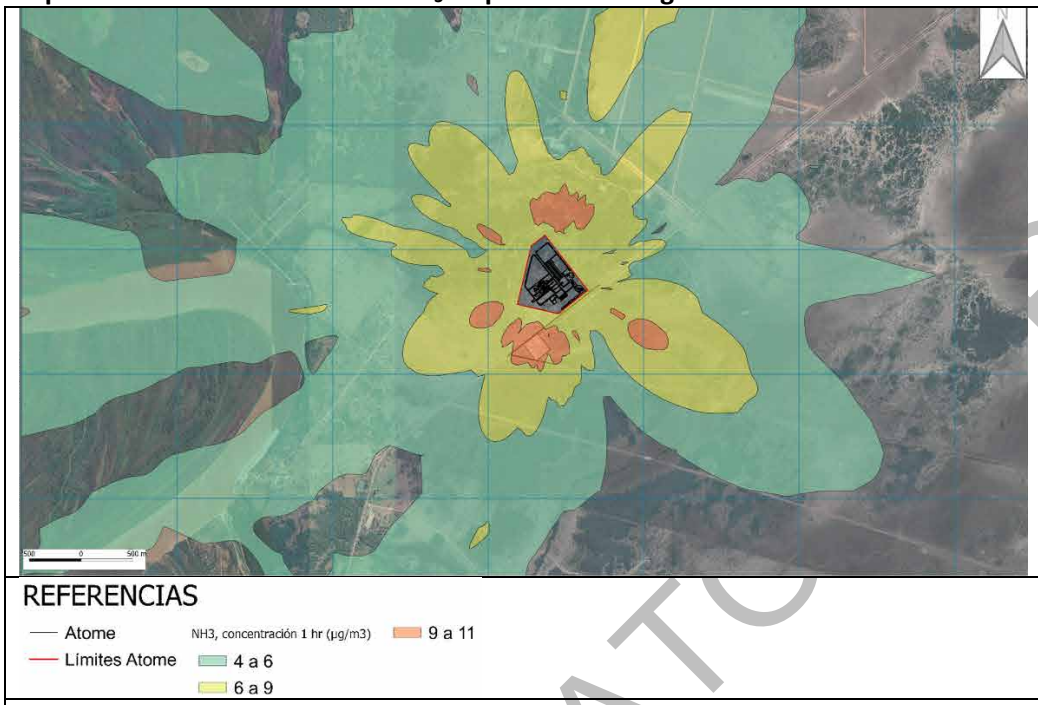




Operación en régimen – Anual

ATOME PLC

Figura 6.1.3.1.f
Mapa de isoconcentraciónes de NH_3 – operación en régimen 1 hora



Operación en régimen – 1 hora

ATOME PLC

Como muestran las Figuras anteriores y los resultados de la **Tabla 6.1.3.1.c**, con respecto al parámetro CO, el incremento que generará el proyecto será muy reducido en comparación con la línea de base, y las concentraciones esperadas en el escenario futuro (proyecto + línea de base) presentan valores sensiblemente inferiores a los límites de la Resolución N° 259/15 y de la Guía de la CFI.

Con respecto al NO_2, tanto el aporte del Proyecto como la situación actual (línea de base) presentan valores bajos en períodos de 1 y 24 horas, por lo que no se prevé superación de los valores de calidad objetivo en la situación futura. Tampoco se prevé la superación del valor de calidad objetivo anual debido a que el aporte incremental de Proyecto será muy bajo.

Con respecto a la emisión de material particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$), el aporte incremental del Proyecto es bajo, tanto para el período diario como anual. La situación futura (línea de base + proyecto operando) cumplen con los valores de calidad objetivo de la normativa paraguaya y la Guía de la CFI. Con respecto a los valores de concentración anual de PM_{10} y $PM_{2.5}$, al no contar con la caracterización de la situación actual (línea de base) no se puede predecir el nivel de cumplimiento de la situación futura. No obstante lo anterior, sería razonable suponer que no se generará una superación de los valores anuales previstos en la normativa paraguaya y guías de referencia, debido al acotado aporte incremental que se prevé que genere el proyecto.

Con respecto a la emisión de amoníaco (NH_3), el Proyecto prevé una emisión de baja magnitud durante la operación en régimen. La máxima concentración horaria prevista es sensiblemente inferior al valor guia de 1,400 µg/m^3 establecido por la Autoridad Ambiental de Alberta, Canadá, que se utiliza como referencia em este caso.

Por el expuesto, no se prevé una afectación a la calidad del aire futura producto del funcionamiento en régimen del Proyecto (funcionamiento continuo bajo condiciones normales de operación).

Para casos de emisiones no rutinarias, se considerarán medidas de mitigación que incluyen la comunicación a los vecinos sobre estas emisiones y se destacará e incentivará el uso del mecanismo de atención de quejas.

Basándose en los mapas de isoconcentración presentados en las **Figuras 6.1.3.1.b** a **6.1.3.1.f** y en la ubicación de la casa vecina a la futura Planta, se estimaron las concentraciones de contaminantes cerca de la vivienda más cercana durante la operación en régimen. Los valores estimados se muestran en la **Tabla 6.1.3.1.d**, además de la suma de los mismos con los resultados de la línea base. Como puede verse, todos los valores cumplen los límites de la Resolución N° 259/15. En cuanto a la Guía de la CFI, casi todos los límites establecidos son cumplidos. Solo para el $PM_{2.5}$ se supera en 2.3 µg/m^3 el valor guía, pero se cumple la cuarta meta intermedia Por esta razón, se destaca nuevamente que el proyecto preverá medidas de mitigación adicionales para reducir las emisiones de $PM_{2.5}$ y PM_{10}.

ATOME PLC

Tabla 6.1.3.1.d
Suma de las concentraciones calculadas y medidas en el emplazamiento de la casa vecina

Parámetro	Período	Resultados modelación (µg/m³)	Línea de base (µg/m³)	Suma (µg/m³)	Res. N° 259/15 (µg/m³)	Guía IFC (OMS 2021) (µg/m³)	% de la suma (valor más alto) en relación con el límite más restrictivo
CO	1 h	7 a 15	768[1]	775 - 783	-	35,000	2.2
	8 h	2 a 5	400	402 – 405	10,000	10,000	4.0
	24 h	0.5 a 1	400	400.5 – 401	-	4,000[2]	10.0
NO_2	1 h	1 a 2	3.8	4.8 a 5.8	200	200	2.9
	24 h	0.2 a 0.3	2.7	2.9 a 3	-	25[2]	12
	Anual	0.05	Sin dato	Sin calcular por falta de valor de línea de base*	40	10	-
PM_{10}	24 h	7 a 8.1	15	22 a 23.1	150	-	15.4
	24 h – percentil 99. 4to día mayor concent[2]	3 a 5		18 a 20	-	45[2]	44.4
	Anual	0.6 a 1	Sin dato	SC	-	15	5.3
$PM_{2,5}$	24 h	2 a 3	10	12 a 13	30	-	43.3
	24 h – percentil 99. 4to día mayor concent[2]	2 a 3		12 a 13	-	15[2] (guía)	86.6
	Anual	0.3 a 0.5	Sin dato	SC	15	5	-
NH_3	1 h	6 a 9	Sin dato	SC	-	-	-

*SC: sin calcular por falta de valor de línea de base.

[1] Concentración máxima medida en 10 minutos

[2] Percentil 99 (es decir, 3 a 4 días de superación por año)

ATOME PLC

Medidas de Mitigación

Cabe mencionar que las chimeneas serán diseñadas para cumplir los requisitos de rendimiento ambiental relacionados con la capacidad de quema de humos, los límites de opacidad, y la concentración de contaminantes a nivel del suelo permitida en relación con la legislación ambiental de Paraguay. Además de las tecnologías de control incorporadas al diseño de la chimenea, las **Tablas 2.3.2.1.2.a** y **2.3.2.2.2.a** también mencionan acciones tomadas en el diseño de la Unidad de Síntesis NH_3 y de la Planta de Acido Nitrico para mitigar el impacto en la calidad del aire en la operación de la Planta, las cuales se menciona a continuación:

- Unidad de Síntesis NH_3:
  - elección del catalizador AMOMAX-Casale;
  - producción de amoniaco a partir de hidrógeno electrolítico;
  - reutilización de los condensados provenientes de lavadores de gases, purgas y tanques flash en procesos dentro de la planta de amoniaco y/o planta de AN, en un circuito cerrado;
  - implementación de un sistema de control avanzado del proceso;
  - uso de intercambiadores de calor indirectos en el reactor de síntesis de amoniaco.

- Planta de AN:
  - instalación de filtros en corriente de aire y amoniaco liquido/vapor para eliminar impurezas de materia prima;
  - instalación de mezclador estático aire-amoniaco para evitar exceso de amoníaco en el quemador y sobrecalentamiento del catalizador;
  - control de la distribución de la mezcla aire-amoniaco, velocidad, tiempo de contacto y temperatura de oxidación en el el catalizador;
  - monitoreos de niveles de N_2O en el gas de cola;
  - optimización de NH_3/aire y de condiciones de presión y temperatura en la oxidación;
  - uso de Sistema de abatimiento compuesto por catalizadores de Fe y zeolita a la salida de los gases de cola.

El mantenimiento de los equipos y maquinaria a ser realizado por los trabajadores de O&M de la Planta está incluido como parte del **Programa de Gestión Ambiental y Social de la Fase Operación**.

Cabe mencionar también el Mecanismo de Manejo de Reclamos del **Programa de Participación de las Partes Interesadas**, a través del cual serán recibidas eventuales quejas de la población relacionadas con un empeoramiento de la calidad del aire vinculado al Proyecto, lo que podrá exigir la intensificación del monitoreo y la proposición de medidas complementarias de mitigación y atenuación.

Medidas de Monitoreo

Programa de Gestión Ambiental y Social de la Fase Operación

- Monitoreo de calidad del aire y monitoreo de emisiones atmosféricas de las chimeneas

ATOME PLC

Calificación del impacto resultante

Considerando la correcta implementación de las tecnologías de control para minimizar/controlar las emisiones, el impacto en la calidad del aire se califica como negativo, de ocurrencia de la fase de operación, y de alcance en el AID. Es directo, de inducción de corto plazo después del inicio de la operación, y de larga duración. Es mitigable y cierto. La magnitud y la importancia son medias. Se trata de un impacto con potencial efecto acumulativo, como se verá en la **Sección 6.1.5.** Teniendo en cuenta que es un impacto medianamente mitigable, la importancia residual se considera moderada. Como ya se ha mencionado, se trata de resultados preliminares, ya que el diseño aun no está finalizado. A medida que avance la ingeniería, se incorporarán al proyecto cambios adicionales en el diseño y las tecnologías de control para garantizar el cumplimiento de las normas nacionales e internacionales.

Calificación del impacto (atributos) **Impacto en la calidad del aire durante la operación**			
Naturaleza	Negativo	**Localización y espacialización**	AID
Etapa de ocurrencia	Operación	**Incidencia**	Directo
Temporalidad (Inducción)	Corto Plazo	**Temporalidad (Duración)**	Largo Plazo
Reversibilidad	Parcialmente reversible	**Probabilidad de ocurrencia**	Cierto
Magnitud e Importancia			
Magnitud	Media		
Importancia	Media		
Mitigabilidad	Medianamente Mitigable		
Importancia residual	Moderada		

3.03 – Reducción de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y de la huella de carbono en la producción de H_2, NH_3 y fertilizantes verdes

Acciones impactantes	A.1.03 Estudios de alternativas locacionales y tecnológicas A.3.03 Operación y mantenimiento de la planta, de la LT y del sistema de captación de agua y tuberías A.3.05 Controles ambientales durante la operación
Componente Impactable	C.1.03 – Clima y Calidad del Aire

Análisis del impacto potencial

El 70% de amoníaco producido mundialmente se utiliza principalmente en la producción de fertilizantes, así como para la refinería y el sector industrial. Siendo el amoníaco el segundo químico más producido en el mundo[2], alrededor de 200 Mt/año[3], y como el 95% del hidrógeno como materia prima se deriva de combustibles fósiles - representando aproximadamente el 2% del uso mundial de combustibles fósiles - la producción de amoníaco es responsable de la emisión de 420 Mt/año de CO_2-eq. Este valor es el 20% del consumo de energía del sector químico en general y alrededor del 35% de las emisiones del sector. En comparación con el sector energético en su conjunto, la producción de amoníaco representa alrededor del 2% del

[2] Impulsado principalmente por el crecimiento de la población, se prevé que aumente a alrededor de 270 Mt/año de amoníaco para 2050

[3] Mt: Millones de toneladas; t: toneladas

consumo final de energía y el 1.3% de las emisiones del sector energético (incluidas las emisiones relacionadas con la energía y los procesos industriales).

Se estima que la demanda de energía y las emisiones directas de CO_2 en la producción de amoníaco han aumentado un 30% desde 2000, mientras que los volúmenes de producción han aumentado un 40%[4]. El proceso de producción de amoníaco a través de combustibles fósiles es enérgicamente intensivo pudiéndose encontrar ratios de emisión de aproximadamente 2.84 tCO_2-eq por t de NH_3 producido[5].

Para descarbonizar la industria alimentaria, las diferentes alternativas al sistema de producción de amoníaco son clave. La electrificación del proceso de Haber Bosch emplea la electricidad generada a partir de energías renovables para la producción hidrógeno verde con el proceso de electrólisis del agua, resultando en emisiones de CO_2-eq prácticamente nulas durante la producción del amoníaco y, por ende, del fertilizante.

Se estima que la mayoría de los impactos de la producción de amoníaco depende principalmente de los métodos utilizados para producir hidrógeno, pudiendo representar alrededor del 90% de sus emisiones[6][7]. Se encuentra que la producción basada en electrólisis de agua y energías renovables tiene un desempeño ambiental favorable en términos de reducción de emisiones de GEI como acción contra el cambio climático[8]. Los valores presentados en la **Tabla 6.1.3.1.e** son resultados del análisis del ciclo de vida (LCA)[9], considerando la huella de carbono en las etapas de construcción y operación, para diferentes escenarios de producción de amoníaco.

Tabla 6.1.3.1.e
Resumen de emisiones de CO_2-eq para diferentes escenarios del LCA de la producción de amoníaco - dichas emisiones consideran tanto las etapas constructivas y operativas

Origen de energía	Proceso de producción de hidrógeno	Emisiones (t CO_2-eq/ t NH_3)
Combustibles fósiles	Reformado con vapor + CAUC	1.7[10]
Combustibles fósiles	Reformado con vapor	2.8[11]
Eólica	Electrólisis del agua	0.24[12]
Hidroeléctrica	Electrólisis del agua	0.66[13]

ATOME PLC

[4] Mt: Millones de toneladas; t: toneladas

[5] Las intensidades energéticas se muestran en términos brutos para facilitar la comparación entre productos y sectores, es decir, excluyendo las cantidades de vapor y otros portadores de energía que se producen como subproductos. El consumo de energía industrial incluye la energía utilizada en los altos hornos y hornos de coque y la materia prima química. Las emisiones industriales de CO2 incluyen las emisiones de proceso.

[6] V. Singh, I. Dincer y M. Rosen, «Life Cycle Assessment of Ammonia Production Methods» *Exergetic, Energetic and Environmental Dimensions,* p. 935–959, 2018.

[7] The Royal Society, Ammonia: Zero-carbon fertiliser, fuel and energy store, 2020.

[8] B. Andrea J., K. Kevin, K. Marina, S. Daniel A., M. Jacco, M. Syed, T. Michael, R. Kevin, V.-M. Agustin y R. Angel D., «Environmental life cycle assessment of ammonia-basedelectricity» 2021.

[9] Life -cycle assessment – Análisis del ciclo de vida: es una herramienta de diseño que investiga y evalúa los impactos ambientales de un producto o servicio durante todas las etapas de su existencia: extracción, producción, distribución, uso y fin de vida (reutilización, reciclaje, valorización y eliminación/disposición de los residuos/desecho).

[10] P. Arora, I. Sharma, A. Hoadley, S. Mahajani y A. Ganesh, «Remote, small-scale, 'greener' routes of ammonia production» *J. Clean. Prod.,* vol. 199, p. 177–192, 2018.

[11] P. Arora, I. Sharma, A. Hoadley, S. Mahajani y A. Ganesh, «Remote, small-scale, 'greener' routes of ammonia production» *J. Clean. Prod.,* vol. 199, p. 177–192, 2018.

[12] V. Singh, I. Dincer y M. Rosen, «Life Cycle Assessment of Ammonia Production Methods» *Exergetic, Energetic and Environmental Dimensions,* p. 935–959, 2018.

[13] B. Andrea J., K. Kevin, K. Marina, S. Daniel A., M. Jacco, M. Syed, T. Michael, R. Kevin, V.-M. Agustin y R. Angel D., «Environmental life cycle assessment of ammonia-basedelectricity» 2021.

Tabla 6.1.3.1.e
Resumen de emisiones de CO_2-eq para diferentes escenarios del LCA de la producción de amoníaco - dichas emisiones consideran tanto las etapas constructivas y operativas

Origen de energía	Proceso de producción de hidrógeno	Emisiones (t CO_2-eq/ t NH_3)
Geotérmica	Electrólisis del agua	0.27[14]
Solar	Electrólisis del agua	0.7[15]

Obs: CAUC: Captura, almacenamiento y utilización del carbono.

Los resultados muestran que las vías de producción con uso de combustibles fósiles presentan los valores más altos, pudiendo obtenerse valores de 2.75 t CO_2-eq/t NH_3 para la producción a mediana escala y 2.6 t CO_2-eq/t NH_3 para la producción a pequeña escala[16]. Ya mencionado anteriormente, esto se debe principalmente al uso de combustibles fósiles (gas natural) como materia prima y para la generación de electricidad. Los resultados para los demás escenarios (basados en electrólisis y energías renovables) están por debajo de 0.7 t CO_2-eq/t NH_3, relacionadas principalmente a la energía y materiales necesarios para la fase constructiva e instalación de centrales eléctricas.

Al producir un fertilizante verde a partir de un proceso que utiliza energía renovable, asociado a la incorporación de las mejores tecnologías disponibles en el mercado para reducir las emisiones atmosféricas, el Proyecto tendrá el potencial de reducir considerablemente las emisiones de GEI en el sector de fertilizantes y de la industria alimenticia.

Según Foley *et al*. (2011), la producción de alimentos es responsable de alrededor de un tercio de las emisiones totales de gases de efecto invernadero (GEI) del mundo, lo que se debe a la deforestación, las emisiones de metano (CH_4) procedentes del ganado vacuno y del cultivo del arroz, y las emisiones de óxido nitroso (N_2O) procedentes de la aplicación de fertilizantes al suelo.

La American Chemical Society[17] menciona que la ganadería es la principal culpable del problema de las emisiones de GEI procedentes de la alimentación, pero "aspectos ocultos" como la producción de fertilizantes también contribuyen a los 13.7 millones de toneladas métricas equivalentes de CO_2 generadas por el sistema alimentario. Los fertilizantes, los suplementos para plantas (nitrógeno, fósforo, potasio, etc.) y las prácticas de gestión del suelo son contribuyentes ocultos. Aunque el nitrógeno, el fósforo y el potasio son cruciales para la agricultura, sus fuentes, producción y cadenas de suministro contribuyen a las emisiones de GEI.

En el caso de los fertilizantes, los métodos tradicionales de producción de amoniaco (como el proceso Haber-Bosch) aumentan la disponibilidad de fertilizantes amoniacales, pero también generan una importante producción de CO_2. Muchos de los métodos para satisfacer la creciente demanda de nitrógeno para fertilizantes prevista en un informe de la FAO de 2019 se centran

[14] B. Andrea J., K. Kevin, K. Marina, S. Daniel A., M. Jacco, M. Syed, T. Michael, R. Kevin, V.-M. Agustin y R. Angel D., «Environmental life cycle assessment of ammonia-basedelectricity» 2021.
[15] B. Andrea J., K. Kevin, K. Marina, S. Daniel A., M. Jacco, M. Syed, T. Michael, R. Kevin, V.-M. Agustin y R. Angel D., «Environmental life cycle assessment of ammonia-basedelectricity» 2021.
[16] P. Arora, I. Sharma, A. Hoadley, S. Mahajani y A. Ganesh, «Remote, small-scale, 'greener' routes of ammonia production» *J. Clean. Prod.,* vol. 199, p. 177–192, 2018.
[17] https://www.cas.org/resources/cas-insights/sustainability/hidden-greenhouse-gas-emissions-plant-growth

ATOME PLC

actualmente en las prácticas tradicionales de producción de amoníaco, que seguirían aumentando la producción de GEI.

Según datos de la FAO (2021), las emisiones mundiales debidas a la agricultura, incluido el uso de la tierra, fueron de 10.7 biliones de toneladas equivalentes de CO_2 (CO_2eq) en 2019.

Al producir CAN con energías renovables es posible reducir hasta un 50% de las emisiones del ciclo de vida del CAN, como es el caso del Proyecto propuesto, destacándose por ello y por las ventajas agronómicas mencionadas, como una alternativa más sostenible. Con la producción del CAN verde, se estima que el Proyecto desplazará alrededor de 600,000 tCO_2-eq/año de emisiones de carbono en el sector de fertilizantes. Al considerar la vida útil del Proyecto (25 años), este impacto se traduciría en 15,000,000 t CO_2-eq evitados.

Medidas de Potencialización

Las medidas a aplicar para incrementar los efectos positivos del impacto son:

- **Programa de Participación de las Partes Interesadas**: consulta pública y medidas de divulgación de los beneficios de Proyecto para la reducción de la emisión de GEI como acción contra el cambio climático
- **Programa de Gestión Ambiental y Social**, específicamente la medida de Gestión de las emisiones de gases de efecto invernadero
- **Programa de Gestión Ambiental y Social de la Fase Operación**: supervisión del cumplimiento de medidas ambientales y sociales de la fase de operación

Medidas de Monitoreo

Programa de Gestión Ambiental y Social de la Fase Operación

- Monitoreo de consumo de energía y uso de combustibles en la etapa de producción
- Monitoreo de calidad del aire y monitoreo de emisiones atmosféricas de las chimeneas

Calificación del impacto resultante

Es el principal impacto vinculado a la operación de la Planta, de carácter positivo y permanente. Tiene alcance difuso, incidencia indirecta, inducción y duración a largo plazo. Su ocurrencia es cierta y es parcialmente reversible. Tiene un efecto acumulativo (ver **Sección 6.1.5**). Su magnitud e importancia son altas, así como la importancia residual tras la aplicación de medidas de potencialización.

Calificación del impacto (atributos) **Reducción de las emisiones de GEI y de la huella de carbono en la producción de H_2, NH_3 y fertilizantes verdes**			
Naturaleza	Positivo	**Localización y espacialización**	Difuso
Etapa de ocurrencia	Operación	**Incidencia**	Indirecto
Temporalidad (Inducción)	Largo Plazo	**Temporalidad (Duración)**	Largo Plazo
Reversibilidad	Parcialmente reversible	**Probabilidad de ocurrencia**	Cierto
Magnitud e Importancia			

ATOME PLC

Magnitud	Alta
Importancia	Alta
Mitigabilidad	-
Importancia residual	Alta

6.1.3.2
Medio Biótico

4 - Impactos en la Flora y Vegetación

4.01 – Pérdida de cobertura vegetal y afectación de individuos de flora

Acciones impactantes	A.1.03 Estudios de alternativas locacionales y tecnológicas A.2.02 Movilización de áreas de apoyo a la construcción A.2.03 Remoción de vegetación y limpieza del terreno A.2.04 Implementación / Adecuación de accesos A.2.15 Recuperación de las áreas de intervención directa
Componente impactable	C.2.01 – Flora y Vegetación

Análisis del impacto potencial

La principal acción impactante sobre la flora y la vegetación será la remoción de la vegetación durante la limpieza del terreno (A.2.03), necesaria para la implantación de todas las estructuras de la Planta. En este sentido, es importante mencionar que la vegetación nativa está presente en el 99.18% del terreno donde se plantea la construcción de la Planta.

Para construcción de la Planta se prevé inicialmente la supresión de una superficie de vegetación de 24.75 ha, correspondiente a las Zonas A y B de la **Figura 6.1.3.2.a**, a continuación, en que hay 2.76 ha de bosques sub-húmedos semicaducifolios y 21.99 ha de sabanas.

Con eso, se conservará en principio la Zona C, donde está la mayor parte del bosque sub-húmedo existente en el terreno (3.38 ha). Si necesario ampliar futuramente las instalaciones de la Planta para la Zona C, el área de supresión total para la instalación de la Planta será de 29.85 ha, de los cuales 6.14 ha son bosques sub-húmedos y 23.7 ha son sábanas.

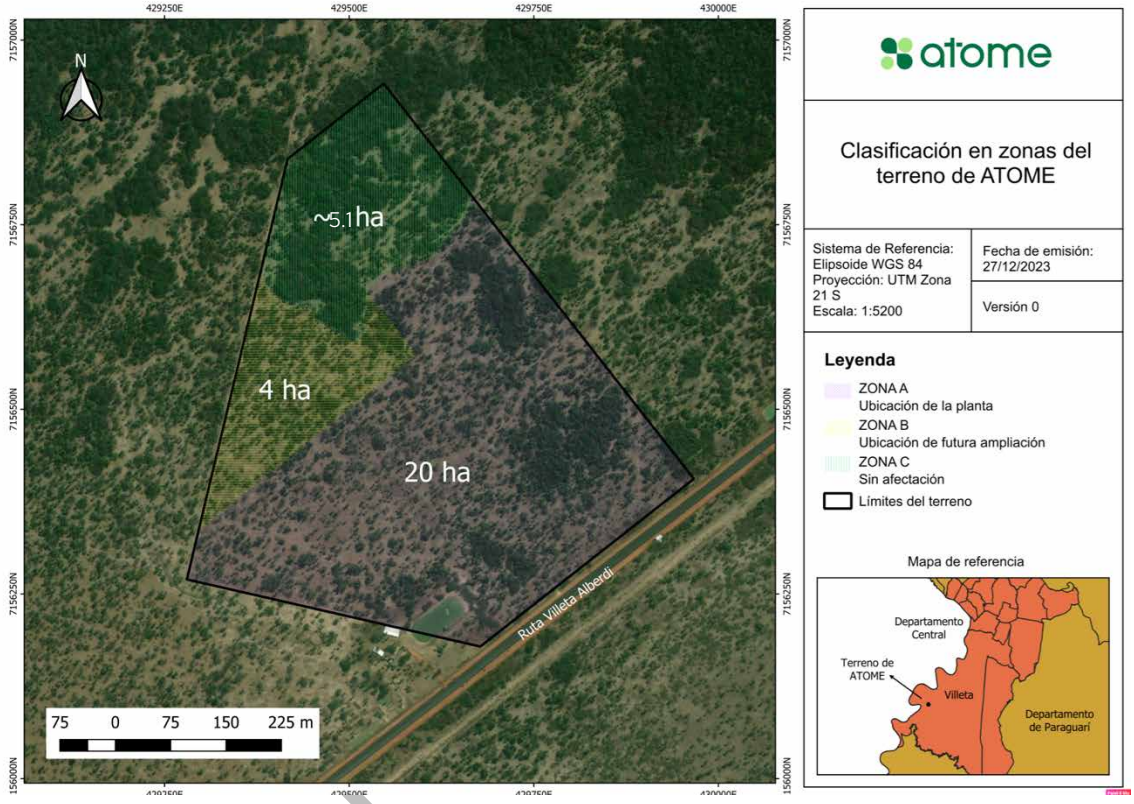
Para implantación de la LT se prevé la eliminación de 0.07 ha de sabanas, y para la implantación de las tuberías subterráneas de agua y efluentes la vegetación a ser suprimida es de 0.69 ha, siendo 0.55 ha de sabanas y 0.14 ha de bosques sub-húmedos semicaducifolios. El resto será intervención en áreas ya antropizadas.

La conversión de hábitats implicará el corte de individuos de la flora y, de esa manera, deberá reducir el número de individuos de especies de flora, incluidas 4 especies amenazadas, y la superficie del hábitat natural. Como se detalla en la **Sección 5.3.1.3.2**, en al ADA del Proyecto se registraron cuatro especies de flora amenazadas: la orquídea *Cohniella jonesiana*, el guayacán *Libidibia paraguariensis*, kangorosa *Monteverdia ilicifolia* y el algarrobo negro *Prosopis nigra*, según la lista del MADES.

ATOME PL

Ninguna de dichas especies tiene distribución restricta al territorio paraguayo, conforme la base de datos de *Tropicos - Misouri Botanical Garden*[18] *y Global Biodiversity Information Facility (GBIF)*[19]. Todas también tienen ocurrencia en Brasil y la mayoría se extiende por otros países sudamericanos, principalmente Argentina y Bolivia.

Figura 6.1.3.2.a
Zonas de limpieza de vegetación



Así, aunque la afectación de hábitats ocasiona una reducción poblacional en nivel local, la implantación del Proyecto no provocará la reducción significativa o extinción de las especies de flora amenazadas. Sin embargo, la reducción de la población de una especie puede resultar en el decrecimiento de su variabilidad genética, llevando a pérdidas en la capacidad adaptativa y a un descenso poblacional (MURAWSKY & HAMRICK, 1992; MURAWSKY, 1995 *apud* MANTOVANI *et al.*, 2012).

Sin embargo, teniendo en cuenta la distribución de las especies y el tamaño de la intervención, se cree que no habrá una disminución significativa de las poblaciones de las especies.

Medidas de Prevención y Mitigación

Como medidas preventivas y mitigadoras del impacto de pérdida de cobertura vegetal pueden citarse los estudios previos de alternativas locacionales realizados como parte de este EIAS para el terreno de la planta y para los trazados de la LT y de las tuberías de agua y efluentes, que incluyeron como criterio la preferencia por áreas antropizadas con menor cantidad de

[18] Tropicos - Home
[19] GBIF

vegetación nativa.

Además de estos estudios, se menciona el rescate y reubicación de germoplasma vegetal, medida mitigadora previa a las actividades de supresión a ser realizada en el ámbito del **Programa de Prevención de Impactos en la Flora y Fauna**. El rescate de germoplasma será realizado en las áreas de desbroce y los materiales rescatados podrán ser alocados para los remanentes de vegetación nativa que serán conservados y reacondicionados dentro del terreno del Proyecto o destinados a instituciones de educación y/o investigación.

También es importante mencionar las medidas de control de desbroce de vegetación previstas en el **Programa de Control Ambiental de la Construcción**, a fin de garantizar que se afecten solamente áreas autorizadas y con adopción de procedimientos de protección de la vegetación del entorno. El Programa también contiene un conjunto amplio de procedimientos técnicos para la ejecución de las obras con el menor impacto ambiental posible. Este Programa incluye también una medida de recuperación de áreas degradadas por las obras.

También son importantes mencionar las medidas de educación ambiental y el Código de Conducta para los trabajadores del **Programa de Gestión del Trabajo y Condiciones Laborales** y las acciones de supervisión ambiental, monitoreo y documentación de las obras previstas como parte del **Programa de Gestión Ambiental y Social**, a ser realizadas mediante una herramienta de control de las actividades desarrolladas por los Contratistas, acompañando la implementación de las medidas mitigadoras preestablecidas en el PGAS.

Por último, se han previsto medidas mitigadoras y esfuerzos de conservación que se detallarán en el marco de un **Plan de Acción de Biodiversidad (PAB)**.

El PAB debe definir acciones para mitigar los impactos del Proyecto, así como acciones para conservar y mejorar los valores de biodiversidad registrados en la región. Las acciones deben desarrollarse según las etapas de la jerarquía de mitigación de impactos (según lo establecido en el la ND6) y deben permitir lograr cero pérdidas de hábitats naturales. Estas medidas deben detallarse en el Programa de Conservación de la Biodiversidad, que debe ser un documento ejecutivo, que incluya la descripción de las acciones, los objetivos, la metodología, el cronograma de ejecución y los indicadores de evaluación.

También está prevista una medida de **monitoreo de Fauna y Flora durante la etapa de construcción**, que proporcionará datos para la preparación del PAB.

Como **medidas de compensación** a ser propostas en el ámbito del PAB por los efectos negativos inevitables de la pérdida de cobertura vegetal se pueden mencionar las siguientes:

- Compensación ambiental mediante conservación de bosques
- Compensación ambiental mediante adquisición de Certificados de Servicios Ambientales, que prevé la adhesión al Régimen de Servicios Ambientales para cumplir la Ley N° 3001/2006
- Compensación ambiental por árboles talados para cumplir la Ordenanza N° 7/2022 del distrito de Villeta

ATOME PLC

Medidas de Monitoreo

El Programa de Conservación de la Biodiversidad incluirá la estrategia de monitoreo y evaluación de la biodiversidad del PAB. Incluye el monitoreo de la flora y fauna en los remanentes de vegetación nativa que serán conservados y reacondicionados dentro del terreno del Proyecto, con el objetivo de monitorear la salud de los individuos reubicados, el mantenimiento de las características naturales del hábitat y la identificación de posibles agentes impactantes.

Calificación del impacto resultante

Considerando la correcta implementación de los programas y medidas del PGAS listados arriba, ese impacto es considerado de magnitud media e importancia alta. Es caracterizado como un impacto negativo, de alcance geográfico en el ADA y con ocurrencia principalmente en la fase de implantación del Proyecto. Tiene incidencia directa, inducción inmediata y duración permanente. Es de difícil reversibilidad y de ocurrencia cierta. Presenta acumulatividad, como se ve en el análisis de la **Sección 6.1.5**. Es un impacto que requiere muchas medidas de mitigación y por lo tanto la importancia residual resulta alta. Por lo tanto, deberá compensarse con medidas que se detallarán en el PAB.

Calificación del Impacto (atributos) **Pérdida de cobertura vegetal y reducción de individuos de la flora**			
Naturaleza	Negativo	**Localización y espacialización**	ADA
Etapa de ocurrencia	Implantación	**Incidencia**	Directa
Temporalidad (inducción)	Inmediata	**Temporalidad (duración)**	Permanente
Reversibilidad	Reversible	**Probabilidad de ocurrencia**	Cierta
Magnitud e Importancia			
Magnitud	Media		
Importancia	Alta		
Mitigabilidad	Poco mitigable		
Importancia residual	Alta		

5 - Impactos en la Fauna

5.01 – Pérdida de hábitats de la fauna terrestre

Acción impactante	A.1.03 Estudios de alternativas locacionales y tecnológicas A.2.03 Remoción de vegetación y limpieza del terreno A.2.04 Implementación / Adecuación de accesos A.2.15 Recuperación de las áreas de intervención directa
Componente impactable	C.2.02 – Fauna

Análisis del impacto potencial

La pérdida de los hábitats utilizados por la fauna resulta esencialmente de las acciones demandadas por el Proyecto que implican la transformación de los ambientes naturales, debido a la supresión de vegetación y limpieza del terreno. Aunque se trate de una zona ya antropizada y las especies presentes sean tolerantes a los cambios ambientales, la pérdida de parte de los hábitats remanentes reducirá el área de distribución de las especies más móviles e implicará en el riesgo de disminuir la población de las menos móviles, como los anfibios.

Como ejemplo de especies de baja movilidad pueden citarse las especies de anfibios detectadas en los levantamientos de línea base, como *Dendropsophus minutos*, D*. nanus, Physalaemos cuvieri, Pseudopaludicola boliviana* y especies del género *Leptodactylus.*

Considerando las especies más móviles, pueden mencionarse las que componen el grupo de aves y los mamíferos. Entre los mamíferos, cabe citar el ciervo (*Subulo gouazoubira*), los felinos (*Leaprdus geoffroy* y *Herpailurus yagouaroundi*), la lisa grande (*Dasypus novemcinctus*), el tapeti (*Syklvilagus brasiliensis*), entre otros.

La búsqueda por ambientes menos perturbados suele resultar en cambios en la dinámica de las comunidades silvestres, es decir, nuevos individuos pasan a ocupar ambientes que no eran utilizados por ellos, densificando así estas nuevas áreas, resultando en posibles aumentos en la competencia por recursos alimenticios y refugios, generando así fricciones entre especies territoriales como en el caso de varias especies de carnívoros y aves.

En el caso del Proyecto, se entiende que la afectación que ocurrirá en el terreno de la Planta y las franjas de servidumbre es pequeña en comparación a las áreas desocupadas existentes en el entorno y que presentan uso del suelo y cobertura vegetal con características en su mayoría similares a las del terreno. Por lo tanto, se entiende que estas áreas circundantes tienen capacidad de soporte para albergar a estas especies desplazadas sin provocar una gran acumulación y la consiguiente competencia por área y recursos.

Medidas de mitigación

Como mencionado, se prevé la implementación de medidas previas a las actividades de supresión de vegetación a ser realizadas en el ámbito del **Programa de Prevención de Impactos en la Flora y Fauna**, incluyendo el ahuyentamiento y rescate de fauna.

Se mencionan también las medidas de control de desbroce de vegetación previstas en el **Programa de Control Ambiental de la Construcción**, así como la medida de Recuperación de áreas degradadas por las obras.

También son importantes mencionar las medidas de educación ambiental y el Código de Conducta para los trabajadores del **Programa de Gestión del Trabajo y Condiciones Laborales** y las acciones de supervisión ambiental, monitoreo y documentación de las obras previstas como parte del **Programa de Gestión Ambiental y Social**, a ser realizadas mediante una herramienta de control de las actividades desarrolladas por los Contratistas, acompañando la implementación de las medidas mitigadoras preestablecidas en el PGAS.

Por último, se han previsto medidas mitigadoras y esfuerzos de conservación que se detallarán en el marco de un **Plan de Acción de Biodiversidad (PAB)**.

Así como para flora, El PAB debe definir acciones para mitigar los impactos del proyecto, así como acciones para conservar y mejorar los valores de biodiversidad registrados en la región. Las acciones deben desarrollarse según las etapas de la jerarquía de mitigación de impactos (según lo establecido en la ND6) y deben permitir lograr cero pérdida de hábitats naturales. Estas medidas deben detallarse en el Programa de Conservación de la Biodiversidad, que debe ser un documento ejecutivo, que incluya la descripción de las acciones, los objetivos, la metodología,

ATOME PLC

el cronograma de ejecución y los indicadores de evaluación.

Las medidas previstas en el Programa de Conservación de la Biodiversidad incluyen:

- Compensación por la afectación de vegetación nativa
- Monitoreo de la fauna en las áreas naturales remanentes
- Compensación mediante adquisición de servicios ambientales

Calificación del impacto resultante

Teniendo en cuenta la aplicación de todas las medidas propuestas, se considera este impacto negativo, de incidencia directa y ocurre principalmente en la fase de implantación del Proyecto. Tiene alcance en el AID, es de inducción inmediata y de largo plazo de duración. Es irreversible y de ocurrencia cierta. También es acumulativo (**Sección 6.1.5**), de media magnitud y alta importancia. Al igual que el impacto anterior, es poco mitigable, lo que se traduce en una importancia residual alta. Por lo tanto, deberá compensarse con medidas que se detallarán en el PAB.

Calificación del impacto (atributos) **Pérdida de hábitats de la fauna terrestre**			
Naturaleza	Negativo	**Localización y espacialización**	AID
Etapa de ocurrencia	Implantación	**Incidencia**	Directa
Temporalidad (Inducción)	Inmediato	**Temporalidad (Duración)**	Largo plazo
Reversibilidad	Irreversible	**Probabilidad de ocurrencia**	Cierta
Magnitud e Importancia			
Magnitud	Media		
Importancia	Alta		
Mitigabilidad	Poco mitigable		
Importancia residual	Alta		

6.1.3.3
Medio Socioeconómico

6 - Impactos en el Empleo y la Economía Local

6.01 – Generación de empleos directos e indirectos durante las fases de planificación y de obras

Acciones impactantes	A.1.02 Estructuración operacional inicial A.2.01 Movilización de trabajadores de construcción
Componente Impactable	C.3.01 - Empleo y economía local

Análisis del impacto potencial

Este impacto ya se inició en la fase de planificación del Proyecto, con la contratación de empresas para realizar sondajes, perforación de pozos, para elaborar el diseño de ingeniería del Proyecto, para investigar los terrenos disponibles para la construcción de la Planta, para levantamiento de datos para el EIAS, como el laboratorio para la recolección y análisis de la calidad del agua, la empresa para realizar mediciones de la calidad del aire, especialistas para

realizar modelaciones, especialista para medición de ruido, especialistas en fauna, flora, medio físico, socioeconomía, entre otros.

Durante la fase de construcción, el impacto se refiere a los efectos generados por la movilización del contingente de mano de obra para las obras y montaje del Proyecto de la Planta de producción de fertilizante (Nitrato de amonio cálcico – CAN) verde de ATOME. Como se informó en la **Sección 2.7.6**, la mano de obra estimada para construcción de la Planta será de hasta 1,020 a 1,073 trabajadores directos, considerando los meses de pico (meses 21 a 24). Otros cerca de 40-50 trabajadores serán contratados para las obras y montaje de la LT y sistema de captación de agua y tuberías. También habrá trabajadores indirectos involucrados, como conductores de empresas proveedoras de materiales, transporte de trabajadores, empresa proveedora de comida, etc., que suelen ser personas que ya viven y trabajan en la zona.

Parte de los puestos de trabajo directos relacionados con actividades con necesidad de calificación técnica será necesario traer de fuera de la región o formar a trabajadores locales. La mayoría, sin embargo, serán trabajadores locales, del municipio de Villeta y otros cercanos de la misma región. Como se contratará a empresas contratistas locales, estos trabajadores serán trasladados a la obra en autobús por las propias empresas. Se dará prioridad a los trabajadores locales (Villeta y región).

Medidas de Potencialización

Las medidas a aplicar para incrementar los efectos positivos del impacto son:

- **Programa de Gestión del Trabajo y Condiciones Laborales:** Politica de Recursos Humanos, medidas de contratación y capacitación laboral de trabajadores locales, Condiciones de trabajo y de empleo
- **Programa de Participación de las Partes Interesadas**: medidas de divulgación de la cantidad y tipo de puestos de trabajo disponibles, y requisitos necesarios para la contratación de mano de obra
- **Programa de Gestión Ambiental y Social**

Calificación del impacto resultante

Con la aplicación de todas las medidas previstas, el impacto resultante de la fase de construcción es positivo y directo, con alcance difuso (AII y ciudades vecinas). Es de ocurrencia cierta, inmediata y a corto plazo (periodo de las obras y montaje del Proyecto, que es de 22 meses), totalmente reversible. Se considera un impacto de baja magnitud (porque es de corta duración) y baja importancia. Teniendo en cuenta el porcentaje previsto de trabajadores locales que se contratarán, la importancia se elevó a media.

Calificación del impacto (atributos) Generación de puestos de trabajo en la fase de construcción			
Naturaleza	Positivo	**Localización y espacialización**	Difuso (AII y región)
Etapa de ocurrencia	Planificación y Construcción	**Incidencia**	Directo
Temporalidad (Inducción)	Corto plazo	**Temporalidad (Duración)**	Corto Plazo
Reversibilidad	Reversible	**Probabilidad de ocurrencia**	Cierta

ATOME PLC

Calificación del impacto (atributos) Generación de puestos de trabajo en la fase de construcción	
Magnitud e Importancia	
Magnitud	Baja
Importancia	Media
Mitigabilidad	-
Importancia residual	Media

6.02 – Generación de empleos directos e indirectos en la fase de operación

Acciones impactantes	A.3.01 Movilización de trabajadores de operación
Componente Impactable	C.3.01 - Empleo y economía local

Análisis del impacto potencial

Aunque la fase de operación es de carácter de largo plazo, a diferencia del carácter temporal de la fase de implantación, la generación de empleo directo debería ser más reducida, principalmente para los trabajadores locales. Como se menciona en la **Sección 2.8.4**, se calcula que la plantilla para la fase de operación alcanzará los 225 puestos directos, de los cuales 195 son puestos fijos y 30 son temporales. Además, se generarán unos 874 puestos de trabajo indirectos relacionados a servicios de supervisión de las operaciones, como ingenieros medioambientales, técnicos químicos y de laboratorio, personal de logística y de la cadena de suministro, especialistas en RRHH, personal jurídico, comercial y administrativo, y personas de las empresas de logística de camiones y barcazas para el transporte de fertilizante CAN.

Del total de trabajadores a ser contratados en la fase de operación, se dará prioridad a aquellos que sean locales (Villeta y región).

El menor número de trabajadores a ser contratados para operación en comparación con la fase de construcción se deriva de la automatización de diversas partes del proceso, además de la propia característica de las actividades, es decir, la necesidad de operar y llevar a cabo el mantenimiento de instalaciones complejas como la unidad electrolizadora, la unidad de síntesis de amoníaco, la unidad separadora de aire, las estaciones de tratamiento de agua y de efluentes, la torre de refrigeración, entre otras.

Debido al grado de especialización que exigen algunas de las actividades de operación y mantenimiento, se necesita una mano de obra más reducida y especializada.

En principio, esta cantidad de empleados representa un impacto de carácter menos representativo en relación con el mercado laboral regional. Sin embargo, son empleos de calidad, asociados a la cualificación técnica, la formalidad y la perennidad.

Medidas de Potencialización

Para incrementar los efectos positivos del impacto se implementará:

- **Programa de Gestión del Trabajo y Condiciones Laborales:** medidas de contratación y capacitación laboral

ATOME PLC

- **Programa de Participación de las Partes Interesadas**: medidas de divulgación de la cantidad y tipo de puestos de trabajo disponibles, y requisitos necesarios para la contratación de mano de obra
- **Programa de Gestión Ambiental y Social de la Fase Operación:** Supervisión del cumplimiento de medidas y Capacitación ambiental y social del equipo de O&M
- **Programa de suministro de contratistas y proveedores**

Calificación del impacto resultante

Con la aplicación de todas las medidas previstas, el impacto resultante de la fase de operación es positivo y directo. Es cierto, de ocurrencia inmediata después del inicio de la operación y de largo plazo de duración. Tiene un alcance difuso y es totalmente reversible. Se considera un impacto de alta magnitud y alta importancia (porque a pesar del menor número de puestos, es de larga duración, e implica empleos permanentes). Tiene potencial acumulativo, como muestra la **Sección 6.1.5**.

Calificación del impacto (atributos) **Generación de puestos de trabajo en la fase de operación**			
Naturaleza	Positivo	**Localización y espacialización**	Difuso (AII y región)
Etapa de ocurrencia	Operación	**Incidencia**	Directo
Temporalidad (Inducción)	Inmediato	**Temporalidad (Duración)**	Largo Plazo
Reversibilidad	Reversible	**Probabilidad de ocurrencia**	Cierta
Magnitud e Importancia			
Magnitud	Alta		
Importancia	Alta		
Mitigabilidad	-		
Importancia residual	Alta		

6.03 – Dinamización de la economía local en la fase de obras

Acciones impactantes	A.2.01 Movilización de trabajadores de construcción A.2.02 Movilización de áreas de apoyo a la construcción A.2.12 Operación de las instalaciones de apoyo de la construcción
Componente Impactable	C.3.01 - Empleo y economía local

Análisis del impacto potencial

El período de construcción y montaje del proyecto, estimado en 31 meses, provocará un aumento de la demanda directa de bienes y servicios por parte de las empresas contratistas en la región de influencia del Proyecto, especialmente de insumos para la construcción (materiales de construcción, concreto premezclado, combustibles, pinturas, barnices), bienes de consumo no duradero (alimentos, medicinas, entre otros) y servicios (transporte, hospedaje, electricidad, recolección de residuos, telefonía, bancos).

Debido a la localización del Proyecto y del campamento de construcción a ser implementado, esta demanda deberá ser abastecida por el municipio de Villeta, que recibirá los efectos positivos en su economía, en la medida en que gran parte de los productos y servicios deberán ser adquiridos allí. Así, se espera que la mayor parte de la masa salarial de la población empleada

en la obra se quede en el municipio, revirtiendo en consumo.

Como parte de los trabajadores serán de fuera de la región, el aumento del consumo relacionado con estos trabajadores, además de la demanda de productos y servicios para las obras directamente, deberá estimular la economía municipal.

Con este aumento del consumo de bienes y servicios y la dinamización de la economía local, se espera un aumento de la recaudación de impuestos por parte de la municipalidad, que aplicados en el propio municipio revertirá en beneficios para la población.

Medidas de Potencialización

Las medidas a ser implementadas para incrementar los efectos positivos del impacto son:

- **Programa de de Control Ambiental de la Construcción**, principalmente la promoción y desarrollo de proveedores locales;
- **Programa de Participación de las Partes Interesadas**: medidas de divulgación de productos y servicios necesarios para la obra.
- **Programa de Gestión Ambiental y Social**
- **Programa de suministro de contratistas y proveedores**

Calificación del impacto resultante

Se trata de un impacto positivo de la fase de construcción, de alcance en el AII. Es indirecto y tiene una alta probabilidad de ocurrir. Es inmediato y dura el periodo de construcción (corto plazo). Es reversible, de media magnitud e importancia.

Calificación del impacto (atributos) **Dinamización de la economía local en la fase de obras**			
Naturaleza	Positivo	**Localización y espacialización**	AII
Etapa de ocurrencia	Construcción	**Incidencia**	Indirecto
Temporalidad (Inducción)	Inmediato	**Temporalidad (Duración)**	Corto Plazo
Reversibilidad	Reversible	**Probabilidad de ocurrencia**	Alta
Magnitud e Importancia			
Magnitud	Baja		
Importancia	Media		
Mitigabilidad	-		
Importancia residual	Media		

<u>6.04 – Desplazamiento físico y/o económico por la adquisición de tierras y establecimiento de servidumbres</u>

Acciones impactantes	A.1.03 Estudios de alternativas locacionales y tecnológicas A.2.03 Remoción de vegetación y limpieza del terreno A.2.16 Negociación e indemnización del propietario A.3.03 Operación y mantenimiento de la planta, de la LT y del sistema de captación de agua y tuberías
Componente Impactable	C.3.01 - Empleo y economía local

ATOME PLC

Análisis del impacto potencial

Como se mencionó en la **Sección 2.2.1**, para implementar el Proyecto Atome ha adquirido el terreno sobre el cual se construirá la Planta. El área elegida, con 30 ha, está constituida por las Fracciones 1 y 2 de un terreno de propiedad de la empresa Monteclaro S.A. La adquisición de este terreno fue una negociación y adquisición en términos de "vendedor dispuesto-comprador dispuesto", aplicándose valores de mercado.

Ya en el caso de las franjas de servidumbre para la LT y las tuberías de agua y efluentes, con 2.7 ha y 1.15 ha respectivamente (ver **Sección 2.2.1**), Atome ya tiene acuerdos para uso a largo plazo de las servidumbres.

La implementación de una LT impone restricciones sobre el uso y la ocupación de la franja de servidumbre, para su buen funcionamiento futuro. Sin embargo, esa restricción es parcial y permite usos agrícolas y pastizales en la servidumbre. Solo se prohíbe en la franja el cultivo de árboles grandes (eucalipto, pino, entre otros), así como especies cuyo manejo ponga en riesgo la LT, como la caña de azúcar, por ejemplo, cultivo que generalmente se limpia mediante la quema.

En la franja de servidumbre se permite la ocupación con pastizales nativos, permitiéndose limpiar la vegetación siempre que sea necesario. Se permite el cultivo de cereales, horticultura, floricultura y cultivos frutales de especies que no superen los 3 m de altura. Se puede cultivar soja, frijoles, arroz, maíz, yuca y verduras, y fructíferas pequeñas, como piña, melón y sandía.

La supresión del uso actual de la tierra para la implementación de la LT se llevará a cabo en un área más pequeña que la franja de servidumbre. Llamada el límite de intervención, esta área a suprimir de manera efectiva está formada por una franja de servicio de 6.0 m de ancho a lo largo de todo el trazo, además del área de implementación de cada torre, estimada en 36 m^2 (6 x 6 m).

Teniendo en cuenta la anchura de la franja de servicio y las áreas de implementación de las torres, así como la cuantificación del uso de la tierra en el ADA presentada en la **Sección 5.3.1.3.3**, resulta que 2.64 ha de la franja de servicio se superponen con áreas de cultivo de arroz. Al tratarse de un cultivo compatible con la operación de una LT, podría volver a desarrollarse posteriormente en la franja de servidumbre. Por lo tanto, de las 2.64 ha, la mayor parte corresponde al área en la que el impacto de la pérdida de superficie agrícola es temporal, ya que puede volver a plantarse arroz u otro cultivo de pequeña altura en la fase de operación. Solo en el área de 36 m^2 correspondiente a una de las torres que está en el cultivo de arroz, el impacto de pérdida de superficie de cultivo será permanente.

Para la franja de servidumbre de acueducto a ser establecida para las tuberías de agua y efluentes, la mayor parte del área está ocupada actualmente por sabanas (0.55 ha o 47.8% de la franja) y áreas antrópicas (0.46 ha o 40%), con pequeñas manchas de bosque subhúmedo que suman 0.14 ha (12.2% de la franja). En este caso, no se perderán áreas de cultivo (ver **Tabla 5.3.1.3.3.c** en la **Sección 5.3.1.3.3**).

ATOME PLC

Para esta servidumbre de acueducto, en que las tuberías de agua y efluentes serán subterráneas, el propietario de la fracción afectada y Atome reglarán contractualmente que edificaciones pueden hacerse o no, en el área de la servidumbre.

Para referencia, una servidumbre es como una hipoteca sobre una porción del terreno y el ejercicio del dominio en el área de la servidumbre se encuentra limitado por lo pactado contractualmente. El marco dentro del cual se puede reglar esto es la razonabilidad para permitir el uso y mantenimiento. Por ejemplo, en el caso de tuberías subterráneas, como las del Proyecto, se puede construir encima, pero debe ser previsto un mecanismo para permitir el mantenimiento y reparación del acueducto. En la práctica, es preferible dejar libre el área de la servidumbre.

Además del desplazamiento económico temporal en el área de la franja de servidumbre de la LT y del desplazamiento económico permanente en el área de las torres, ocasionalmente podría ser necesario desplazar físicamente a los residentes de la finca vecina a otra área más alejada dentro de la misma propiedad. Este desplazamiento se debería a las molestias ocasionadas por el aumento de las emisiones de ruido, polvo, vibraciones y tráfico durante las obras y la operación de la Planta. Cabe señalar que, como se describe en la **Sección 5.4.2.2**, los residentes no son los propietarios del terreno, sino empleados (capataz, peón, cocinera y su hija), y el propietario se aloja en la casa los fines de semana. Si se decide que esta vivienda debe ser reubicada dentro de la propia finca, deberán aplicarse las medidas establecidas en la ND 5, que exigen la construcción de una nueva vivienda igual o mejor que la actual. ATOME realizará consultas con el propietario y los trabajadores antes de ultimar la ubicación, el diseño y todas las cuestiones relacionadas con el traslado de la casa dentro de la misma propiedad.

Medidas de mitigación

El uso por parte de ATOME de las áreas que constituyen las servidumbres de la LT y las tuberías está garantizado mediante un documento de CONSTITUCIÓN DE SERVIDUMBRE DE TRÁNSITO establecido con los propietarios. En este contrato se establece el monto que Atome abonará como compensación como única suma, pero deja claro el compromiso de pago de eventuales daños causados a la propiedad durante las actividades de mantenimiento. También establece las obligaciones exclusivas del propietario y de Atome y las que deben cumplir ambas partes. Se aplican también las medidas de Divulgación y el Mecanismo de gestión de quejas, consultas y sugerencias del **Programa de Participación de las Partes Interesadas**.

Calificación del impacto resultante

Considerando la aplicación de las medidas propuestas, este impacto, de la fase de ejecución, restringido al ADA, se considera negativo, de ocurrencia cierta, de incidencia directa, inmediato, de duración a largo plazo y parcialmente reversible. La magnitud se considera baja y la importancia moderada. Se trata de un impacto altamente mitigable, por lo que su importancia residual es baja.

Calificación del impacto (atributos) **Adquisición de tierras y establecimiento de servidumbres**			
Naturaleza	Negativo	**Localización y espacialización**	ADA
Etapa de ocurrencia	Construcción	**Incidencia**	Directo
Temporalidad (Inducción)	Inmediato	**Temporalidad (Duración)**	Medio a Largo Plazo

ATOME PLC

Calificación del impacto (atributos) Adquisición de tierras y establecimiento de servidumbres			
Reversibilidad	Parcialmente reversible	**Probabilidad de ocurrencia**	Cierta
Magnitud e Importancia			
Magnitud	Baja		
Importancia	Moderada		
Mitigabilidad	Altamente Mitigable		
Importancia residual	Baja		

7 - Impactos en Infraestructura, Equipamiento Social y Servicios Públicos

7.01 – Apropiación de la capacidad de las carreteras de acceso al proyecto en la fase de obras

Acciones impactantes	A.2.05 Flujos de vehículos, equipos y trabajadores
Componente Impactable	C.3.02 - Infraestructura, Equipamiento Social y Servicios Públicos

Análisis del impacto potencial

La planta de ATOME se encuentra ubicada a las márgenes de la Ruta Nacional PY19 (Ruta Villeta – Alberdi). Como las instalaciones de apoyo de construcción estarán dentro del propio terreno de la planta, la Ruta Nacional PY19 (Villeta – Alberdi) será el acceso más utilizado durante la fase de construcción y montaje del Proyecto, ya sea para el transporte de los trabajadores en autobuses entre Asunción y Villeta hasta la obra, con una estimación de entre 1 y 8 viajes diarios durante el periodo de construcción (un pico de 8 viajes entre los meses 17 y 18), y también para el transporte del material de relleno entre la cantera de ripio ubicada en Suruby'i hasta la obra (un total de 5,430 viajes de camión en un periodo de 90 días o 60 viajes diarias), para el transporte de contenedores con mercancías importadas entre el Puerto Terport y el terreno (450 viajes distribuidos en 5 meses) y para el transporte de cargas sobredimensionadas em el mismo trayecto entre Terport y la obra.

La Ruta Nacional PY19 se encuentra en buenas condiciones de transitabilidad en su tramo entre Villeta y el Proyecto, totalmente pavimentada y con señalización vial y arcén.

Los usos alrededor de la carretera en el trayecto hasta el emplazamiento de la planta son principalmente industriales y de empresas de prestación de servicios, como los siguientes:

- Organitec Fertilizantes S.A.
- Terport
- EFISA - Empresa Forestal e Industrial S.A.
- Jauser - Centro Logístico Villeta 2
- Alukler - Fornecedor de alumínio
- Buenas Nuevas S.A. (comercio por mayor)
- Puerto Seguro Fluvial SA - Empresa de importación y exportación
- Las Tacuaras - Nutrihuevos - Empresa de biotecnologia
- Cremer Oleo Paraguay S.A.
- Hotel y Restaurante Puerto Guyrati
- Estaciones de Servicio

ATOME PLC

Hay también algunos puestos de venta informales, de ocupación diaria, y tramos cortos de la ruta donde hay usos residenciales alrededor de la carretera, como el paso por el asentamiento Guasu Korá y por la comunidad Surubi'y.

El tramo con mayor densidad de ocupación en el entorno será el recorrido por los ómnibus de transporte de trabajadores desde Asunción, que deberán salir de la Estación de Autobuses de Asunción, ubicada en la Av. Fernando de la Mora, y transitar por esta avenida y luego por el Acceso Sur hasta el inicio de la carretera Villeta - Alberdi.

En cuanto a la capacidad de los accesos a ser más utilizados durante las obras, la **Tabla 5.4.1.6.3.1.a** de la **Sección 5.4.1.6.3.1** muestra que los relevamientos de tráfico en el tramo de la Carretera Villeta - Alberdi entre Villeta y Villa Olivia, llevados a cabo para el Plan Maestro de Infraestructura y Servicios de Transporte del Paraguay 2018 – 2028 en dos periodos de 2012 y 2018, arrojaron un total de 1,662 vehículos por día, la mayoría de los cuales, el 53.5%, son autos. Otro 18% son camiones T3 de más de 5 ejes, un 10% motos, un 10% camiones T2 de 4 a 5 ejes y el resto camiones de 2 a 3 ejes y autobuses.

En el Acceso Sur, el conteo de tráfico realizado en 2018 dio como resultado un total de 11,010 vehículos por día, de los cuales el 62% son autos. Las motos ocupan el segundo lugar con un 10.5% del total, seguidas de los camiones T3 de más de 5 ejes con un 9.2%, los camiones T2 con un 8.9%, los camiones T1 con un 8.3% y, por último, los autobuses con un 1.1%.

La capacidad de una carretera de un solo carril, como la Ruta Villeta - Alberdi, es de 1,700 vehículos por hora, según el *Highway Capacity Manual* (HCM) del Transportation Research Board. Para el Acceso Sur, una carretera de doble carril, la capacidad es de 1,800 vehículos por hora.

El HCM también indica factores para calcular la capacidad de vehículos equivalentes para el caso de los vehículos pesados. Teniendo en cuenta los datos de la **Tabla 5.4.1.6.3.1.a**, se han aplicado factores de 2.2 para autobuses y camiones de más de 4 y 5 ejes, 1.7 para camiones de 2 y 3 ejes, y de 2.5 para camiones de más de 5 ejes. Las **Tablas 6.1.3.3.a** y **6.1.3.3.b** a continuación muestran los vehículos equivalentes para la Ruta Villeta - Alberdi y para el Acceso Sur calculados a partir de estas cifras. En el caso de los autos no se ha aplicado ningún factor de corrección y no se han tenido en cuenta las motos. Se observa que el tráfico en estas carreteras resulta en totales de 2,252.1 y 13,334.5 vehículos equivalentes por día, el Acceso Sur con casi seis veces más tráfico que la Ruta Villeta - Alberdi, ya que es una carretera urbana y la otra es una carretera rural.

Tabla 6.1.3.3.a
Cálculo de los vehículos equivalentes al día en la Ruta Villeta – Alberdi, tramo Villeta – Villa Olivia

Tipos de vehículo	TPDA	Factor	Vehículos equivalentes al día
Autos	889	1	889
Ómnibus	22	2.2	48.4
T1 (2 y 3 ejes)	105	1.7	178.5
T2 (4 y 5 ejes)	171	2.2	376.2
T1 (más de 5 ejes)	304	2.5	760
Total	1,662		2,252.1

* vehículos al día. Fuente: Plan Maestro de Infraestructura y Servicios de Transporte del Paraguay 2018 – 2028, de diciembre 2020.

ATOME PLC

Tabla 6.1.3.3.b
Cálculo de los vehículos equivalentes al día en el Acceso Sur

Tipos de vehículo	TPDA	Factor	Vehículos equivalentes al día
Autos	6,826	1	6,826
Ómnibus	116	2.2	255.2
T1 (2 y 3 ejes)	917	1.7	1,558.9
T2 (4 y 5 ejes)	977	2.2	2,149.4
T3 (más de 5 ejes)	1,018	2.5	2,545
Total	11,010		13,334.5

Asumiendo un factor de hora-pico del 6% para la Ruta Villeta – Alberdi, una carretera rural de un solo carril, se obtiene un valor de 67 vehículos equivalentes por hora-pico. Suponiendo que los flujos en cada sentido sean equivalentes (lo que puede variar a lo largo del día), y considerando el valor de 1,700 vehículos equivalentes por hora por carril, o 3,400 vehículos equivalentes por hora en total, los 67 vehículos equivalentes por hora-pico representan solo el 1.99% de la capacidad de esta carretera.

Para el Acceso Sur, una carretera urbana de doble carril, se asume un factor de hora-pico del 8%, lo que resulta en un valor de 553 vehículos equivalentes por hora-pico. Considerando los 1,800 vehículos equivalentes por hora por carril, o 3,600 vehículos equivalentes por hora en total, los 553 vehículos equivalentes por hora-pico representan el 14.8% de la capacidad de esta carretera.

Considerando la peor situación de tráfico generada por el Proyecto durante las obras, los 8 viajes de autobuses de trabajadores en el pico, los 60 viajes diarios de camión para transportar material de relleno y los 3 viajes de camión con contenedores para transporte de mercancías importadas resultan un total de 71 viajes al día, lo que, teniendo en cuenta el factor de 2.2 para vehículos pesados, resulta en 156.2 vehículos equivalentes por día y 9.4 vehículos equivalentes por hora-pico para la Ruta Villeta – Alberdi. Para el Acceso Sur los 8 viajes diarios en autobús esperados en esta carretera resultan en 1.4 vehículos equivalentes por hora-pico (para un factor de 8%).

Teniendo en cuenta la capacidad de ambas carreteras (1,700 y 1,800 vehículos equivalentes por día por carril), esto representaría sólo un 0.28% y un 0.04% de sus respectivas capacidades. Sumado al tráfico existente, el aumento provocado por el proyecto resultaría en 76.4 vehículos por hora-pico en la Ruta Villeta – Alberdi, lo que representaría el 2.25% de la capacidad de la carretera, y en 554.4 vehículos por hora-pico en el Acceso Sur, o 15.4% de su capacidad.

Sabiendo que hoy en día los porcentajes del tráfico en relación con la capacidad vial ya son del 1.99% y 14.8%, se considera que este aumento del tráfico durante las obras, principalmente en la Ruta Villeta – Alberdi, que será la más utilizada, no debería representar un impacto material sobre la capacidad de las vías, no esperandose una reducción de la fluidez y la velocidad.

Sin embargo, debe tenerse en cuenta el riesgo de deterioro de las condiciones del pavimento de la Ruta Villeta – Alberdi en el tramo entre el Puerto Terport y la obra, provocado por el tráfico de cargas sobredimensionadas, perjudicando sus condiciones de conservación y conseguiente perjuicio a la fluidez del tráfico.

ATOME S.L.

Los riesgos y molestias causados por el aumento del tráfico a los residentes de las viviendas situadas en los bordes de los accesos se evalúan en el Impacto 8.02 y riesgo 14.04.

Medidas de Mitigación

Los siguientes programas ambientales y respectivas medidas deben aplicarse con el fin de prevenir y mitigar este impacto:

- **Programa de Control Ambiental de la Construcción**: medidas de Control de Tráfico de Construcción, incluyendo la necesidad de que el EPCista trabaje en coordinación con las municipalidades y Direcciones de Vialidad, la aplicación de buenas prácticas para el tráfico durante la construcción y la elaboración de un procedimiento específico para el transporte de cargas sobredimensionadas, previendo un estudio previo de las condiciones de la carretera, la coordinación con la Dirección de Vialidad y otras autoridades pertinentes, y el trasporte de las cargas sobredimensionadas en horas de menos tráfico para minimizar el impacto, además de evaluar la necesidad de una serie de medidas, entre ellas: refuerzo temporal de cruce con canales y desagües y elevación temporal de cables en cruces de tendido eléctrico.
- **Programa de Gestión Ambiental y Social**
- **Programa de Participación de las Partes Interesadas**: medidas de comunicación de desvíos e interrupciones de tráfico, de transporte de cargas sobredimensionadas, de obras de mejora; Mecanismo de gestión de quejas, reclamos e inquietudes
- **Programa de Gestión del Trabajo y Condiciones Laborales**: Código de Conducta para los Trabajadores y Educación Ambiental y Social de Trabajadores, incluyendo el entrenamiento en conducción defensiva.

Calificación del impacto resultante

Considerando la aplicación de los Programas y medidas anteriores, se considera que este impacto es negativo, de alcance en el AII, de la fase de construcción, con incidencia directa, temporalidad inmediata (inducción), y corta duración (hasta el final de la obra). Es totalmente reversible, de ocurrencia cierta, y de magnitud e importancia medias, dado el número de viajes que se esperan en determinados momentos (como en la ejecución del relleno) y que, en esta fase, al involucrar diferentes contratistas, es necesario establecer medidas de seguridad y control durante la entrada y salida de camiones en el terreno, con los riesgos que ello conlleva para los usuarios de la carretera. Entonces, este impacto es mitigable, resultando en importancia residual moderada a baja.

Calificación del impacto (atributos) **Apropiación de la capacidad de las carreteras de acceso al proyecto en la fase de obras**			
Naturaleza	Negativo	**Localización y espacialización**	AII
Etapa de ocurrencia	Construcción	**Incidencia**	Directo
Temporalidad (Inducción)	Inmediato	**Temporalidad (Duración)**	Corto Plazo
Reversibilidad	Reversible	**Probabilidad de ocurrencia**	Cierta
Magnitud e Importancia			
Magnitud	Media		
Importancia	Media		
Mitigabilidad	Altamente Mitigable		
Importancia residual	Moderada a baja		

ATOME PLC

7.02 – Apropiación de la capacidad de las carreteras de acceso al proyecto en la fase de operación

Acciones impactantes	A.3.03 Operación y mantenimiento de la planta, de la LT y del sistema de captación de agua y tuberías A.3.04 Transporte de insumos y productos
Componente Impactable	C.3.02 - Infraestructura, Equipamiento Social y Servicios Públicos

Análisis del impacto potencial

Según se menciona en la acción A.3.04 en la **Sección 6.1.2**, en la fase de operación se estima un flujo de camiones en la Ruta Villeta – Alberdi trayendo insumos de producción. Se estima 1 viaje de camión cada 4 días entre el Puerto Terport hasta la Planta para traer dolomita y 1 viaje de camión y 1 viaje de furgoneta al día para traer repuestos, consumibles y otros.

El trayecto entre el Puerto Terport y la Planta es de unos 15 km por la carretera Villeta – Alberdi (**Figura 6.1.3.3.a**).

Figura 6.1.3.3.a
Trayecto entre la Planta y el Puerto Terport de Villeta



Se estiman 50 viajes al día, incluyendo camiones vacíos y cargados, total estimado para la exportación de las 770 ton/día (cómputo total para la producción en big bags o granel). Teniendo en cuenta una jornada laboral diurna de 8 h, resulta en una media de 6 camiones por hora.

Además de los viajes que realizarán los camiones de transporte del fertilizante CAN, otro flujo importante que generará el Proyecto en la fase de operación es el de los autobuses que transportarán a los trabajadores. Como se ha mencionado en la **Sección 2.8.4**, en esta fase habrá un total de 225 trabajadores directos, 195 de ellos fijos, estimándose unos 8 viajes por día ida-vuelta.

Al principio de la evaluación de este impacto, también se mencionaron algunos viajes de camiones y furgoneta para transportar dolomita, repuestos, consumibles y otros. Sin embargo, estos viajes son insignificantes en comparación con el tráfico que se generará para transportar el fertilizante CAN y los trabajadores.
Como se analizó en el impacto anterior, el flujo de 67 vehículos equivalentes por hora-pico en la Ruta Villeta – Alberdi representa sólo alrededor del 1.99% de su capacidad vial. En el Acceso Sur, el flujo de 553 vehículos equivalentes por hora-pico representa el 14.8% de su capacidad.

Considerando los 50 viajes de camiones y los 8 viajes de autobuses por dia que generará el proyecto, esto representaría 132 vehículos equivalentes por día (considerando un factor de 2.2), y 8 vehículos equivalentes por hora-pico para la Ruta Villeta – Alberdi (para un factor de 6%).

Los 10 viajes de autobuses, o 22 vehículos equivalentes por día, representarían 1.76 vehículos equivalentes por hora-pico para el Acceso Sur (para un factor de 8%), ya que en esta carretera se prevé sólo el transporte de trabajadores.

Teniendo en cuenta la capacidad de ambas carreteras (1,700 y 1,800 vehículos equivalentes por día por carril), el tráfico del Proyecto representaría un 0.24% y un 0.05% de sus respectivas capacidades.

Sumado al tráfico existente, el aumento provocado por el Proyecto resultaría en 75 vehículos por hora-pico en la Ruta Villeta – Alberdi, lo que representaría el 2.2% de la capacidad de la carretera, y en 554.8 vehículos por hora-pico en el Acceso Sur, o 15.4% de su capacidad.

Sabiendo que hoy en día los porcentajes del tráfico en relación con la capacidad vial ya son del 1.99% y 14.8%, el impacto del proyecto en estas dos carreteras puede considerarse insignificante. Así pues, no se prevé que la operación del Proyecto pueda causar molestias a los usuarios, asociadas a una reducción de la fluidez y la velocidad, dificultades de adelantamiento, posibles atascos puntuales y daños en los pavimentos con deterioro de las condiciones de la carretera.

Es importante dejar claro que aún no se ha definido la forma final de transporte del fertilizante, que depende del Plan de Negocio que se está estudiando para el Proyecto. Así, puede ocurrir que no todos los 50 viajes de camiones se realicen hasta el puerto de Terport, y que parte de la producción se transporte por carretera desde la Planta hasta las ciudades de Cascavel y Dourados, en Brasil. En cualquier caso, el recorrido hacia ambos destinos presupone el paso de los camiones por el mismo tramo de la Ruta Villeta – Alberdi que se utilizaría para acceder a Terport, aplicándose los cálculos de capacidad realizados para el escenario de transporte fluvial.

ATOME PLC

Después de la Ruta Villeta - Alberdi, el trayecto para esas ciudades debe ser realizado a través de los siguientes caminos:

Cascavel - Ruta Guarambaré - Villeta (de Villeta a Guarambaré), Acceso Sur (de Guarambaré a Itá), Ruta Ypacaraí - Itá (de Itá a Ypacaraí), Ruta 2 (de Ypacaraí a Foz do Iguaçu, en Brasil), y BR-277 (de Foz do Iguaçu a Cascavel).

Dourados - Ruta Guarambaré - Villeta (de Villeta a Guarambaré), Acceso Sur (de Guarambaré a Itá), Ruta Ypacaraí - Itá (de Itá a Ypacaraí), Ruta 2 (de Ypacaraí a Caacupé), Ruta Caacupé - Tobatí (de Caacupé a Tobatí), Ruta Arroyos y Esteros - Tobatí (de Tobatí a Arroyos y Esteros), Ruta 3 (de Arroyos y Esteros a San Estanislao), Ruta 10 para circunvalar la zona urbana de San Estanislao, Ruta 3 (de San Estanislao a Yby Yaú), Ruta 5 (de Yby Yaú a Ponta Porã, en Brasil), y BR-463 (de Ponta Porã a Dourados).

Los riesgos y molestias causados por el aumento del tráfico a los residentes de las viviendas situadas en los bordes de los accesos se evalúan en el Impacto 8.03 y riesgo 14.04.

Medidas de Mitigación

Teniendo en cuenta que una parte de este impacto está asociada a una actividad que realizará una empresa subcontratada, la principal medida a mencionar para prevenirlo es la contratación de Empresas altamente calificadas, del **Programa de Gestión Ambiental y Social de la Fase de Operación**, a través de la cual ATOME se asegurará de que sólo se contraten empresas que cumplan con la legislación paraguaya relacionada con la salud y seguridad y las condiciones de trabajo y también los procedimientos del sistema de gestión ambiental, social y de SST de ATOME.

Las medidas de gestión del transporte para la fase de operación, incluyendo el transporte de trabajadores con sus vehículos/motocicletas propios o transportados por furgonetas/autobuses están dispuestas en el **Programa de Gestión del Transporte en la Fase de Operación**, a través del cual se definirán los tramos de mayor riesgo de la ruta, un plan de señalización adecuado, control de la velocidad, normas de transporte, formación de los conductores, etc.

También es importante mencionar las medidas del **Programa de Participación de las Partes Interesadas**, que incluyen la comunicación a la población sobre las horas de mayor tráfico de camiones, posibles interrupciones del tráfico, los canales disponibles para quejas y consultas, entre otras informaciones, y el establecimiento del mecanismo de gestión de quejas, reclamaciones e inquietudes para que se comunique a ATOME cualquier problema, incluyendo daños en la carretera, molestias por exceso de ruido y emisiones, entre otros.

Calificación del impacto resultante

Considerando la aplicación de los Programas y medidas anteriores, se evalúa este impacto negativo de la fase de operación del proyecto, que afecta el AII, como directo, de inducción inmediata y larga duración, con alta probabilidad de ocurrencia y reversible (en caso de desmovilización de la Planta, el transporte de productos por carretera dejará de existir). Tiene potencial de acumulatividad y es sinérgico. Tiene larga duración y potencial acumulativo (**Sección 6.1.5**). Teniendo en cuenta que los viajes diarios de camiones y autobuses que generará

ATOME PLC

el Proyecto representan un porcentaje ínfimo de la capacidad de las carreteras, y que durante la fase de operación será más fácil establecer un control de las medidas de seguridad a la entrada y salida de vehículos en la Planta, este impacto se clasifica de bajas magnitud e importancia. Es un impacto altamente mitigable, resultando en importancia residual también baja.

Calificación del impacto (atributos) **Apropiación de la capacidad de las carreteras de acceso al proyecto en la fase de operación**			
Naturaleza	Negativo	**Localización y espacialización**	AII
Etapa de ocurrencia	Operación	**Incidencia**	Directo
Temporalidad (Inducción)	Inmediato	**Temporalidad (Duración)**	Largo Plazo
Reversibilidad	Reversible	**Probabilidad de ocurrencia**	Alta
Magnitud e Importancia			
Magnitud	Baja		
Importancia	Baja		
Mitigabilidad	Altamente Mitigable		
Importancia residual	Baja		

7.03 – Apropiación de la capacidad de la Hidrovía Paraguay – Paraná

Acciones impactantes	A.3.04 Transporte de insumos y productos
Componente Impactable	C.3.02 - Infraestructura, Equipamiento Social y Servicios Públicos

Análisis del impacto potencial

Como se ha mencionado en el impacto anterior, aún no se ha definido la opción que se elegirá para el transporte de la producción de fertilizante CAN. El Plan de Negocio que se está estudiando para el Proyecto evalúa tanto las opciones de transporte sólo por carretera, hasta Cascavel y Dourados en Brasil, como el transporte por carretera hasta el puerto de Terport, y desde allí por la Hidrovía Paraguay-Paraná hasta el puerto de destino (Nueva Palmira, en Uruguay).

Si se opta por la segunda forma de transporte, es necesario evaluar el impacto que este aumento del tráfico de barcazas tendrá en la hidrovía.

Para realizar los cálculos del número de viajes de barcazas para transportar el fertilizante por la Hidrovía se consideraron las siguientes hipótesis recogidas en el **Capítulo 2.0**:

Se calcula un viaje de una barcaza cada dos días, y 100 a 150 viajes al año. Se entiende que algunos de estos viajes pueden estar más concentrados en determinadas épocas del año, ya que, en otras, por ejemplo, en la estación seca, la navegación puede estar restringida, tal y como se ve en las condiciones del Transporte fluvial incluidas en la **Sección 5.4.1.3.6.2**.

De todos modos, el flujo de barcazas resultante del Proyecto provocará un incremento en el uso de la Hidrovía, impactando en su capacidad de transporte de carga. Sin embargo, según datos de 2019, se estima que la Hidrovía aún opera con un tonelaje muy por debajo de su capacidad, y actualmente se coordinan acciones para un mayor aprovechamiento de los recursos compartidos, de manera de alcanzar un incremento que podría duplicar el nivel actual de carga transportada para el período 2020/2025[20].

[20] https://www.puertojennefer.com.bo/hidrovia.php.

ATOME PLC

El sistema de carga de la Hidrovía Paraguay-Paraná tiene una capacidad de aproximadamente 100 millones de toneladas[21], pero de acuerdo a datos de distintos organismos internacionales, por la Hidrovía circulan anualmente más de 36 millones de toneladas anuales de carga comercial de las cuales la mayor parte son granos[22].

A pesar de esta infrautilización, países como Argentina, por ejemplo, han previsto duplicar las exportaciones y llevarlas de los actuales 87.000 millones a 174.000 millones. Al ser la Hidrovía la principal infraestructura destinada a la exportación, esta meta exigiría la profundización del río para ampliar la capacidad de carga de los buques interoceánicos y facilitar su navegabilidad[23].

Además de esta previsión de aumento del uso de la Hidrovía, y de las restricciones a la navegación en determinadas estaciones y tramos, como se informa en la **Sección 5.4.1.3.6.2**, también hay que considerar los escenarios de cambio climático, con eventos de precipitaciones extremas y el consiguiente arrastre de sedimentos desde aguas arriba hacia arroyos y quebradas, y eventos de sequía, que pueden afectar a la navegación.

En cualquier caso, como ya se ha mencionado en el impacto 7.02, aún no se ha definido la forma final de transporte del fertilizante, que depende del Plan de Negocio que se está estudiando para el Proyecto. Una de las posibilidades evaluadas es transportar el fertilizante al 100% por carretera desde la Planta hasta las ciudades de Cascavel y Dourados, en Brasil, lo que eliminaría este impacto en la hidrovía.

Medidas de Mitigación

Este impacto también está asociado a una actividad que realizará una empresa subcontratada. Por lo tanto, se menciona la implementación de la contratación de Empresas calificadas del **Programa de Gestión Ambiental y Social de la Fase de Operación**, a través de la cual ATOME se asegurará de que se contrate una empresa de navegación que:

- Cumpla con la legislación paraguaya y requisitos internacionales relacionados con salud y seguridad y condiciones de trabajo; con el Acuerdo de Transporte Fluvial por la Hidrovía del Paraguay; y con los protocolos de las agencias que regulan el uso de la Hidrovía Paraguay - Paraná en cada país.
- Disponga de un sistema propio de gestión ambiental, social y de salud y seguridad o esté obligada contractualmente a adoptar los procedimientos del sistema de gestión de ATOME y las medidas establecidas en este PGAS, que estarán basadas en la coordinación con las autoridades portuarias y los contratistas, en especial las medidas de seguridad y control ambiental previstas en el transporte fluvial del NH_3 y los protocolos de respuesta a emergencias del P.10.

También se mencionan las medidas del **Programa de Gestión del Transporte en la Fase de Operación**, a través del cual se definirán las buenas praticas ambientales, sociales y de salud y seguridad asociados al transporte de operación del Proyecto.

[21] https://www.economy.com.bo/articulo/logistica/consultor-onu-destaca-potencial-salidas-maritimas-bolivia-como-canal-tamengo-hidrovia-paraguay/20220704172014006605.html.
[22] https://www.puertojennefer.com.bo/hidrovia.php.
[23] https://agenciatierraviva.com.ar/hidrovia-paraguay-parana-tres-decadas-de-impactos-socioambientales-y-de-democracia-ausente/.

ATOME PLC

También es importante mencionar las medidas del **Programa de Participación de las Partes Interesadas**.

Calificación del impacto resultante

Implementando los Programas y medidas propuestos, este impacto negativo de la fase de operación del Proyecto se califica como directo, difuso, de corto plazo de inducción y largo plazo de duración, con baja probabilidad de ocurrencia (pudiendo ni siquiera se producir si el plan de negocios elige la opción de transporte terrestre al 100%) y reversible (en caso de desmovilización de la Planta, el transporte fluvial de productos dejará de existir). Es acumulativo y sinérgico. Se trata de un impacto de larga duración, con potencial acumulativo (**Sección 6.1.5**), de media magnitud e importancia mediana. Se considera un impacto medianamente mitigable y, por tanto, la importancia residual es baja.

Calificación del impacto (atributos) **Apropiación de la capacidad de la Ruta Nacional PY19 en la fase de operación**			
Naturaleza	Negativo	**Localización y espacialización**	Difuso
Etapa de ocurrencia	Operación	**Incidencia**	Directo
Temporalidad (Inducción)	Corto Plazo	**Temporalidad (Duración)**	Largo Plazo
Reversibilidad	Reversible	**Probabilidad de ocurrencia**	Baja
Magnitud e Importancia			
Magnitud	Media		
Importancia	Moderada		
Mitigabilidad	Medianamente Mitigable		
Importancia residual	Baja		

7.04 – Sobrecarga de los sitios de eliminación de residuos sólidos en la fase de obras

Acciones impactantes	A.2.03 Remoción de vegetación y limpieza del terreno A.2.06 Movimiento de tierras A.2.07 Ejecución de fundaciones A.2.08 Obras civiles A.2.09 Montaje A.2.10 Montaje de las torres A.2.11 Lanzamiento de los cables A.2.12 Operación de las instalaciones de apoyo de la construcción A.2.13 Desmovilización de áreas de apoyo
Componente Impactable	C.3.02 - Infraestructura, Equipamiento Social y Servicios Públicos

Análisis del impacto potencial

Como se señaló en la **Sección 2.7.4**, se estima que durante las obras y montaje del Proyecto se generarán diversos tipos de residuos, incluidos residuos de construcción y demolición y residuos de envases diversos. El volumen total estimado de residuos es de 297 m^3, de los cuales la mayor cantidad, 141 m^3, corresponde a envases diversos, además de 29 m^3 de residuos de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos; 32 m^3 de madera, vidrio y plástico; 10 m^3 de mezclas betuminosas, alquitrán y otros productos alquitranados; 34 m^3 de metales; 25 m^3 de materiales de aislamiento; 15 m^3 de materiales de construcción a partir de yeso; y 11 m^3 de otros residuos de construcción o demolición.

Entre los residuos generados, hay aquellos que se pueden reutilizar y otros que se pueden reciclar. También hay residuos considerados peligrosos, que no pueden eliminarse en rellenos sanitarios, como, por ejemplo, las mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos contaminados con sustancias peligrosas; vidrio, plástico y madera contaminados con sustancias peligrosas; alquitrán de hulla y productos alquitranados; residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas; cables que contienen hidrocarburos; materiales de aislamiento contaminados; filtros de aceite, baterías, pinturas, yeso contaminado con sustancias peligrosas; otros residuos de construcción y demolición contaminados con sustancias peligrosas; y todo tipo de envases contaminados con sustancias peligrosas.

Además de los residuos de construcción y demolición, también se podrá generar:

- residuos comunes (residuos de oficina, restos de comida, envases de alimentos, papel higiénico, restos de EPP);
- residuos de ambulatorio;
- tierra contaminada como resultado de posibles fugas o derrames de combustibles, aceites y grasas y otros productos químicos;
- suelo excedente de excavación;
- residuos de supresión de vegetación.

Se estima que la generación de estos residuos sólidos en el campamento y frentes de construcción y montaje representarán un impacto en las infraestructuras de eliminación de residuos disponibles en la región, incluso si la cantidad de residuos que se generará no es significativa.

Medidas de Mitigación

Como parte de las medidas para la gestión de los residuos sólidos generados en el campamento y los frentes de construcción y montaje del proyecto, en primer lugar, se prevé la implementación de una central de residuos en el campamento, donde se llevará a cabo la separación y almacenamiento temporal de los residuos hasta el destino final.

Se separarán los residuos pasibles de reutilización en la obra y de reciclaje, siendo estos últimos vendidos a empresas licenciadas o donados.

Como se verificó en la línea base, los residuos del Distrito de Villeta son retirados por la empresa EMAASA, quienes se encargan de llevar los residuos a un relleno sanitario de Villa Hayes.

Los contratistas deberán contratar los servicios de esta empresa o de otra disponible en la región que esté debidamente licenciada, y no podrán eliminar los residuos en vertedero sin control ni quemarlos y enterrarlos.

La empresa recoge y elimina residuos industriales no peligrosos y residuos de construcción y demolición. Para los residuos peligrosos, se puede recurrir a la eliminación en la empresa TAYI AMBIENTAL S.A., ubicada en Asunción, que opera una planta de tratamiento de residuos hospitalarios, farmacéuticos, patogénicos, industriales, comerciales peligrosos y no peligrosos.

ATOME PLC

Las medidas de gestión de residuos (Gestión de residuos sólidos y Manejo de materiales peligrosos) son parte del **Programa de Control Ambiental de la Construcción** del PGAS (**Capitulo 7.0**). La comprobación de la correcta aplicación de estas medidas por parte de los Contratistas y subcontratistas se realizará mediante la medida de Supervisión de la Construcción incluida en el **Programa de Gestión Ambiental y Social**.

Es importante también mencionar las medidas previstas en el **Programa de Gestión del Trabajo y Condiciones Laborales**, como la Capacitación Laboral, el Código de Conducta para los Trabajadores y la Educación Ambiental y Social de Trabajadores, a través de las cuales los trabajadores serán informados de las prácticas apropiadas de gestión de residuos que se seguirán en el campamento y frentes de construcción.

Calificación del impacto resultante

Considerando la correcta implementación de las medidas previstas en el PGAS para este impacto de la fase de construcción, se clasifica el mismo como negativo, de incidencia en el AII o difuso, indirecto, de inducción a corto plazo y corta duración. Es completamente reversible y su probabilidad de ocurrencia puede considerarse baja, debido a la cantidad de desechos que se generarán. La magnitud es baja y la importancia moderada. Teniendo en cuenta que se trata de un impacto altamente mitigable, la importancia residual es baja.

Calificación del impacto (atributos) **Sobrecarga de los sitios de eliminación de residuos sólidos en la fase de obras**			
Naturaleza	Negativo	**Localización y espacialización**	AII o Difuso
Etapa de ocurrencia	Operación	**Incidencia**	Indirecto
Temporalidad (Inducción)	Corto Plazo	**Temporalidad (Duración)**	Corto Plazo
Reversibilidad	Parcialmente reversible	**Probabilidad de ocurrencia**	Baja
Magnitud e Importancia			
Magnitud	Baja		
Importancia	Moderada		
Mitigabilidad	Altamente Mitigable		
Importancia residual	Baja		

7.05 – Impacto en la circulación de la Ruta Nacional PY19 durante el tendido de los cables de la LT, generalmente de pocas horas

Acciones impactantes	A.2.11 Lanzamiento de los cables
Componente Impactable	C.3.02 - Infraestructura, Equipamiento Social y Servicios Públicos

Análisis del impacto potencial

Dado que la Subestación de Buey Rodeo se encuentra en el lado opuesto de la Ruta Nacional PY19, la LT tendrá que cruzar esta carretera para llegar a su punto final, en la subestación de la Planta. Este cruce requerirá la interrupción temporal y puntual del tráfico en esta carretera durante la actividad de tendido de los cables.

Se prevé que el tendido de los cables en el punto de intersección de la LT con la carretera afecte durante unas 2 horas a los flujos de vehículos en el tramo del cruce. Cabe señalar que la carretera

que se va a interceptar no tiene un tráfico intenso, como se muestra en la **Tabla 6.1.3.3.a** en el impacto 7.01.

Se trata de una actividad que tendrá lugar solo una vez y será programada, que requerirá refuerzo de la señalización, la coordinación con las municipalidades y Direcciones de Vialidad y una adecuada comunicación social.

Medidas de Mitigación

Este impacto puede mitigarse mediante la adopción de medidas apropiadas, sistematizadas en el PGAS, principalmente en el **Plan de Control Ambiental de la Construcción**, como la implementación de señalización adecuada días antes del lanzamiento de los cables en el punto de cruce de la carretera, en coordinación con la municipalidad y la Dirección de Vialidad; la solicitación de permiso para el tendido de los cables; y el cierre de la carretera una vez, durante un par de horas aproximadamente.

También se prevén medidas de comunicación como parte del **Plan de Relaciones y Participación con la Comunidad**. La gestión de las medidas se hará en el ámbito del **Programa de Gestión Ambiental**.

Calificación del impacto resultante

Considerando la correcta implementación de las medidas previstas en el PGAS para este impacto de la fase de construcción, se clasifica el mismo como negativo, de incidencia en el AID, directo, de inducción inmediata y muy corta duración, de cerca de 2 horas y solamente una vez. Es reversible y de alta probabilidad de ocurrencia, de magnitud e importancia bajas. Se trata de impacto de fácil mitigación y, por tanto, de importancia residual baja.

Calificación del impacto (atributos) **Impacto en la circulación de la Ruta Nacional PY19 durante la construcción**			
Naturaleza	Negativo	**Localización y espacialización**	AID
Etapa de ocurrencia	Operación	**Incidencia**	Indirecto
Temporalidad (Inducción)	Corto Plazo	**Temporalidad (Duración)**	Corto Plazo
Reversibilidad	Reversible	**Probabilidad de ocurrencia**	Alta
Magnitud e Importancia			
Magnitud	Baja		
Importancia	Baja		
Mitigabilidad	Altamente Mitigable		
Importancia residual	Baja		

ATOME PLC

8 - Impactos en la Calidad de Vida de la Población

8.01 – Generación de expectativas

Acciones impactantes	A.1.01 Divulgación del proyecto A.1.02 Estructuración operacional inicial A.2.01 Movilización de trabajadores de construcción A.2.02 Movilización de áreas de apoyo a la construcción A.3.03 Operación y mantenimiento de la planta, de la LT y del sistema de captación de agua y tuberías A.3.04 Transporte de insumos y productos
Componente Impactable	C.3.03 - Calidad de Vida de la Población

Análisis del impacto potencial

Los impactos sociales comienzan en el momento en que las partes potencialmente afectadas o interesadas por un proyecto en particular se dan cuenta de su existencia, ya sea a través de noticias públicas, a través de consultas y reuniones con entidades y autoridades locales, de las inspecciones de campo de topografía, ingeniería y para los estudios ambientales, incluidas las entrevistas con la población y otras situaciones.

Las noticias y la presencia de técnicos relacionados con el proyecto en la región crean temores sobre posibles impactos negativos, como incomodidades provocadas por las actividades de obras, incluyendo emisión de ruido, polvo, vibración, aumento del tráfico de vehículos pesados, la presencia de trabajadores de fuera de la región, entre otros; y / o expectativas positivas, como las relacionadas a puestos de trabajo, dinamización de la economía local, aumento posibilidades de negocios, otros beneficios para la comunidad en general, entre otras.

Las expectativas se extienden también a los posibles impactos y riesgos de la fase de operación de la Planta, que se refieren a posibles accidentes con los equipos e instalaciones, que impliquen explosión y fuga de productos peligrosos; al empeoramiento de las condiciones de tráfico y conservación de la Ruta Nacional PY19; al aumento del riesgo de accidentes por el tránsito de los camiones que transportarán el fertilizante CAN y los autobuses que transportarán los trabajadores; a la prohibición de algunos usos en las franjas de servidumbre de la LT y las tuberías de agua y efluentes; entre otros.

En caso de incertidumbres resultantes de la falta de información sobre el proyecto y la interacción entre personas potencialmente afectadas e interesadas, tanto los temores como las expectativas pueden ser exagerados o pueden no corresponder en absoluto con la realidad resultante del proyecto. Las situaciones de incertidumbre pueden crear preocupación y angustia e incluso pueden conducir a actitudes y acciones de contestación y conflicto.

Medidas de Mitigación y Potencialización

Es importante y necesario, lo antes posible, desarrollar procesos de información, comunicación y participación con las partes interesadas y posibles afectados sobre las características del proyecto y los impactos potenciales, para reducir la incertidumbre y, por otro lado, informar sobre los compromisos a ser asumidos por ATOME para prevenir, mitigar, controlar y compensar los impactos y recoger contribuciones al diseño de las mejores soluciones de mitigación.

ATOME PLC

En el contexto de este EIAS, se realizaron contactos y entrevistas con autoridades y otras partes interesadas de Villeta, incluyendo los residentes de la única casa en las inmediaciones de la Planta, en entrevistas semi estructuradas.

También se realizó una consulta pública en Villeta, conforme establecido en el **Programa de Participación de las Partes Interesadas**, para presentar el EIAS y recoger las contribuciones de la población para mejora del Proyecto y del estudio.

Todas estas medidas están sistematizadas en el **Programa de Participación de las Partes Interesadas** del PGAS. La implementación efectiva de las medidas se verificará a través de la medida de Supervisión de la Construcción del **Programa de Gestión Ambiental y Social**.

Calificación del impacto resultante

Es un impacto con vectores negativo y positivo, de ocurrencia cierta, pero reversible, de alcance geográfico en el AID y en el AII, que comienza en la etapa de planificación, pero se relaciona principalmente con la fase de construcción y se extiende a la operación del proyecto. Es directo, inmediato y de largo plazo de duración. La magnitud es alta y la importancia es media. Es de fácil mitigación con las medidas de comunicación previstas, resultando en importancia residual moderada.

Calificación del impacto (atributos) Generación de expectativas			
Naturaleza	Negativo y Positivo	**Localización y espacialización**	AID y AII
Etapa de ocurrencia	Planificación/Implantación/ Operación	**Incidencia**	Directo
Temporalidad (Inducción)	Inmediato	**Temporalidad (Duración)**	Largo Plazo
Reversibilidad	Reversible	**Probabilidad de ocurrencia**	Cierta
Magnitud e Importancia			
Magnitud	Alta		
Importancia	Media		
Mitigabilidad	Altamente Mitigable		
Importancia residual	Moderada		

8.02 – Molestias causadas por las actividades de construcción

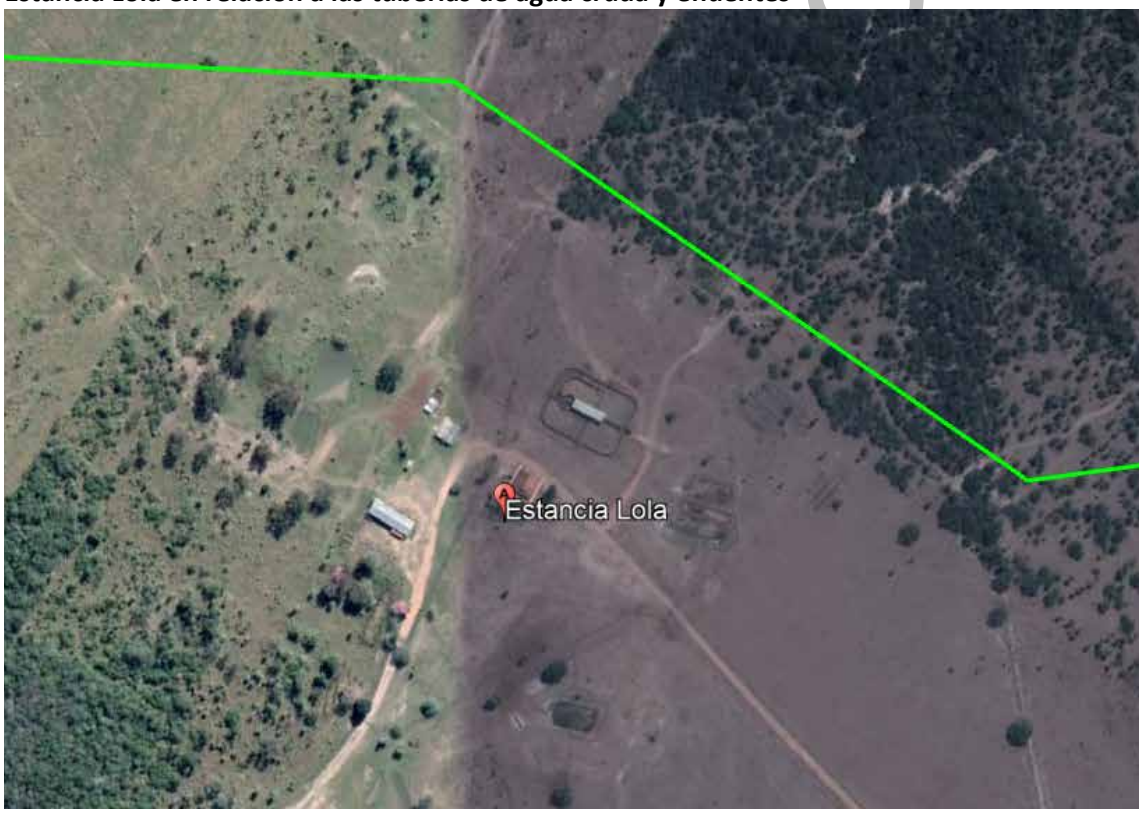
Acciones impactantes	A.2.03 Remoción de vegetación y limpieza del terreno A.2.04 Implementación / Adecuación de accesos A.2.05 Flujos de vehículos, equipos y trabajadores A.2.06 Movimiento de tierras A.2.07 Ejecución de fundaciones A.2.08 Obras civiles A.2.09 Montaje A.2.10 Montaje de las torres A.2.11 Lanzamiento de los cables A.2.12 Operación de las instalaciones de apoyo de la construcción A.2.13 Desmovilización de áreas de apoyo
Componente Impactable	C.3.03 - Calidad de Vida de la Población

Análisis del impacto potencial

Algunas actividades de las obras tienen el potencial de afectar el bienestar de personas que residen cerca de los frentes de construcción, accesos y campamento de obra debido al aumento del ruido, polvo, vibraciones y tráfico.

En el caso del proyecto de ATOME, como se verificó en el diagnóstico y en impactos anteriores, sólo hay una vivienda vecina cerca de los límites del terreno de la Planta, donde viven cuatro o más personas que laboran en la finca, las cuales serán las más impactadas por las actividades de construcción. En el caso de las tuberías de agua y efluentes, las obras podrían causar molestias a los vecinos de la Estancia Lola, que se encuentran a unos 200 metros del trazado (**Figura 6.1.3.3.b**).

Figura 6.1.3.3.b
Estancia Lola en relación a las tuberías de agua cruda y efluentes



En el entorno de la Subestación de Buey Rodeo y de la franja de servidumbre de la futura LT y del lugar de construcción de la caseta de bombeo a orillas del río Paraguay, no existen ocupaciones humanas.

Hay que mencionar también las personas que viven alrededor de las vías de acceso que se utilizarán durante la obra, y que se verán impactadas por el aumento del tráfico de vehículos pesados, con aumento del riesgo de accidentes y de emisiones de ruido. Como mencionado en el impacto 7.01, el entorno de la Ruta Villeta - Alberdi a ser más utilizada durante las obras, presenta usos dispersos, correspondientes principalmente a industrias, empresas de servicios, además de algunos puestos de venta informales, de ocupación diaria.

Sin embargo, el entorno de los tramos de la Ruta Guarambaré – Villeta y principalmente del Acceso Sur a ser utilizados por autobuses de transporte de trabajadores presentan el entorno densamente ocupado. La población que vive en las casas a los lados de estas carreteras estará más susceptible a las incomodidades y riesgos del tráfico relacionado con el Proyecto, y podría verse directamente impactada.

Las principales molestias causadas por las actividades de construcción están relacionadas con el aumento de las emisiones de ruido, vibraciones y polvo, este último principalmente durante la construcción. Durante el período de sequía la generación y dispersión de polvo pueden ser más intensas, y requieren mitigaciones diarias. Las actividades con mayor potencial para la generación de este impacto son los movimientos de tierras, la hinca de pilotes, el montaje de estructuras metálicas, el funcionamiento de plantas de hormigón, el almacenamiento de áridos, el funcionamiento de generadores, además del tráfico de vehículos pesados en los accesos internos.

Medidas de Mitigación

Las medidas de prevención y mitigación de este impacto, sistematizadas en el PGAS, son principalmente las incluidas en el **Programa de Control Ambiental de la Construcción** (Control de emisiones atmosféricas; Control de emisión de ruido y vibraciones; Control de tráfico de construcción; Gestión de las instalaciones temporales/campamento de construcción). La implementación efectiva de las medidas por parte de los Contratistas y subcontratistas se verificará a través de la medida de Supervisión de la Construcción incluida en el **Programa de Gestión Ambiental y Social**, que también incluye Medidas de monitoreo de calidad ambiental.

También se mencionan algunas de las medidas del **Programa de Gestión del Trabajo y Condiciones Laborales** como la Capacitación Laboral, el Código de Conducta para los Trabajadores y la Educación Ambiental y Social de Trabajadores. Los contenidos que se abordarán con los trabajadores incluirán:

- Tomar las precauciones necesarias en los trabajos realizados en las proximidades de la residencia vecina, para evitar en la medida de lo posible las incomodidades derivadas de las actividades de construcción;
- Evitar en la medida de lo posible las actividades ruidosas y luminosas por la noche;
- En períodos secos, humedecer el suelo expuesto en los accesos internos sin pavimento, para minimizar la emisión de polvo;
- Cubrir con lonas los camiones que transporten tierra seca y otros áridos para evitar la dispersión de polvo;
- Respetar los límites de velocidad y adoptar los itinerarios definidos en el Programa de Gestión del Tráfico, que tratará de dar prioridad al paso fuera de los tramos urbanos.

Como parte del **Programa de Participación de las Partes Interesadas**, se mencionan las medidas de difusión y comunicación y el Mecanismo de gestión de quejas, reclamos e inquietudes destinado a las comunidades.

ATOME PLC

Medidas de Monitoreo

Programa de Control Ambiental de la Construcción

- Monitoreo de ruido
- Monitoreo visual de emisiones (escala Ringelmann) de los vehículos y maquinaria de construcción

Calificación del impacto resultante

Este es un impacto negativo de la fase de construcción, directo, de alcance principalmente en el ADA y entorno, pero que se extiende al AII debido a los accesos. Tiene una inducción inmediata y una duración de corto plazo (periodo de obras). Es reversible y tiene una alta probabilidad de ocurrencia. La magnitud es media y la importancia moderada, pero se consideran de media a alta para la vivienda en la finca vecina. Siendo un impacto altamente mitigable, su importancia residual resulta moderada para los vecinos en la finca.

Calificación del impacto (atributos) **Molestias causadas por las actividades de construcción**			
Naturaleza	Negativo	**Localización y espacialización**	ADA/AII
Etapa de ocurrencia	Implantación	**Incidencia**	Directo
Temporalidad (Inducción)	Inmediato	**Temporalidad (Duración)**	Corto Plazo
Reversibilidad	Reversible	**Probabilidad de ocurrencia**	Alta
Magnitud e Importancia			
Magnitud	Media y de Media a Alta para los residentes de la casa vecina		
Importancia	Moderada y de Media a Alta para los residentes de la casa vecina		
Mitigabilidad	Altamente Mitigable		
Importancia residual	Moderada		

8.03 – Molestias por ruido en la fase de operación

Acciones impactantes	A.1.03 Estudios de alternativas locacionales y tecnológicas A.3.03 Operación y mantenimiento de la planta, de la LT y del sistema de captación de agua y tuberías A.3.04 Transporte de insumos y productos A.3.05 Controles ambientales durante la operación
Componente Impactable	C.3.03 - Calidad de Vida de la Población

Análisis del impacto potencial

En la fase de operación del Proyecto, algunos equipos de la Planta que emiten ruidos pueden afectar a la calidad de vida de los residentes de la propiedad vecina. Como ya se ha mencionado, sólo hay una residencia adyacente al terreno de la Planta, donde viven cuatro o más personas que laboran en la finca donde se realizan actividades de cría de patos, marruecos, ovejas, cabras, además de burros, caballos y vacunos, según información de la entrevista.

Teniendo en cuenta el funcionamiento de la Planta, las emisiones de los equipos que más emiten ruido son las siguientes:

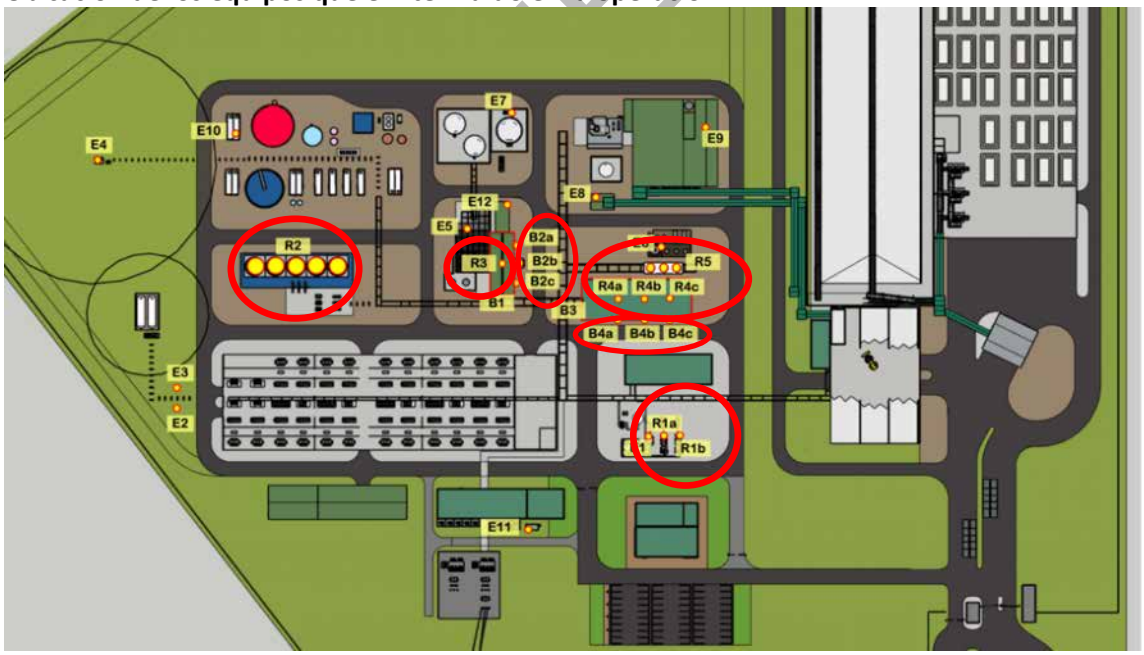
Tabla 6.1.3.3.c
Equipos de la Planta que más emiten ruido

Punto	Descripción	Ruido emitido (dBA) *
R1a	Compresor principal de la USA	85
R1b	Compresor reserva de la USA	85
R2	Torre de refrigeración (5 células)	85
R3	Turboset	95
R4a	Compresor de *syngas*	95
R4b	Compresor de reserva	95
R4c	Compresor de Unidad de Sintesis de NH_3	95
R5	Refrigerador de NH_3	85
B2a	Ventilación Turboset A	84
B2c	Ventilación Turboset B	84
B4a	Ventilación del edificio del compresor A	84
B4b	Ventilación del edificio del compresor B	84
B4c	Ventilación del edificio del compresor C	84

*A 1 m del equipo.

Estos equipos se muestran en la **Figura 6.1.3.3.c** en relación con el layout de la Planta, utilizando los códigos R1 a R5, B2 y B4 que aparecen en la Tabla y destacados en círculos rojos.

Figura 6.1.3.3.c
Ubicación de los equipos que emiten ruido en la operación



Además del ruido causado por los equipos de la Planta, también hay que tener en cuenta el ruido causado por el tráfico de camiones dentro de la planta. Sin embargo, teniendo en cuenta que el flujo no será constante, se entiende que esta contribución será muy pequeña.

Al ser el Acceso Sur una vía con un volumen de tráfico actual muy superior al de la Ruta Villeta - Alberdi, no se considera que los 8 viajes diarios de los autobuses de trabajadores puedan generar

un incremento de ruido que cause más molestias a los residentes de las viviendas situadas en sus márgenes.

En cuanto a la LT, cabe mencionar que debido al efecto Corona, su operación produce un ruido de amplio rango, con sonidos generalmente descritos como zumbidos, clics o silbidos. Aunque rara vez es de intensidad o volumen suficiente para causar molestias y quejas de la población circundante, es un impacto a tener en cuenta. Las condiciones atmosféricas pueden causar variaciones significativas en la intensidad del Efecto Corona, especialmente en LTs con voltajes superiores a 220 kV, efecto que es la principal fuente de emisiones de ruido resultantes de la operación de LTs. En clima lluvioso y húmedo, el ruido generado por la operación de las LTs puede alcanzar niveles de sonido relativamente altos y puede ser una fuente de incomodidad para las poblaciones circundantes.

El proyecto de la LT de ATOME considera el ruido audible máximo en el límite de la franja de servidumbre como 45 (nocturno) y 60 (diurno) dBA. Estos valores son los definidos por la Ley N° 1100/1997 para áreas residenciales. Por otro lado, la CFI limita el ruido durante el día a los 55 dB, un poco abajo del límite de la Ley N° 1100/1997.

Para establecer los niveles de ruido actuales en el sitio del Proyecto, se realizó una campaña de medición de Nivel de Presión Sonora (NPS) entre los días 30 de setiembre y 10 de octubre de 2023, en horario diurno y nocturno, en cuatro receptores seleccionados ubicados en las inmediaciones del proyecto, mediante una única medición continua de 20 horas de duración por punto.

Para evaluar el impacto en el ambiente sonoro ocasionado por el proyecto se realizó una modelización del ruido utilizando el modelo CadnaA, que permite estimar la disipación de ruidos a partir de fuentes emisoras, considerando la topografía y otros obstáculos. El software CadnaA, de la empresa alemana Datakustik, considera inicialmente la modelización de la situación actual, insertándose en el programa la topografía, los edificios y muros circundantes y las fuentes de ruido actuales. El modelo se calibra hasta obtener en los puntos los valores respectivos medidos en la campaña.

La modelización fue realizada por CSI Ingenieros en octubre de 2023 y el informe completo de "Evaluación de la afectación al ambiente acústico – Modelación de nivel de presión sonora" puede consultarse en el **Anexo 6**.

Fueran considerados en la modelización los resultados de las mediciones, realizadas en los cuatro puntos, uno en el interior de la Planta considerando la futura localización de las principales fuentes sonoras como los compresores, uno en el acceso principal al terreno y frente a la ruta, otro en el límite de la propiedad de Atome y el vecino y el último en el acceso principal en la propiedad del vecino.

Se definieron once receptores puntuales a lo largo del perímetro del predio y se incorporaron otros cuatro receptores adicionales correspondientes a los sitios de monitoreo donde se realizaron las mediciones de línea de base. En la **Figura 6.1.3.3.d** se presenta la localización de todos los receptores puntuales considerados.
La evaluación de la afectación a la calidad acústica se realizó considerando dos escenarios diferenciados. El primero corresponde al escenario con la totalidad de las principales fuentes de

ATOME PLC

emisión de ruido funcionando de forma contínua y simultánea (supuesto conservador), sin incluir medidas de abatimiento de ruido. La **Figura 6.1.3.3.e** muestra el escenario 1 de la operación de la planta. El segundo escenario analizado surge de considerar las medidas de abatimiento de ruido definidas durante el diseño de ingeniería de la planta industrial, como instrumentos adicionales de mitigación del impacto acústico que el proyecto pudiera generar sobre el entorno. La **Figura 6.1.3.3.f** muestra las curvas de ruido teniendo en cuenta las medidas de atenuación acústica.

La **Tabla 6.1.3.3.d**, a continuación, muestra el análisis de la situación futura (proyecto + línea de base) para cada escenario modelado y su comparación con la normativa y guías de referencia adoptadas.

ATOME PLC

Figura 6.1.3.3.d
Receptores puntuales considerados

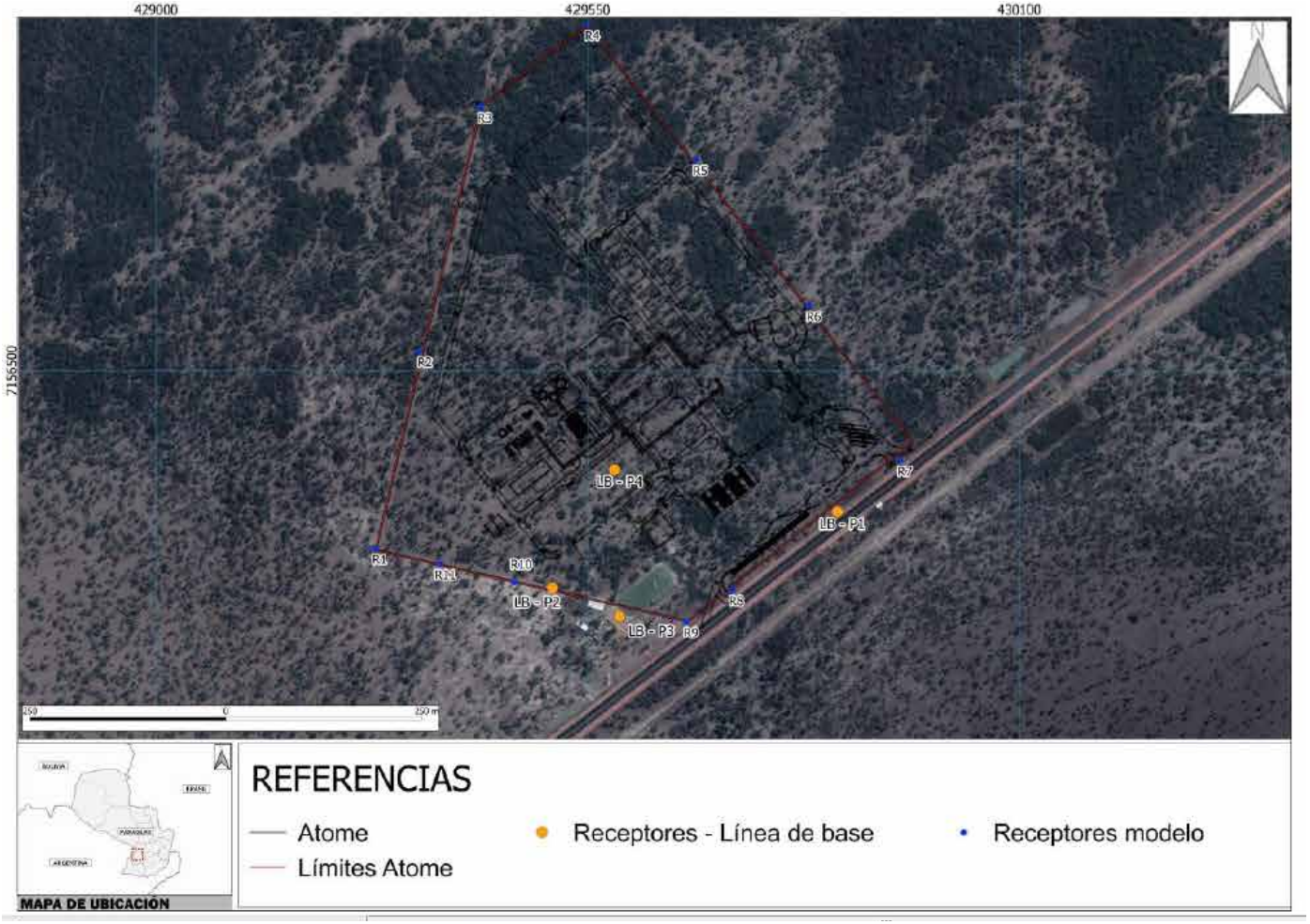


Figura 6.1.3.3.e
Escenario 1

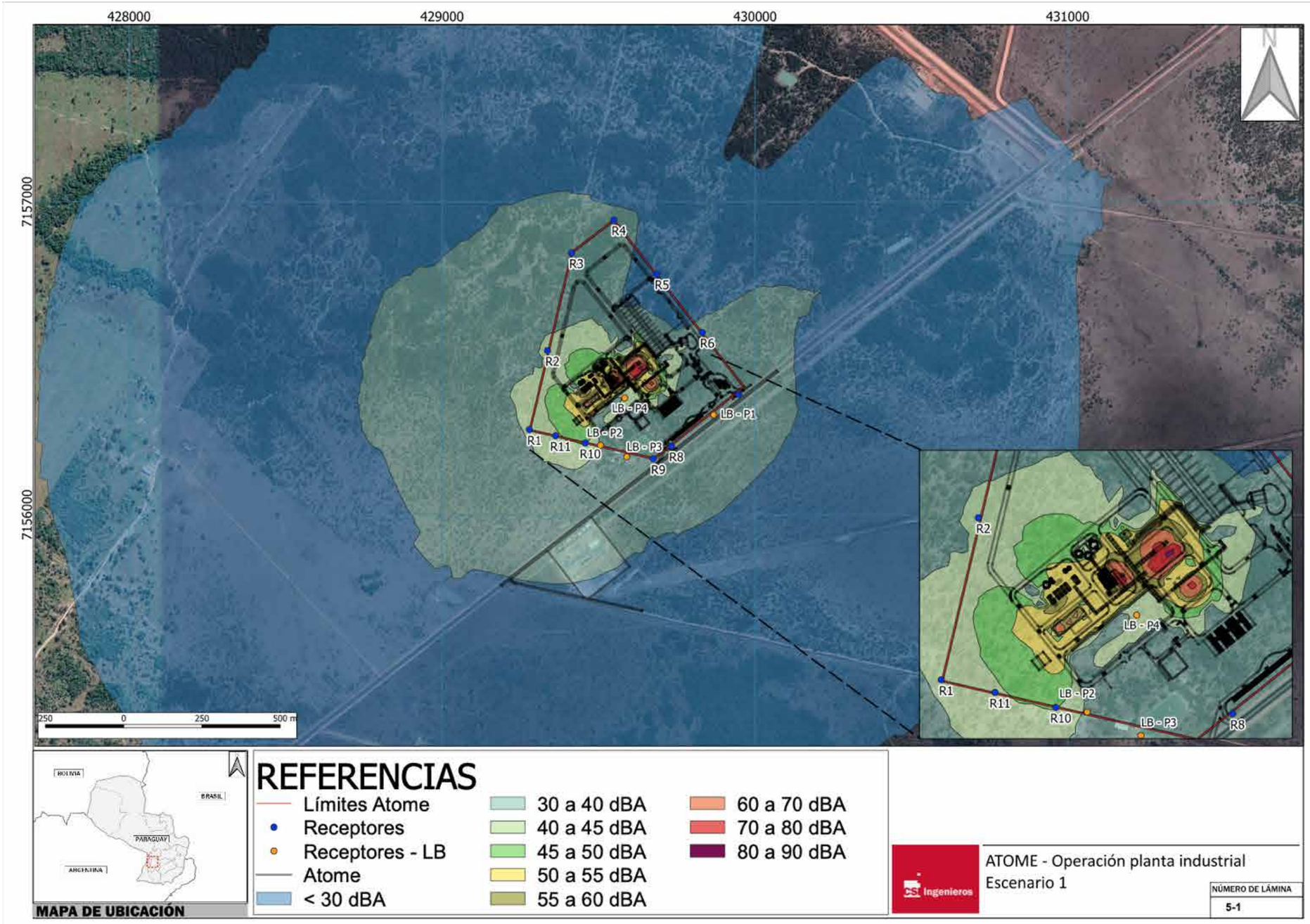


Figura 6.1.3.3.f
Escenario 2

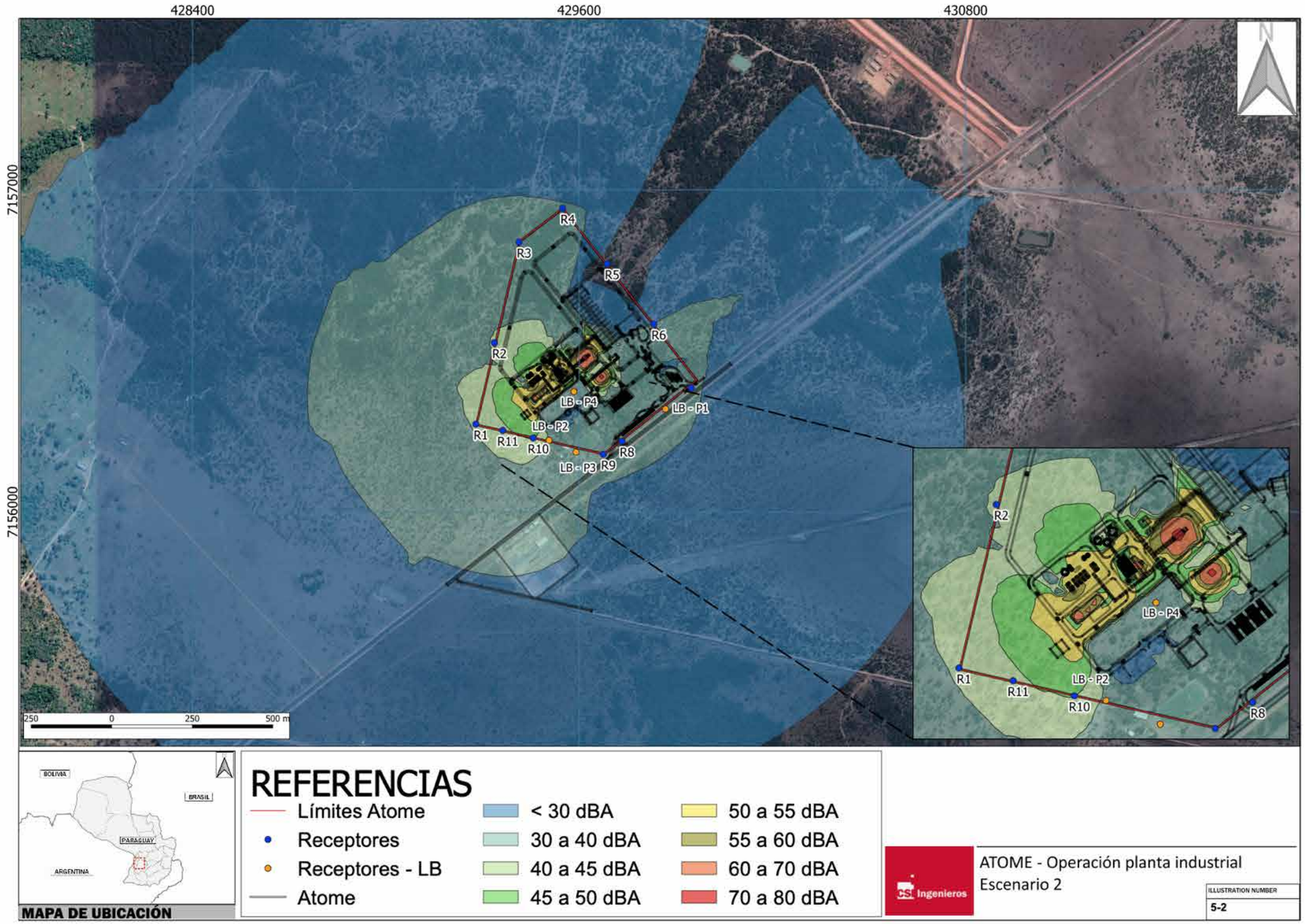


Tabla 6.1.3.3.d

Valores de NPS previstos y comparación con la normativa y guía de referencia

Receptor	Período	Aporte proyecto L_{Aeq} (dBA)		Línea de base* (dBA)	Punto de línea de base representativo** (dBA)	Situación futura: proyecto + línea de base (dBA)		Ley 1100/97 (dBA)	Guía IFC (dBA)
		Esc 1	Esc 2			Esc 1	Esc 2		
R1	Diurno	41	41	56	LB-P4***	56	56	75	70
	Noct.	41	41	53		53	53	60	70
R2	Diurno	41	41	56	LB-P4	56	56	75	70
	Noct.	41	41	53		53	53	60	70
R3	Diurno	34	33	56	LB-P4	56	56	75	70
	Noct.	34	33	53		53	53	60	70
R4	Diurno	31	30	56	LB-P4	56	56	75	70
	Noct.	31	30	53		53	53	60	70
R5	Diurno	25	19	56	LB-P4	56	56	75	70
	Noct.	25	19	53		53	53	60	70
R6	Diurno	35	31	56	LB-P4	56	56	75	70
	Noct.	35	31	53		53	53	60	70
R7	Diurno	33	30	66	LB-P1	66	66	75	70
	Noct.	33	30	62		62	62	60	70
R8	Diurno	34	31	66	LB-P1	66	66	75	70
	Noct.	34	31	62		62	62	60	70
R9	Diurno	33	31	65	LB-P3	65	65	75	70
	Noct.	33	31	67		67	67	60	70
R10	Diurno	45	45	58	LB-P2	58	58	75	70
	Noct.	45	45	55		55	55	60	70
R11	Diurno	44	44	58	LB-P2	58	58	75	70
	Noct.	44	44	55		55	55	60	70
LB - P1	Diurno	34	31	66	LB-P1	66	66	75	70
	Noct.	34	31	62		62	62	60	70
LB – P2	Diurno	40	39	58	LB-P2	58	58	75	70
	Noct.	40	39	55		55	55	60	70
LB – P3	Diurno	32	31	65	LB-P3	65	65	60	55
	Noct.	32	31	67		67	67	45	45

Fuente: CSI Ingenieros, 2023.

* Dado que la normativa paraguaya y la guía IFC consideran distintas franjas horarias para los períodos diurnos y nocturnos, se selecciona el menor valor correspondiente a cada período.

** Punto de línea de base considerado representativo del ambiente acústico del receptor evaluado. Se utilizó un criterio de cercanía y distancia a la ruta para su determinación.

***El LB-P4 no se evalúa por encontrarse dentro del predio industrial.

Según las conclusiones del estudio del **Anexo 6** (CSI Ingenieros, 2023), la evaluación de la potencial afectación al ambiente acústico de la zona por la futura operación de la Planta indica que no se generará un impacto negativo significativo en el entorno, en tanto la calidad acústica continuará siendo determinada por la condición actual (de línea de base). Bajo los supuestos realizados en la modelación, la contribución de nivel de presión sonora producto solo del funcionamiento del proyecto (sin cualquier ruido ambiente) es sustancialmente menor a la condición actual (línea de base), con valores de menos de 10 dBA en todos los receptores puntuales evaluados.

En cuanto al cumplimiento de los valores de calidad objetivo establecidos en la normativa paraguaya y guía IFC en la situación futura, no se prevé que haya una modificación del cumplimiento actual en los receptores relevados. Es decir, aquellos receptores en los que el NPS actual supera los valores de calidad objetivo continuarán superándolos en la situación futura y no se prevé que ningún receptor puntual evaluado modifique su nivel de cumplimiento cuando comience a funcionar el proyecto.

Si se considera la guía del IFC, el receptor LB-P3 (punto localizado en vivienda más próxima) es el único receptor puntual donde no se cumple en la situación actual ni se cumplirá en la situación futura el valor de calidad objetivo para período diurno y nocturno. Si se considera la normativa paraguaya, el mismo receptor LB-P3 tampoco cumple ni dará cumplimiento en la situación futura a los valores de calidad objetivo para ambos períodos, y lo mismo sucede para los receptores R7, R8, R9 y LB-P1 en período nocturno.

Cabe destacar que para el receptor LB-P3 se consideraron los límites residenciales de la normativa paraguaya y guía IFC. A pesar del anterior, se recuerda que este receptor corresponde a una vivienda rural productiva donde se desarrollan actividades de granja y que los valores de NPS relevados en la línea de base son actualmente elevados.

Medidas de Monitoreo

Según el estudio de modelización, las medidas de abatimiento de ruido que Atome ya tiene incorporadas en su diseño de ingeniería y fueron consideradas en el Escenario 2, disminuirá aún más el aporte del proyecto. En la fase de pruebas previa a la puesta en servicio, se realizarán mediciones para garantizar que los niveles de ruido emitidos por los equipos cumplen los límites indicados en la garantía de cada equipo. La eficacia real de las medidas de atenuación del ruido diseñadas se confirmará durante la fase de pruebas y puesta en servicio, ya que el contratista EPC llevará a cabo un control de confirmación antes del inicio de las operaciones.

No obstante, en la fase operativa se realizará monitoreo de ruido como parte del **Programa de Gestión Ambiental y Social de la Fase Operación**, para demostrar que la inexistencia de impactos, i.e., los niveles de línea base registrados antes del inicio de la operación de planta siguen como antes.

Calificación del impacto resultante

Este es un impacto negativo de la fase de operación, restringido a la porción de la AID más cercana a la ADA, pero que se extiende al AII debido a los accesos. Tiene incidencia indirecta, inducción inmediata y duración a largo plazo. Según los estudios de modelización, tiene una baja

ATOME PLC

probabilidad de ocurrencia y es reversible debido las medidas de reducción de ruidos incluidas en el diseño del proyecto. Tiene potencial acumulativo (ver **Sección 6.1.5**). La magnitud e importancia se consideran bajas y siendo de fácil mitigación, la importancia residual resulta también baja.

Calificación del impacto (atributos) **Molestias por ruido en la fase de operación**			
Naturaleza	Negativo	**Localización y espacialización**	AID/AII
Etapa de ocurrencia	Operación	**Incidencia**	Indirecto
Temporalidad (Inducción)	Inmediato	**Temporalidad (Duración)**	Largo Plazo
Reversibilidad	Reversible	**Probabilidad de ocurrencia**	Baja
Magnitud e Importancia			
Magnitud	Baja		
Importancia	Alta		
Mitigabilidad	Totalmente Mitigable		
Importancia residual	Baja		

8.04 – Molestias por olores en la fase de operación

Acciones impactantes	A.1.03 Estudios de alternativas locacionales y tecnológicas A.3.03 Operación y mantenimiento de la planta, de la LT y del sistema de captación de agua y tuberías A.3.05 Controles ambientales durante la operación
Componente Impactable	C.3.03 - Calidad de Vida de la Población

Los residentes de la casa vecina a la Planta pueden verse afectados en la fase de operación por la emisión de olores, relacionada principalmente con el funcionamiento de las siguientes estructuras de la planta:

- Estación de Tratamiento de Aguas Residuales (ETAR);
- Unidad de síntesis de NH_3;
- Tanque principal de NH_3.

Esta emisión de olores, dependiendo de la proximidad y de la dirección del viento, puede causar molestias a los vecinos. A este respecto, cabe mencionar que estas instalaciones de la Planta estarán entre 200 y 300 m de la casa vecina y que los vientos del noroeste durante el verano pueden contribuir a las molestias de los vecinos causadas por escape de gas amoniaco en la planta de NH_3 y el tanque principal de NH_3, o por olores provenientes de mal funcionamiento de la ETAR.

Medidas de Mitigación

Se proponen medidas de control de olores como parte del **Programa de Gestión Ambiental y Social de la Fase Operación**, y se evaluarán las medidas necesarias a ser aplicadas.

Se menciona también el seguimiento de las quejas registradas a través del Mecanismo de Manejo de reclamos que se implementará en la operación, dentro del ámbito del **Programa de Participación de las Partes Interesadas** y la aplicación de las medidas correctivas necesarias.

ATOME DL

Calificación del impacto resultante

Este es un impacto negativo de la fase de operación, restringido a la porción de la AID más cercana a la ADA. Tiene incidencia indirecta, inducción inmediata y duración a largo plazo, pero intermitente. Tiene una baja probabilidad de ocurrencia y es reversible. La magnitud se considera media y la importancia moderada, pero de media a alta para los residentes de la casa vecina. Al tener un potencial de mitigación mediano, resulta en importancia residual baja.

Calificación del Riesgo (atributos) Molestias por olores en la fase de operación			
Naturaleza	Negativo	**Localización y espacialización**	AID
Etapa de ocurrencia	Operación	**Incidencia**	Indirecto
Temporalidad (Inducción)	Inmediato	**Temporalidad (Duración)**	Largo Plazo, intermitente
Reversibilidad	Reversible	**Probabilidad de ocurrencia**	Baja
Magnitud e Importancia			
Magnitud	Media		
Importancia	Moderada y de Media a Alta para los residentes de la casa vecina		
Mitigabilidad	Medianamente Mitigable		
Importancia residual	Baja		

6.1.4
Identificación de Riesgos Asociados al Proyecto

Esta sección analiza los riesgos asociados al Proyecto sobre los componentes del Medio Físico, Biótico y Socioeconómico, y que no necesariamente se materializarán en forma de impactos negativos si las medidas propuestas son efectivas. Al final, se evalúa la calificación del eventual impacto asociado a este riesgo, en caso de que se materialice.

Como se observa, se identificaron 11 riesgos asociados al proyecto, siendo 3 en componentes del Medio Físico, 2 en el Medio Biótico y 6 en el Medio Socioeconómico.

La **Matriz 6.1.3.a** de la **Sección 6.1.3** muestra los riesgos y las medidas preventivas asociadas.

ATOME

6.1.4.1
Medio Físico

9 – Riesgos de impactos en los Recursos Hídricos Superficiales y Subterráneos

9.01 – Riesgo de impacto en la calidad de las aguas subterráneas durante la fase de construcción

Acciones impactantes	A.2.02 Movilización de áreas de apoyo a la construcción A.2.03 Remoción de vegetación y limpieza del terreno A.2.04 Implementación / Adecuación de accesos A.2.05 Flujos de vehículos, equipos y trabajadores A.2.06 Movimiento de tierras A.2.07 Ejecución de fundaciones A.2.08 Obras civiles A.2.09 Montaje A.2.12 Operación de las instalaciones de apoyo de la construcción A.2.13 Desmovilización de áreas de apoyo A.2.15 Recuperación de las áreas de intervención directa
Componente Impactable	C.1.02 - Recursos hídricos superficiales y subterráneos

Análisis del riesgo

Al igual que el impacto de riesgo de contaminación de los suelos durante la construcción, las posibles fugas de productos peligrosos y/o tóxicos o la eliminación inadecuada de efluentes contaminados tienen el potencial de impactar negativamente el suelo y, en consecuencia, el agua subterránea.

Sin embargo, según los datos del diagnóstico, así como lo expuesto anteriormente, los Alfisoles, que predominan en el AID y AII, presentan una capa impermeable que determina una baja vulnerabilidad natural a la contaminación de los acuíferos bajo esta capa.

Por otro lado, la capa impermeable favorece las acumulaciones de agua en la superficie, principalmente en áreas de ocurrencia de Typic Albaqualf (A1.4 en el **Mapa 5.2.6.a**), ubicadas en relieve de Llanuras bajas e inundables. Como se destaca en la **Sección 5.2.6**, este tipo de suelo se distribuye desde el este de la región de los Esteros del Ypoá hasta los alrededores del río Paraguay, incluyendo el AII a lo largo de la Ruta Villeta-Alberdi, desde donde parte se direcciona al cultivo de arroz.

En el AID, debido a la prevalencia de Aquic Paleudalf (A7.4 en el **Mapa 5.2.6.a**) las acumulaciones de agua ocurren en la superficie, principalmente después de eventos de lluvia más intensos, pero no por períodos tan prolongados como en áreas de ocurrencia de Typic Albaqualf.

Los estudios sobre las principales características hidráulicas e hidrológicas en el ADA confirmaron que las aguas pluviales son las principales fuentes de agua en el predio con la escorrentía superficial siguiendo el patrón general hacia fuera y el oeste y con profundidad máxima entre 25 y 30 cm para una recurrencia de 25 años (**Sección 5.2.2.4**).

En cuanto a los niveles de aguas subterráneas, según los resultados del informe de perforación de pozos en el terreno de la Planta, estos se identificaron en dos profundidades: entre 30-42 m

ATOME P

y entre 48-50 m, en estratos de arenisca intercalados con capas más arcillosas. En el área de la Subestación Buey Rodeo, en sondeos con profundidades de 8.45 m, realizados en agosto de 2019, no se detectó la presencia de napa de agua subterránea, posiblemente ubicada a mayor profundidad. Al mismo tiempo, en el área del Proyecto de Omega Green, el nivel freático se encontró entre 6.3 m y 7.8 m de profundidad. En relación a los estudios geotécnicos del ADA de la Planta ATOME, el nivel freático fue encontrado entre 8.0 m y 8.7 m de profundidad, siendo señalado que esa posición es dependiente del régimen de precipitaciones y del nivel del río Paraguay.

De lo anterior, se considera que en el área de la Planta la posibilidad de alteración de la calidad de las aguas del acuífero más profundo (debajo de las capas más arcillosas) es baja, especialmente en el caso de posibles fugas de productos peligrosos y/o tóxicos o disposición inadecuada de efluentes contaminados, ya que los suelos arcillosos funcionan como una barrera impermeable. La excepción puede ocurrir en el caso de aportes de contaminantes en puntos de excavación más profunda o incluso a través de pozos existentes que se encuentren desprotegidos. Sin embargo, esta posibilidad se hace mayor en el caso del acuífero freático, debido a su menor profundidad de ocurrencia, pero, en general, esta agua no es captada en pozos.

En cuanto a la calidad de las aguas subterráneas en el área de la Planta, los análisis realizados en enero de 2023 en una muestra tomada del pozo profundo excavado en el terreno, y en junio de 2023 en una muestra tomada de un piezómetro, constataron que las aguas subterráneas ya presentan contaminación. La muestra del pozo ha resultado en valores de materia orgánica y coliformes superiores a los valores de referencia, así como varios otros parámetros no conformes, incluyendo turbidez, sólidos, nitrógeno amoniacal y cloruro. En la muestra del piezómetro, los valores de DBO, sólidos, OD, nitrógeno total, fósforo y algunos metales extrapolaron el límite, confirmando la contaminación.

Para las obras se prevén excavaciones de 102,000 m^3 para cimentaciones y edificaciones, que se consideran las excavaciones más profundas.

Como ya se destacó, el acuífero local, Acuífero Cuaternario, tiene capas acuíferas principalmente restringidas a niveles arenosos y que tienen una ubicación variable en términos de profundidad y dimensiones laterales. Así, una vez eliminada la capa protectora, se debe extremar el cuidado para evitar la contaminación de las aguas subterráneas durante la ejecución de todas las actividades que involucren uso diesel/combustinles, incluyendo las áreas de movimiento de equipos, vehículos y maquinaria en las áreas de construcción, accesos y en las áreas de apoyo a la construcción. Por lo tanto, se debe tener especial cuidado en las operaciones alrededor de los frentes de construcción, además de las áreas donde puedan ocurrir posibles fugas de productos peligrosos o la disposición inadecuada de efluentes contaminados tales como desbordamiento de aguas servidas.

Medidas de Prevención y Control

Dadas estas condiciones potenciales, se prevén las siguientes medidas en el PGAS para prevenir, controlar y mitigar este riesgo:

ATOME PLC

- **Programa de Control Ambiental de la Construcción**
  - Prevención y control de la contaminación del suelo
  - Gestión de efluentes
  - Gestión de las instalaciones temporales/campamento de construcción
  - Gestión de residuos sólidos
  - Manejo de materiales peligrosos
  - Control de tráfico de construcción
  - Gestión de las actividades de movimiento de tierras
  - Control de las actividades de supresión de vegetación
  - Recuperación de áreas degradadas por las obras

- **Programa de Gestión Ambiental y Social**
  - Supervisión de la Construcción, incluyendo Contratistas y subcontratistas
  - Procedimiento de Garantía de Conformidad
  - Coordinación de Programas Socioambientales del PGSA
  - Medidas de monitoreo de calidad ambiental

- **Programa de Gestión del Trabajo y Condiciones Laborales**
  - Capacitación Laboral

- **Programa de Respuesta a Emergencias para la Fase de Construcción**
  - Plan de Acción de Emergencia en caso de derrame de productos peligrosos

Calificación del riesgo

Considerando la aplicación de las medidas propuestas, se considera este riesgo como de baja probabilidad de ocurrencia.

Si el impacto se materializa, incluso con las medidas preventivas y de control, se califica como de naturaleza negativa, de eventual alcance en el AII, incidencia directa, de inducción inmediata y duración de corto plazo. Es altamente mitigable y reversible, siendo considerado de magnitud baja e importancia baja con la implementación de buenas practicas de construcción.

Calificación del impacto (atributos) **Impacto en la calidad de las aguas subterráneas durante la fase de construcción**			
Naturaleza	Negativo	**Localización y espacialización**	AII
Etapa de ocurrencia	Construcción	**Incidencia**	Directo
Temporalidad (Inducción)	Inmediato	**Temporalidad (Duración)**	Corto Plazo
Reversibilidad	Reversible	**Probabilidad de ocurrencia**	Baja
Magnitud e Importancia			
Magnitud	Baja		
Importancia	Baja		

ATOME PLC

10 – Riesgos de impactos en el Suelo/Relieve

10.01 – Riesgo de contaminación del suelo durante la fase de construcción

Acciones impactantes	A.2.02 Movilización de áreas de apoyo a la construcción A.2.03 Remoción de vegetación y limpieza del terreno A.2.04 Implementación / Adecuación de accesos A.2.05 Flujos de vehículos, equipos y trabajadores A.2.06 Movimiento de tierras A.2.07 Ejecución de fundaciones A.2.08 Obras civiles A.2.09 Montaje A.2.10 Montaje de las torres A.2.11 Lanzamiento de los cables A.2.12 Operación de las instalaciones de apoyo de la construcción A.2.13 Desmovilización de áreas de apoyo A.2.15 Recuperación de las áreas de intervención directa
Componente Impactable	C.1.01 - Suelo / Relieve

Análisis del riesgo

Las posibles fugas de productos peligrosos y/o tóxicos o la eliminación inadecuada de efluentes contaminados tienen el potencial de impactar negativamente el suelo y, en consecuencia, el agua.

Su magnitud, sin embargo, depende de varios factores, que incluyen: tipo de sustancia, volumen de la fuga, características del producto (viscosidad, volatilidad, reactividad, solubilidad, etc.) y características ambientales (porosidad efectiva del suelo, profundidad de la capa freática, tipo de material constituyente, tipo de acuífero, presencia de estructuras geológicas), etc.

En este caso, cualquier fuga que ocurra primero alcanzará el suelo, pero no necesariamente la capa freática y drenaje superficiales, lo que dependerá de las características del producto y las propiedades del medio. El mayor riesgo de llegar a las aguas existe en la zona donde se instalará la infraestructura de captación de agua en la margen del río Paraguay, pero que deberá instalarse durante el período de aguas bajas y periodo muy corto debido al pequeño tamaño de la caseta de bombeo.

Durante las acciones de construcción de la Planta, implantación de las torres de la LT y estructuras de captación, bombeo y tuberías para la provisión de agua y vertido de efluentes, desde el río Paraguay hasta la Planta, el riesgo de contaminación del suelo está asociado con la presencia de equipos, vehículos y maquinaria en áreas de obras que usan diésel/combustible/aceite, en los accesos y en las áreas de apoyo a la construcción.

En cuanto al tipo de terreno donde se realizarán las intervenciones, cabe señalar que es principalmente de relieve de Llanuras Bajas, constituido por sedimentos aluviales cuaternarios blandos, formados por arcillas limosas, arenas, arcillas y limos.

La presencia de una capa arcillosa impermeable en el subsuelo del ADA y AID, característica de los tipos de los Aquic Paleudalf (A7.4 en el **Mapa 5.2.6.a**), según expuesto en la **Sección 5.2.6**, ayudan a proteger los niveles más profundos de las aguas subterráneas.

ATOME PL

Por lo tanto, se debe tener especial cuidado en las operaciones en los frentes de construcción, además de las áreas donde puedan ocurrir posibles pequeñas fugas de productos peligrosos y/o tóxicos o la eliminación inadecuada de efluentes contaminados.

La contaminación también está asociada con la eliminación inadecuada de residuos sólidos peligrosos (residuos contaminados con aceite, residuos de concreto, contenedores y envases de lubricantes y solventes, etc.) y la gestión inadecuada de efluentes, ya sean domésticos (baños y comedores en los frentes de trabajo y campamento) o industriales (efluentes de lavado de la boquilla del mezclador y efluentes del piso del taller). En la **Sección 2.7.4** son indicadas las cantidades de residuos de construcción y demolición, incluso con la indicación de los que se consideran peligrosos de conformidad con la Directiva 91/689/CEE.

Así, en las instalaciones temporales de construcción, el riesgo de contaminación del suelo es mayor debido a la presencia de estructuras como la central de residuos, áreas de almacenamiento de productos químicos, taller de obra, cocina, comedor, fosa séptica, entre otros, de acuerdo con la descripción dada en la **Sección 2.7.1.5**. Además, como se informó, se prevé un depósito para alimentar un generador diésel portátil para tareas de construcción.

Medidas de Prevención y Control

Dadas estas condiciones potenciales, se consideran medidas en el PGAS para prevenir este riesgo, incluyendo las siguientes:

- **Programa de Control Ambiental de la Construcción**
  - Prevención y control de la contaminación del suelo
  - Gestión de efluentes
  - Gestión de las instalaciones temporales/campamento de construcción
  - Gestión de residuos sólidos
  - Manejo de materiales peligrosos
  - Control de tráfico de construcción
  - Gestión de las actividades de movimiento de tierras
  - Control de las actividades de supresión de vegetación
  - Recuperación de áreas degradadas por las obras

- **Programa de Gestión Ambiental y Social**
  - Supervisión de la Construcción, incluyendo Contratistas y subcontratistas
  - Procedimiento de Garantía de Conformidad
  - Coordinación de Programas Socioambientales del PGSA

- **Programa de Gestión del Trabajo y Condiciones Laborales**
  - Capacitación Laboral

- **Programa de Respuesta a Emergencias para la Fase de Construcción**
  - Plan de Acción de Emergencia en caso de derrame de productos peligrosos

ATOME PLC

Calificación del riesgo

Considerando la aplicación de las medidas propuestas, se considera este riesgo como de media probabilidad de ocurrencia.

Si el impacto se materializa, incluso con las medidas preventivas, se califica como de naturaleza negativa, restricto a la fase de construcción, de incidencia directa y cobertura restringida al Área Directamente Afectada (ADA). La inducción es inmediata y la duración de corto plazo. Es considerado un impacto de magnitud e importancia bajas.

Calificación del Riesgo (atributos) **Contaminación del suelo durante la fase de construcción**			
Naturaleza	Negativo	**Localización y espacialización**	ADA
Etapa de ocurrencia	Construcción	**Incidencia**	Directo
Temporalidad (Inducción)	Inmediato	**Temporalidad (Duración)**	Corto Plazo
Reversibilidad	Reversible	**Probabilidad de ocurrencia**	Media
Magnitud e Importancia			
Magnitud	Baja		
Importancia	Baja		

10.02 - Riesgo de contaminación del suelo en la fase de operación

Acciones impactantes	A.1.03 Estudios de alternativas locacionales y tecnológicas A.3.02 Captación de agua para la Planta A.3.03 Operación y mantenimiento de la planta, de la LT y del sistema de captación de agua y tuberías A.3.04 Transporte de insumos y productos A.3.05 Controles ambientales durante la operación
Componente Impactable	C.1.01 - Suelo / Relieve

Análisis del riesgo

Las opciones de transporte terrestre del producto final de Atome aún está en evaluación, existiendo alternativas como el transporte desde la Planta hasta las ciudades de Cascavel o Dourados, en Brasil, y terrestre hasta el Puerto Terport de Villeta, siguiendo por la Hidrovía Paraguay - Paraná hasta el Puerto Nueva Palmira, en Uruguay.

Así, tanto en el caso del transporte por las carreteras de acceso a Cascavel y Dourados, como a lo largo de los 15 km que separan la Planta del puerto de Terport, la mayor circulación de camiones y también de autobuses para el transporte de trabajadores aumentará el riesgo de accidentes y posible contaminación del suelo en los casos de fugas de combustible y/u otros productos peligrosos.

El Proyecto de la Planta de ATOME también prevé la operación de estaciones de tratamiento de agua cruda y de aguas residuales, un centro de residuos, así como la operación de una subestación, aparcamientos, almacén y taller, entre otras estructuras. Así, posibles fugas de productos peligrosos y/o tóxicos o la inadecuada disposición de residuos y efluentes contaminados en estos lugares tienen el potencial de impactar negativamente el suelo, pero la probabilidad es baja debido a que el diseño de cada instalación de almacenamiento, manejo y

tratamiento de efluentes, sustancias y desechos peligrosos. Todas las instalaciones tendrán contención secundaria y drenaje para contener derrames y evitar contaminación del suelo.

Entre los efluentes generados en la operación de la Planta y que se tratarán en la ETAR, se incluyen efluentes del tratamiento de agua, efluentes de tratamiento de aguas sanitarias, efluentes de separadores de aceite, efluentes de la red no oleosa y la purga de la torre de refrigeración. Teniendo en cuenta estos tipos de efluentes, el caudal total estimado es de 77.3 m^3/h, como se explica en la **Sección 2.8.1.6**. En el tratamiento de efluentes también se destaca el uso de productos químicos, entre los que se encuentran el ácido sulfúrico y el hidróxido de sodio.

Entre los residuos sólidos a generar (**Sección 2.8.1.7**) se destacan, por el riesgo de contaminación, los siguientes: residuos domésticos de baños y comedores; aceite usado, bombillas y pilas usadas; residuos contaminados con aceite provenientes de actividades de mantenimiento de maquinarias y equipos; lodos del sistema de tratamiento de agua y efluentes; electrodos de equipos de electrólisis; catalizador del reactor de amoníaco; y residuos de mantenimiento.

Su ocurrencia, así como en la fase de construcción, depende de varios factores, que incluyen: tipo de sustancia, volumen de la fuga, características del producto, y características de los suelos o pisos. En cualquier caso, a diferencia de la fase de construcción, la mayoría de las actividades de operación con riesgo potencial de contaminación del suelo se realizará principalmente en zonas impermeables y mejor preparadas desde el punto de vista del control de contaminación. El diseño de cada instalación de almacenamiento, manejo y tratamiento de efluentes, sustancias y desechos peligrosos tendrá contención secundaria y drenaje para contener derrames y evitar contaminación del suelo.

Por lo tanto, durante la etapa de construcción se debe tener especial cuidado en las actividades en zonas de suelo expuesto, además de áreas donde exista un mayor riesgo de accidentes con productos peligrosos, por ejemplo, en el transporte por carretera o zonas donde pueda haber posibles fugas de un mayor volumen de productos peligrosos y/o tóxicos o la eliminación inadecuada de efluentes contaminados.

Medidas de Prevención y Control

Como medidas de prevención se mencionan las contenciones secundarias de que dispondrán las zonas de proceso y almacenamiento de residuos y sustancias químicas, con capacidad para contener el 110% del volumen total, en caso de derrame o fuga. Además, el almacenamiento de sustancias y residuos peligrosos no se realizará directamente sobre el suelo, utilizándose las zonas habilitadas para ello.

También se considera una medida preventiva el propio sistema de drenaje de aguas pluviales de la Planta, que contendrá todos los vertidos. El sistema tendrá separación de los flujos, impidiendo que cualquier derrame en el área de proceso y las áreas de almacenamiento de productos químicos se mezcle con las aguas pluviales en las zonas donde no hay presencia de contaminantes.

Además de estas, se mencionan las siguientes medidas para controlar este riesgo:

ATOME PLC

- **Programa de Gestión Ambiental y Social de La Fase de Operación**
  - Gestión de residuos sólidos
  - Gestión de residuos peligrosos
  - Manejo de materiales peligrosos
  - Supervisión de empresas contratadas

- **Programa de Gestión del Trabajo y Condiciones Laborales**
  - Capacitación Laboral

Calificación del riesgo

Considerando la aplicación de las medidas propuestas, este riesgo de la etapa de operación es considerado de baja probabilidad de ocurrencia, puesto que cada instalación de almacenamiento y manejo de desechos, efluentes, y productos peligrosos tendrá contención secundaria y drenaje para contención de derrames.

Si el impacto se materializa, incluso con las medidas preventivas, se califica como de naturaleza negativa, incidencia directa, y cobertura restringida al ADA principalmente, pero extendiéndose al AII por incluir los accesos. La inducción es inmediata con el inicio de la operación y la duración es a largo plazo. Es un impacto reversible, siendo considerado de magnitud e importancia bajas.

Calificación del Riesgo (atributos) Contaminación del suelo en la fase de operación			
Naturaleza	Negativo	**Localización y espacialización**	ADA y AII
Etapa de ocurrencia	Operación	**Incidencia**	Directa
Temporalidad (Inducción)	Inmediata	**Temporalidad (Duración)**	Largo Plazo
Reversibilidad	Reversible	**Probabilidad de ocurrencia**	Baja
Magnitud e Importancia			
Magnitud	Baja		
Importancia	Baja		

6.1.4.2
Medio Biótico

11 – Riesgos de impactos en la Flora y Vegetación

<u>11.01 – Riesgo de propagación de especies invasoras</u>

Acción impactante	A.2.02 Movilización de áreas de apoyo a la construcción A.2.03 Remoción de vegetación y limpieza del terreno A.2.04 Implementación / Adecuación de accesos A.2.15 Recuperación de las áreas de intervención directa
Componente impactable	C.2.01 – Flora y Vegetación

Análisis del riesgo

Las especies exóticas invasoras son uno de los principales impulsores de la pérdida de diversidad biológica en todo el mundo. Según el informe de evaluación mundial de 2019 de la Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los

A-EPLC

Ecosistemas (IPBES, 2019) el ritmo de introducción de especies exóticas invasoras es sin precedentes y no muestra señales de disminución. Estas altas tasas ocurren por el creciente volumen de envíos internacionales que contienen organismos vivos y propágulos, además de otros factores como los cambios en las pautas comerciales y el comportamiento y los hábitos de los consumidores.

El período de construcción y montaje del Proyecto demandará la adquisición de bienes y servicios para las obras, incluyendo insumos para la construcción como hierro, concreto premezclado, combustibles, pinturas, barnices, etc., además de la contratación de trabajadores locales y otros trabajadores de fuera de la región para puestos de trabajo relacionados a actividades con necesidad de calificación técnica.

En este sentido, el tránsito constante de maquinaria y trabajadores durante las obras puede favorecer la entrada de especies exóticas invasoras en los hábitats nativos de la región.

El Objetivo de Desarrollo del Milenio 15.8 pide la aplicación de medidas para prevenir la introducción y reducir significativamente el impacto de las especies exóticas invasoras en los ecosistemas terrestres y acuáticos y para controlar o erradicar las especies prioritarias. La primera base de datos nacional con información sobre la ocurrencia de especies exóticas invasoras en el territorio paraguayo se desarrolló en el año 2001, e identificó la ocurrencia de 410 especies de flora y fauna exóticas invasoras.

Cabe señalar que, a pesar de la presencia de hierbas exóticas en el límite del terreno cercano a la carretera, el muestreo de fauna y flora realizado para la línea de base del EIAS identificó la predominancia de especies autóctonas en el terreno del Proyecto.

Medidas de Prevención

El **Programa de Control Ambiental de la Construcción** tiene como objetivo general proporcionar orientación técnica para minimizar los impactos ambientales negativos de la construcción. Las medidas previstas en este programa incluyen prácticas de control y monitoreo de las actividades de construcción en los frentes de obra y en el campamento de construcción y otras áreas de apoyo.

Para asegurar el efectivo cumplimento de esas medidas, el **Programa de Gestión Ambiental y Social** contempla acciones de supervisión ambiental, monitoreo y documentación de las obras, mediante de una herramienta de control de las actividades ejecutadas por los Contratistas, acompañando la implementación de las medidas mitigadoras preestablecidas.

El **Programa de Conservación de la Biodiversidad** a ser elaborado como parte del **Plan de Acción de Biodiversidad (PAB)** incluye el monitoreo de la flora y fauna de fragmentos reservados como compensación por los impactos en biodiversidad, con el objetivo de monitorear, entre otros, la presencia de posibles agentes impactantes del hábitat natural, como especies exóticas invasoras.

ATOME PLC

Calificación del riesgo

Considerando la aplicación de las medidas del PGAS mencionadas arriba, se considera que el riesgo de que este impacto ocurra es medio.

Si el impacto se materializa, incluso con las medidas propuestas, el mismo se califica como de magnitud baja e importancia media. Aunque habrá un aumento del movimiento de personas y maquinaria, y la posible introducción de nuevas especies exóticas invasoras, se adoptarán medidas que puedan reducir y controlar este riesgo. Este impacto tiene carácter negativo, alcance geográfico en el AID, ocurrencia en las fases de implantación y operación, e incidencia indirecta. Su inducción y duración son de mediano plazo, siendo reversible.

Calificación del Riesgo (atributos) Propagación de especies invasoras			
Naturaleza	Negativo	**Localización y espacialización**	AID
Etapa de ocurrencia	Implantación y operación	**Incidencia**	Indirecta
Temporalidad (inducción)	Medio Plazo	**Temporalidad (duración)**	Medio Plazo
Reversibilidad	Reversible	**Probabilidad de ocurrencia**	Media
Magnitud e Importancia			
Magnitud	Baja		
Importancia	Media		

12 – Riesgos de impactos en la Fauna

12.01 – Riesgo de impactos sobre la fauna durante la construcción

Acciones impactantes	A.1.02 Estructuración operacional inicial A.2.01 Movilización de trabajadores de construcción A.2.02 Movilización de áreas de apoyo a la construcción A.2.03 Remoción de vegetación y limpieza del terreno A.2.04 Implementación / Adecuación de accesos A.2.05 Flujos de vehículos, equipos y trabajadores A.2.06 Movimiento de tierras A.2.07 Ejecución de fundaciones A.2.08 Obras civiles A.2.09 Montaje A.2.10 Montaje de las torres A.2.11 Lanzamiento de los cables A.2.12 Operación de las instalaciones de apoyo de la construcción
Componente Impactable	C.2.02 - Fauna

Análisis del riesgo

Con las intervenciones para construcción de la Planta, aumenta el riesgo de impactos directos sobre la fauna de baja movilidad, como los anfibios de hojarasca. Sin embargo, incluso para la fauna más móvil, la perturbación causada por el aumento del ruido asociado al funcionamiento de la maquinaria, incluyendo motosierras, martinetes, generadores, otros; al movimiento de vehículos; y también a la presencia de trabajadores en los frentes de construcción, actuará como un efecto inductor del desplazamiento de la fauna hacia regiones adyacentes. En consecuencia,

este proceso cambiará temporariamente los hábitos de las especies de fauna, generando un cambio en los patrones de ocupación de los microambientes disponibles.

Además, ese ahuyentamiento puede aumentar el riesgo de accidentes con fauna por atropellamiento durante la construcción, teniendo en cuenta que el Proyecto se encuentra al borde de la Ruta Nacional PY19 y que fue posible verificar algunos registros de fauna atropellada debido al uso actual de esta carretera (ver **Fotos 01 y 02** a continuación).

El aumento del ruido ambiental causado por las obras, con el consiguiente ahuyentamiento de los vertebrados silvestres más sensibles, será más intenso en el pico de las obras y en los frentes de trabajo con mayor concentración de trabajadores y actividades.

También es importante tener en cuenta el riesgo de que los trabajadores maten especies de fauna, ya sea por precaución o miedo, como en el caso de las serpientes, o para alimentarse.

<table>
<tr>
<td> 
</td>
<td>  </td>
</tr>
<tr>
<td>Foto 01: Procyuon cancrivorus (Aguara pope) atropellado.</td>
<td>Foto 02: Cerdocyon thous (Aguara'i) atropellado.</td>
</tr>
</table>

ATOME C

Medidas de Prevención

Para prevenir este impacto, se proponen las siguientes medidas, parte de los programas del PGAS:

Programa de Control Ambiental de la Construcción

- Control de tráfico de construcción
- Control de las actividades de supresión de vegetación

Programa de Prevención de Impactos en la Flora y Fauna

- Ahuyentamiento y rescate de fauna

Programa de Gestión del Trabajo y Condiciones Laborales

- Capacitación Laboral
- Educación ambiental de trabajadores

- Código de Conducta para los trabajadores

Programa de Gestión Ambiental y Social

- Supervisión de la Construcción
- Procedimiento de garantía de conformidad
- Coordinación de Programas ambientales y sociales del PGAS

Calificación del riesgo

Incluso con las medidas preventivas propuestas, se considera que el riesgo es elevado y el impacto tiene una alta probabilidad de producirse.

Si el impacto se materializa, incluso con las medidas propuestas, se califica como negativo, directo, de alcance en el AID, de inducción inmediata y corta duración. Es reversible, de baja magnitud y media importancia.

Calificación del Riesgo (atributos) **Impactos sobre la fauna asociados a la presencia de trabajadores durante la construcción**			
Naturaleza	Negativo	**Localización y espacialización**	AID
Etapa de ocurrencia	Implantación	**Incidencia**	Directa
Temporalidad (Inducción)	Inmediato	**Temporalidad (Duración)**	Corto Plazo
Reversibilidad	Reversible	**Probabilidad de ocurrencia**	Cierta
Magnitud e Importancia			
Magnitud	Baja		
Importancia	Media		

6.1.4.3
Medio Socioeconómico

13 – Riesgos de impactos en la Infraestructura, Equipamiento Social y Servicios Públicos

13.01 – Riesgo de aumento de la demanda de servicios de salud

Acciones impactantes	A.2.01 Movilización de trabajadores de construcción
Componente Impactable	C.3.03 - Infraestructura, equipamiento social y servicios públicos

Análisis del riesgo

Como se indica en la **Sección 2.7.1.5**, el campamento de construcción planificado tendrá una sala de primeros auxilios / enfermería. Sin embargo, estas instalaciones no tendrán la estructura suficiente para manejar accidentes graves que puedan ocurrir durante las obras, siendo necesario un hospital para estos casos o en caso de examenes laboratoriales. Así pues, puede haber una mayor demanda de infraestructura de salud durante la construcción, relacionada con el riesgo de accidentes laborales inherentes a este tipo de obra, incluso con las medidas preventivas adoptadas y la capacitación en salud y seguridad prevista en el **Programa de Salud y Seguridad Laboral** del PGAS. Si se produce, la búsqueda de estos servicios debe realizarse en Villeta principalmente, o incluso en Asunción, en casos más graves.

Como se establece en la **Sección 5.4.1.6.1**, la infraestructura de salud en Villeta consiste en un hospital distrital (HD) y 4 Unidades de Salud Familiar - USF (Cumbarity, Tacuaty Rugua, Naranjaisy Y Naranjaisy II), además de la unidad regional del IPS. El HD de Villeta cuenta solo con 20 camas.

Medidas de Prevención

Considerando el escenario descrito anteriormente, se proponen las siguientes medidas, sistematizadas en el **Programa de Salud y Seguridad Laboral** del PGAS:

- Los Contratistas y los subcontratistas deben garantizar instalaciones de salud con suficiente capacidad de respuesta en el campamento de construcción para minimizar el riesgo de sobrecargar los servicios de salud en Villeta y ciudades cercanas;
- Además de la sala de primeros auxilios / enfermería en el campamento, la medida principal para mitigar la mayor demanda de servicios de salud es implementar programas apropiados de prevención de accidentes laborales y gestión de riesgos de salud y seguridad, implementando un Programa de Salud y Seguridad Laboral, de conformidad con la legislación paraguaya y los requisitos internacionales en esta área.
- Disponer de un sitio de obras seguro, con empleados debidamente capacitados, que cuenten con equipos de protección individual, herramientas y equipamientos adecuados para la ejecución de cada actividad. El Contratista EPC deberá desarrollar un Programa de Salud y Seguridad Ocupacional para asegurar condiciones seguras en todo momento.

Se menciona también el mecanismo de manejo de reclamos del **Programa de Participación de las Partes Interesadas**.

La implementación efectiva de las medidas se verificará a través de la medida *Supervisión de la Construcción* del **Programa de Gestión Ambiental y Social**.

Calificación del riesgo

Teniendo en cuenta que los Contratistas proporcionarán en el campamento de construcción la infraestructura de atención médica necesaria e implementará adecuadamente las medidas de prevencion de accidentes, se tiene un numero relativamente pequeño de mano de obra, y la gran parte ya reside en la región, el riesgo de aumento de la demanda de servicios de salud en Villeta y las ciudades vecinas, o incluso en Asunción, se considera de baja probabilidad de ocurrencia.

Si el impacto se materializa, incluso con las medidas propuestas, será negativo, de cobertura geográfica en el AII o difuso, relacionado a la fase de implantación. Tiene incidencia indirecta, inducción a corto plazo y también duración a corto plazo. Es reversible, y de magnitud y importancia bajas.

Calificación del Riesgo (atributos) **Aumento de la demanda de servicios de salud**			
Naturaleza	Negativo	**Localización y espacialización**	AII o difuso
Etapa de ocurrencia	Implantación	**Incidencia**	Indirecto
Temporalidad (Inducción)	Corto Plazo	**Temporalidad (Duración)**	Corto Plazo
Reversibilidad	Reversible	**Probabilidad de ocurrencia**	Baja

ATOME PLC

Calificación del Riesgo (atributos) Aumento de la demanda de servicios de salud	
Magnitud e Importancia	
Magnitud	Baja
Importancia	Baja

14 – Riesgos de impactos en la Salud y la Seguridad de la Comunidad y de los Trabajadores

14.01 – Riesgos para la salud y la seguridad de los trabajadores durante la construcción

Acciones impactantes	A.2.01 Movilización de trabajadores de construcción A.2.02 Movilización de áreas de apoyo a la construcción A.2.03 Remoción de vegetación y limpieza del terreno A.2.04 Implementación / Adecuación de accesos A.2.05 Flujos de vehículos, equipos y trabajadores A.2.06 Movimiento de tierras A.2.07 Ejecución de fundaciones A.2.08 Obras civiles A.2.09 Montaje A.2.10 Montaje de las torres A.2.11 Lanzamiento de los cables A.2.12 Operación de las instalaciones de apoyo de la construcción A.2.13 Desmovilización de áreas de apoyo
Componente Impactable	C.3.04 - Salud y la Seguridad de la Comunidad y de los Trabajadores

Análisis del riesgo

El trabajo de construcción involucrará una serie de actividades con riesgos específicos para la salud y seguridad de los trabajadores, de las cuales las siguientes se destacan como de alto riesgo:

- Transporte, manejo y almacenamiento de maquinaria, equipo y herramientas de trabajo;
- Transporte, manipulación y almacenamiento de materiales peligrosos, incluidos combustibles y materiales inflamables;
- Operación de maquinaria y equipo;
- Transporte de personas;
- Contacto con animales peligrosos;
- Exposición a altos niveles de ruido al operar máquinas y motosierras;
- Excavaciones;
- Trabajos en altura;
- Tala de árboles;
- Trabajos con riesgos eléctricos;
- Trabajos a altas temperaturas;
- Uso de soldadura con material radiactivo.

Los riesgos resultantes de estas actividades varían significativamente, desde lesiones menores hasta casos más graves con riesgo de muerte. La importancia de estos riesgos dependerá en gran medida de la implementación de medidas de gestión apropiadas, capacitación,

ATOME

disponibildad de equipo de protección, análisis de riesgo y permisos de trabajo para cada actividad, y su cumplimiento por parte de los trabajadores.

Parte de la fuerza laboral a contratar es local y la mayoría de estos trabajadores, a pesar de ser conscientes de los riesgos identificados anteriormente, pueden no tener la costumbre de adoptar las medidas de protección adecuadas, incluido el uso de equipos de protección personal (EPP). Así, no se descarta la probabilidad de que ocurran algunos accidentes durante los trabajos.

En relación al riesgo de contacto con animales peligrosos mencionado, es importante resaltar la posible presencia de especies de serpientes venenosas en el terreno del Proyecto, como la coral (*Micrurus frontalis*) y las jararas (*Bothrops alternatus* y B. *diporus*), además de invertebrados como escorpiones y arañas, que pueden causar accidentes con los trabajadores que ejecutarán las actividades de supresión de vegetación y limpieza del terreno.

También se ha mencionado, entre las actividades de riesgo en la fase de construcción, el transporte de equipos, maquinaria, insumos y trabajadores. Durante la construcción, se estima que aumentará el flujo de vehículos pesados por la Ruta Nacional PY19. Como se informa en la **Sección 2.3.6**, habrá más de 1,000 trabajadores contratados para la construcción de la Planta en los meses de pico, además de otros 40-50 trabajadores para las obras y montaje de la LT y de la estructura de captación de agua y de las tuberías de agua y efluentes. De ellos, los trabajadores de fuera de la región utilizarán alojamientos hoteleros y apartamentos de Asunción, y los demás serán contratados localmente, por lo que se prevé habiten en la zona.

Los trabajadores serán transportados todos los días desde Villeta o Asunción hasta la obra en autobús. Se estima que el transporte involucrará en esta fase hasta 8 viajes ida y vuelta en los meses de pico (ver **Tabla 2.7.6.a** en la **Sección 2.7.6**).

También habrá viajes de camiones entre la cantera de ripio y el terreno, para transporte de material para el relleno, en un total de 5,430 viajes, y 450 viajes de camiones para transporte de contenedores con mercancías importadas entre Terport y la obra.

Este aumento del flujo de vehículos a lo largo de las carreteras incrementará el riesgo de accidentes de tráfico con peatones y otros vehículos. Los accidentes peatonales son más probables en los tramos donde la Ruta Villeta - Alberdi atraviesa zonas con mayor ocupación residencial en los alrededores, que serían en el paso por el asentamiento Guasu Korá y por la comunidad Surubi'y.

En el resto del recorrido, como ya se mencionó en otros impactos, el uso del entorno de la ruta es más disperso y está constituido principalmente por industrias y empresas de servicios.

A pesar de su proximidad a la Ruta Villeta - Alberdi, los asentamientos Don Bosco y Sol Naciente se encuentran a los márgenes de otra carretera, la Ruta Villeta - Nueva Italia. De todos modos, este riesgo también se menciona para estas dos comunidades, y también para los residentes de viviendas ubicadas a los márgenes del Acceso Sur, en la ruta de los autobuses de transporte de trabajadores. Sin embargo, sólo hay dos momentos del día en que se espera este tráfico.

ATOME PLC

Medidas de Prevención

Debido al riesgo potencial identificado, se proponen las siguientes medidas de prevención, además de medidas de mitigación si se produce el impacto:

- Implementar el Plan Integral de Salud y Seguridad (PISS) para la fase de construcción, que cumple con los requisitos de la legislación paraguaya, así como los requisitos internacionales sobre condiciones de trabajo, salud y seguridad. Este plan debe ser preparado por los Contratistas y debe ser aprobado por ATOME. Los Contratistas serán responsables de la implementación del PISS y del monitoreo interno de su cumplimiento (en particular por parte de los subcontratistas). ATOME será responsable de la supervisión externa del cumplimiento del PISS, incluida la identificación de situaciones de incumplimiento, y de sus medidas correctivas;
- Asegurar que los Contratistas tengan empleados debidamente calificados en Seguridad y Salud Ocupacional;
- En el campamento de construcción, garantizar condiciones adecuadas de higiene y seguridad en las áreas sociales, en particular en el área del comedor y baños;
- Garantizar condiciones adecuadas de alojamiento para trabajadores de fuera de la región;
- Antes de comenzar el trabajo, los trabajadores deben estar capacitados en: (a) riesgos potenciales asociados con las actividades que emprenderán; b) medidas de seguridad; c) primeros auxilios;
- Asegurar que todos los trabajadores tengan EPP y hagan uso permanente de ellos durante las obras, de acuerdo con los tipos de actividades ejecutadas;
- Elaborar e implementar medidas de gestión de tráfico en la fase de construcción, incluyendo adoptar rutas menos pobladas, cumplir con los límites de velocidad establecidos, entre otras.
- Capacitación en conducción defensiva y dispositivos de control de velocidad en los vehículos.

Esas medidas están sistematizadas en PGAS, principalmente en el **Programa de Salud y Seguridad Laboral**, pero también en las medidas de Control de tráfico de construcción y de Gestión de las instalaciones temporales/campamento de construcción del **Programa de Control Ambiental de la Construcción**; y en las medidas de Capacitación Laboral, Código de Conducta para los Trabajadores y Mecanismo de Manejo de Reclamos para trabajadores del **Programa de Gestión del Trabajo y Condiciones Laborales**.

La implementación efectiva de las medidas se verificará a través de la Supervisión de la Construcción del **Programa de Gestión Ambiental y Social**.

También se mencionan las medidas del **Programa de Participación de las Partes Interesadas**, principalmente las medidas de comunicación y el Mecanismo de gestión de quejas, reclamos e inquietudes para la comunidad.

Por fin, como parte del **Programa de Respuesta a Emergencias para la Fase de Construcción** se establecen protocolos a seguir en caso de incendios / explosiones y de eventos extremos, como tormentas severas y sequías.

ATOME PLC

Calificación del riesgo

Considerando la aplicación correcta y eficaz de las medidas propuestas, se califica este riesgo como de media probabilidad de ocurrencia.

Si incluso con las medidas propuestas se producen accidentes con los trabajadores durante la fase de construcción, es decir, si el impacto se materializa, se considerará negativo, directo, con incidencia principalmente en el ADA, pero se extendiendo al AII por el riesgo de accidentes de tráfico durante los flujos de vehículos, equipos y trabajadores. Es un impacto de inducción inmediata y de corto plazo de duración, generalmente reversible. Tiene magnitud media e importancia moderada, pero se ha aumentado a media porque se trata de un impacto cuyas consecuencias pueden ser irreversibles.

Calificación del Riesgo (atributos) **Accidentes con trabajadores durante la construcción**			
Naturaleza	Negativo	**Localización y espacialización**	ADA/AII
Etapa de ocurrencia	Implantación	**Incidencia**	Directo
Temporalidad (Inducción)	Inmediato	**Temporalidad (Duración)**	Corto Plazo
Reversibilidad	Reversible	**Probabilidad de ocurrencia**	Media
Magnitud e Importancia			
Magnitud	Media		
Importancia	Media		

14.02 – Riesgos para la salud y la seguridad de los trabajadores durante la operación

Acciones impactantes	A.1.03 Estudios de alternativas locacionales y tecnológicas A.3.03 Operación y mantenimiento de la planta, de la LT y del sistema de captación de agua y tuberías A.3.04 Transporte de insumos y productos A.3.05 Controles ambientales durante la operación
Componente Impactable	C.3.04 - Salud y la Seguridad de la Comunidad y de los Trabajadores

Análisis del riesgo

En la fase de operación, los riesgos existen principalmente para los trabajadores que trabajarán o circularán cerca de las instalaciones enumeradas a continuación y mostradas en la **Figura 6.1.4.3.a** (los códigos son los mismos que los de la **Figura 1.4.a - Layout General**, más la letra Z):

- Z04: Tanque Buffer NH_3
- Z13: Edificio de electrólisis
- Z20: Planta de ácido nítrico (AN)
- Z20B: Planta de solución de nitrato de amonio (SNA)
- Z21: Parque reserva de tanques de H_2
- Z24A: Compresores de gas de síntesis
- Z25: Unidad de síntesis de NH_3

Para estas instalaciones se realizó un análisis de los riesgos y tipos de accidentes que podrían producirse. En la **Tabla 6.1.4.3.a** se indican los tipos de riesgos que podrían presentar las instalaciones, los accidentes que podrían producirse y los niveles de preocupación para tres

diferentes zonas: Zonas de Intervención, de Alerta y de Efecto Dominó, según las siguientes definiciones:

- ZI - Zona de Intervención definida como aquella en la que las consecuencias de los accidentes producen un nivel de daños que justifica la aplicación inmediata de medidas de protección.
- ZA - Zona de Alerta, definida como aquella en la que las consecuencias de los accidentes producen efectos que, aunque perceptibles por la población, no justifican la intervención, salvo para los grupos de población críticos.
- ED - Zona de efectos dominó, definida como el área en la que podría producirse una propagación potencial del accidente.

Figura 6.1.4.3.a
Instalaciones de la Planta que presentan algún riesgo en la fase de operación

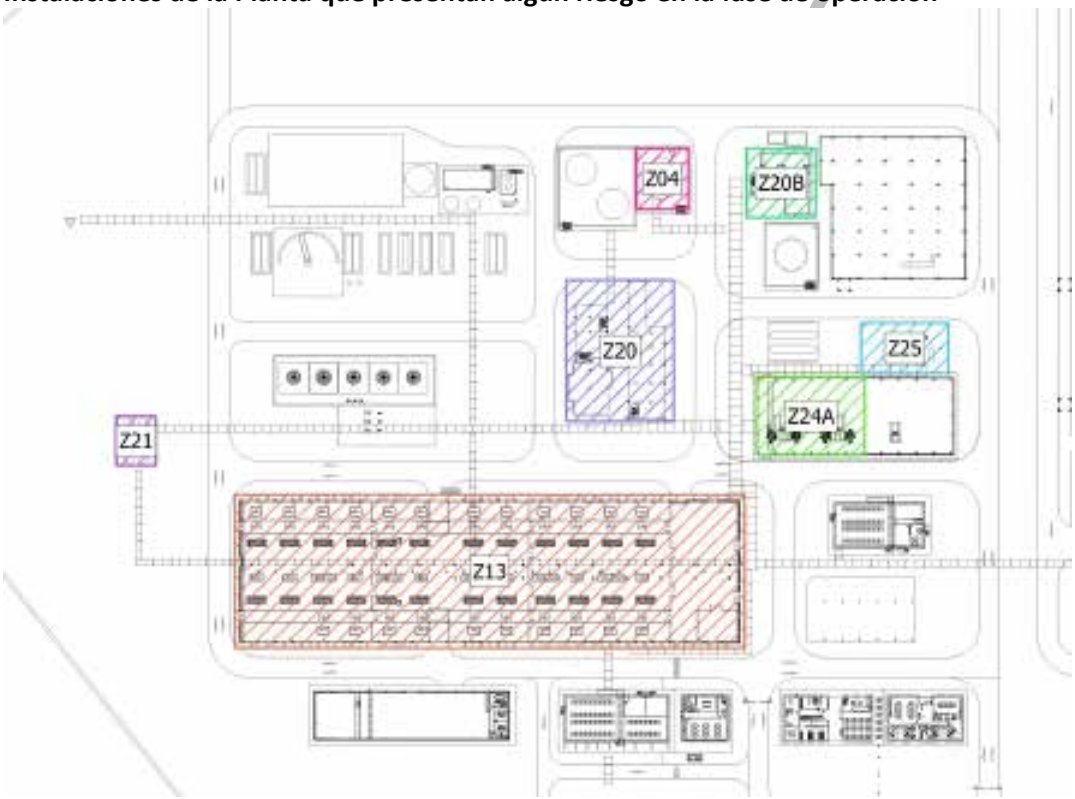


Tabla 6.1.4.3.a
Tipos de peligro, de accidentes y niveles de preocupación para las ZI, ZA y ED

Tipos de peligro	Tipo de accidentes	Sigla	Nivel de preocupación	Observaciones
Térmico (radiación térmica)	Fuego de charco (*Pool fire*) - PF	ZI	5 kW/m^2	Indicativo de quemadura de segundo grado tras 30 segundos de exposición (menos del 1% de víctimas mortales)
	Chorro de fuego (*Jet fire*) - JF	ZA	3 kW/m^2	ZA para un tiempo de exposición de 30 segundos
		ED	12,5 kW/m^2 / Extensión de la llama	Son posibles efectos dominó en equipos específicos en función de la duración del fenómeno

Tabla 6.1.4.3.a
Tipos de peligro, de accidentes y niveles de preocupación para las ZI, ZA y ED

Tipos de peligro	Tipo de accidentes	Sigla	Nivel de preocupación	Observaciones
Térmico (radiación térmica)	Fogonazo (*Flash Fire*) - FF	ZI	LIF	Límite inferior de inflamabilidad (LIF)
		ZA	50% LIF	50% del LIF
Mecánico (sobrepresión)	Explosión (VCE*, explosión física) - VCE	ZI	125 mbar	Posible derrumbamiento de los paneles del techo o de las paredes
		ZA	50 mbar	Daños estructurales de pequeña magnitud
		ED	160 mbar	Posible efecto dominó en equipos específicos

* VCE = explosión de una nube de vapor.

Para determinar las consecuencias y el alcance de cada escenario de accidente, se utilizó la herramienta SAFETI (DNV). Para las explosiones físicas el cálculo fue realizado utilizando el programa CHEMS-PLUS[24], con las propiedades del vapor incluidas en la base de datos de este software.

La frecuencia de ocurrencia de cada uno de los eventos iniciadores de los accidentes se adapta al tiempo de utilización real de la instalación. Las frecuencias utilizadas se derivan de la suma de las frecuencias de las distintas causas que pueden dar lugar a los eventos iniciadores. Las frecuencias de las causas utilizadas se han obtenido del Guía BEVI[25].

Para convertir las variables físicas (radiación térmica y sobrepresión) en niveles de exposición para la población que pudiera verse afectada por los accidentes considerados se utilizaron las las herramientas de análisis PROBIT, partiendo de un determinado tiempo de exposición a los efectos nocivos.

La aceptabilidad del riesgo se definió de acuerdo con los criterios incluidos en el documento SHEM-02.01[26].

Como resultado del análisis de riesgo se definieron, para cada instalación, las distancias de alcance para cada tipo de accidente, teniendo en cuenta los diferentes niveles de preocupación. Las áreas definidas por las distancias de cada riesgo se muestran en la siguiente **Tabla 6.1.4.3.b** y en las **Figuras 6.4.1.3.b-1** a **6.4.1.3.b-35** del **Anexo 13**.

Como puede observarse en la **Tabla 6.1.4.3.b** y en las Figuras del **Anexo 13**, los escenarios de accidente de mayor alcance (max ZI) son todos en estructuras de la Unidad de síntesis de NH_3, los cuales están destacados en rojo en la **Tabla 6.1.4.3.b**. En estos casos, los valores máximos de ZI son tales que los efectos del accidente pueden afectar no sólo a la zona donde se ha producido, pero tienen una mayor extrapolación a las zonas circundantes.

Como se describe en la **Sección 2.4**, con las propiedades y riesgos asociados a las materias primas y productos que se manipularán en el funcionamiento de la planta, tanto el H_2 como el NH_3 son

[24] CHEMS-PLUS 2.0. *Consequence modeling software*. Cambridge, MA: Arthur D. Little (1991).
[25] Reference Manual BEVI Risk Assestments, version 3.2, National Institute of Public Health and the Environment (RIVM), Centre for External Safety, Bilthoven, the Netherlands, 2009.
[26] SAFETY, SECURITY, HEALTH & ENVIRONMENT MANAGEMENT (SHEM) STANDARD. SHEM-02.01. Process Safety Risk Assessment. Rev. No. 01. December 2013. SABIC.

ATOME PLC

gases inflamables que pueden explotar si se calientan. El H_2 también puede formar mezclas explosivas con el aire, mientras que el NH_3 es peligroso en caso de contacto directo o inhalación por parte de los trabajadores, ya que es tóxico y provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves.

En el caso del HNO_3 y NH_4NO_3, ambos pueden agravar un incendio, debiendo mantenerse lejos de fuentes de calor fuentes de ignición y materiales incompatibles y no mezclarse con materiales combustibles. Ambos son peligrosos si los trabajadores entran en contacto con ellos. El HNO_3 provoca graves quemaduras en la piel y lesiones oculares y el NH_4NO_3 también puede causar irritación grave en los ojos.

ATOME PLC

Tabla 6.1.4.3.b

Distancias de las ZI, ZA y ED para cada escenario accidental en cada instalación de la Planta

Escenario	Figura del Anexo 13	Condición meteorológica 4D			Condición meteorológica 2F					
		ED	ZI	ZA	LD01	ED	ZI	ZA	LD01	Max ZI
Z13/SEP1/H2/G2/FLASHF	Figura 6.4.1.3.b-1		0	23				22		0
Z13/SEP1/H2/G2/VCE	Figura 6.4.1.3.b-2	12	13	19	10	14	15	22	12	13
Z13/SEP1/H2/G2/JFIRE	Figura 6.4.1.3.b-3	8	9	10	8	9	9	10	8	15
Z13/SEP2/H2/G2/FLASHF	Figura 6.4.1.3.b-1		0	23				22		4
Z13/SEP2/H2/G2/VCE	Figura 6.4.1.3.b-2	12	13	19	10	14	15	22	12	13
Z13/SEP2/H2/G2/JFIRE	Figura 6.4.1.3.b-3	8	9	10	8	9	9	10	8	15
Z13/SEP3/H2/G2/FLASHF	Figura 6.4.1.3.b-1		0	23				22		9
Z13/SEP3/H2/G2/VCE	Figura 6.4.1.3.b-2	12	13	19	10	14	15	22	12	13
Z13/SEP3/H2/G2/JFIRE	Figura 6.4.1.3.b-3	8	9	10	8	9	9	10	8	15
Z13/SEP4/H2/G2/FLASHF	Figura 6.4.1.3.b-1		0	23				22		9
Z13/SEP4/H2/G2/VCE	Figura 6.4.1.3.b-2	12	13	19	10	14	15	22	12	13
Z13/SEP4/H2/G2/JFIRE	Figura 6.4.1.3.b-3	8	9	10	8	9	9	10	8	15
Z13/LIN/H2/G2/JFIRE	Figura 6.4.1.3.b-4	3	3	3	3	3	3	3	3	9
Z13/LIN/H2/G2/VCE	Figura 6.4.1.3.b-5					5	6	8	5	3
ZXX/TAN/H2/G3/JFIRE	Figura 6.4.1.3.b-6	0	3	4		0	4	4		6
ZXX/TAN/H2/G3/VCE	Figura 6.4.1.3.b-7	6	6	9	5	7	7	11	6	6
Z21/TAN/H2/G3/FLASHF	Figura 6.4.1.3.b-8		0	30			0	28		7
Z21/TAN/H2/G3/VCE	Figura 6.4.1.3.b-9	16	17	25	14	19	20	30	16	17
Z21/TAN/H2/G3/JFIRE	Figura 6.4.1.3.b-10	10	11	12	10	11	11	12	10	20
Z24A/LIN-H2-NH3/H2/G2/FLASHF	Figura 6.4.1.3.b-11		0	15			0	15		11
Z24A/LIN-H2-NH3/H2/G2/VCE	Figura 6.4.1.3.b-12	9	9	14	7	11	11	17	9	9
Z24A/LIN-H2-NH3/H2/G2/JFIRE	Figura 6.4.1.3.b-13	6	7	7	6	6	7	7	6	11
Z25/C1CA/H2/G2/FLASHF	Figura 6.4.1.3.b-14		50	72			44	61		50
Z25/C1CA/H2/G2/JFIRE	Figura 6.4.1.3.b-15	30	32	35	29	30	33	35	29	44
Z25/C1CA/H2/G2/VCE	Figura 6.4.1.3.b-16	52	56	82	46	56	61	89	49	56
Z25/REA/SYN/G3/FLASHF	Figura 6.4.1.3.b-17							18		61
Z25/REA/SYN/G3/JFIRE	Figura 6.4.1.3.b-18	15	16	18	15	16	17	18	15	16

ATOME PLC

Tabla 6.1.4.3.b

Distancias de las ZI, ZA y ED para cada escenario accidental en cada instalación de la Planta

Escenario	Figura del Anexo 13	Condición meteorológica 4D			Condición meteorológica 2F					
		ED	ZI	ZA	LD01	ED	ZI	ZA	LD01	Max ZI
Z25/REA/SYN/G3/VCE	Figura 6.4.1.3.b-19	7	8	12	7	8	9	13	7	17
Z25/LIN/SYN/G2/FLASHF	Figura 6.4.1.3.b-20		0	36			0	36		9
Z25/LIN/SYN/G2/VCE	Figura 6.4.1.3.b-21	13	14	21	11	14	15	23	12	14
Z25/LIN/SYN/G2/JFIRE	Figura 6.4.1.3.b-22	27	29	31	26	27	29	31	27	29
Z25/SEPH/G3-LIQ/G3/VCE	Figura 6.4.1.3.b-23	8	9	14	7	9	10	15	8	29
Z25/SEPH/G3-LIQ/G3/JFIRE	Figura 6.4.1.3.b-24	45	49	54	44	52	56	61	52	49
Z25/SEPA/NH3/G2/FLASHF	Figura 6.4.1.3.b-25		4	19			15	29		56
Z25/SEPA/NH3/G2/JFIRE	Figura 6.4.1.3.b-26	33	33	37	33	37	37	37	0	33
Z25/SEPA/NH3/G2/PFIRE	Figura 6.4.1.3.b-27	22	25	29	21	22	25	29	20	37
Z04/TAN/NH3/G3/FLASHF	Figura 6.4.1.3.b-28							9		25
Z04/TAN/NH3/G3/JFIRE	Figura 6.4.1.3.b-29	16	16	17			19	19		16
Z04/TAN/NH3/G3/PFIRE	Figura 6.4.1.3.b-30	13	15	17	13	13	15	17	12	19
Z04/PUM/NH3/G3/FLASHF	Figura 6.4.1.3.b-31							9		15
Z04/PUM/NH3/G3/JFIRE	Figura 6.4.1.3.b-32	17	17	18			19	19		17
Z04/PUM/NH3/PFIRE	Figura 6.4.1.3.b-33	13	15	17	12	13	15	17	12	19
Z20/LIN/NH3/G2/PFIRE	Figura 6.4.1.3.b-34	4	5	6	3	4	5	5	3	15
Z20B/LIN/NH3/G2/PFIRE	Figura 6.4.1.3.b-35	3	4	5	3	3	4	5	2	5

Leyenda:

Condición meteorológica 4D: atmósfera neutra y una velocidad del viento de 4 m/s Condición meteorológica 2F: atmósfera estable sin mezcla vertical y una velocidad del viento de 2 m/s Z04: Buffer NH_3 Z13: Edificio de electrólisis Z20: Planta de ácido nítrico (AN) Z20B: Planta de solución de nitrato de amonio (SNA) Z21: Parque reserva de tanques de H_2 Z24A: Compresores de gas de síntesis Z25: Unidad de síntesis de NH_3	PFIRE - *Pool fire,* Fuego de charco JFIRE - *Jet fir*e, Chorro de fuego FLASHF - *Flash Fire*, Fogonazo VCE - Explosión física	SEP1, SEP2, SEP3 y SEP4 – Separadores de H_2 LIN - Línea REA – reactor SEPH - separador de NH_3 a alta presión SEPM – separador de NH_3 a presión media SEPA - separador de NH_3 a presión atmosférica PUM - bomba COM - compresor TAN – tanque buffer C1CA – Compresor syngas y circulador LIN – línea/tubería G2, G3 – eventos iniciadores de accidentes genéricos

ATOME C

Además de estos riesgos mencionados en la **Tabla 6.1.4.3.a**, también hay riesgo de fuga de NH_3, HNO_3 y NH_4NO_3. A este respecto, cabe resaltar que las fugas son conducidas a la antorcha de emergencia de modo general, para quema del gas. En caso de otras fugas, se detecta y se avisa al personal de la Planta mediante señal acústica. El personal de Planta estará equipado con máscara antigás, que deberá usar en estas situaciones para evitar que sufran problemas de salud como dificultades respiratorias, broncoespasmos, quemaduras en la mucosa nasal, faringe y laringe, dolor torácico, edema pulmonar, y otras complicaciones. El alcance está limitado a las inmediaciones de las zonas de almacenamiento de NH_3, HNO_3 y NH_4NO_3.

Según INRS (2021)[27] y OMS (1986) si se produce una liberación repentina del amoníaco licuado a presión a partir de un recipiente, y si no hay obstáculos cerca de la fuente, todo este residuo se convertirá y permanecerá suspendido en una mezcla de vapor y finas gotitas del líquido. Si se inhala a baja concentración, el amoníaco se disuelve principalmente en la mucosa de las vías respiratorias superiores. La tasa de retención pulmonar inicial es del 80% en los seres humanos y de menos del 30% al cabo de 27 minutos. Las señales clínicas observadas son tos, faringitis, laringitis, traqueobronquitis, náuseas, vómitos, astenia, cefalea, hipersalivación y posiblemente bradicardia.

La inhalación de amoníaco en concentraciones elevadas se caracteriza por una dificultad respiratoria grave asociada a broncoespasmos de intensidad variable y al desarrollo de un edema de las mucosas de las vías respiratorias con tos y disnea asmática. A corto plazo, el pronóstico depende de la evolución de las complicaciones respiratorias y de la aparición tardía de una lesión de edema agudo de pulmón tras una fase de atenuación aparente. Posteriormente, la hipersecreción bronquial y la descamación de la mucosa son responsables de la obstrucción del tronco pulmonar y de la atelectasia, agravada por infecciones bacterianas. Las secuelas más frecuentes son estenosis bronquial, bronquiolitis obliterante, bronquiectasias, fibrosis pulmonar, opacidades corneales, cataratas o glaucoma (INRS, 1997; WITHERS, 1986).

En caso de exposición de corta duración, el HNO_3[28] es corrosivo para los ojos, la piel y las vías respiratorias. La inhalación puede provocar reacciones similares al asma. La exposición puede causar asfixia debido a la inflamación de la garganta. La inhalación de altas concentraciones puede causar neumonitis y edema pulmonar. Los síntomas del edema pulmonar no suelen manifestarse hasta pasadas unas horas y se agravan con el esfuerzo físico.

Puede producirse una contaminación nociva del aire muy rápidamente por evaporación del HNO_3 a 20°C. La inhalación repetida o prolongada puede causar efectos en los dientes, provocando su erosión. La sustancia puede tener efectos sobre las vías respiratorias superiores, como la inflamación crónica, y sobre los pulmones, con una reducción de la función pulmonar. Las nieblas de este ácido inorgánico fuerte son cancerígenas para los seres humanos. Sin embargo, no se dispone de información sobre la carcinogenicidad de otras formas físicas de esta sustancia.

El NH_4NO_3[29], en caso de exposición de corta duración, irrita los ojos, la piel y las vías respiratorias. La sustancia puede causar efectos en la sangre, provocando la formación de metahemoglobina. Los efectos pueden ser retardados. Se puede alcanzar rápidamente una concentración nociva

[27] Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS) - Fiche toxicologique n°16 - Ammoniac et ses solutions aqueuses.2021.
[28] https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_card_id=0183&p_version=1&p_lang=pt
[29] https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=pt&p_card_id=0216&p_version=2

ATOME PLC

de partículas suspendidas en el aire por dispersión, especialmente si es en forma de polvo, que puede ser inhalado por los trabajadores.

Además de los riesgos mencionados anteriormente, otras actividades de operación también pueden provocar accidentes con trabajadores, como trabajos en altura, electrocución, resbalones y caídas, movimiento de cargas pesadas, etc.

Es importante señalar que el análisis cuantitativo de riesgos (QRA) y el análisis de peligros y operatividad (HAZOP), se realizarán una vez finalizado el diseño técnico. Las recomendaciones del QRA se basan en el sistema de mitigación para reducir la consecuencia/probabilidad y el riesgo global. Las recomendaciones del HAZOP se basarán en la priorización de las acciones correctivas en función de los riesgos.

Medidas de Prevención

El diseño de la Planta se ha realizado teniendo en cuenta mejores tecnologías disponibles en el mercado (BAT), las especificaciones necesarias para evitar que se produzcan accidentes en la fase de operación y todos los controles necesarios para detectar cualquier funcionamiento anormal de manera temprana. Es importante mencionar también la capacitación del equipo de O&M y de la supervisión de empresas contratadas a ser llevada a cabo como parte del **Programa de Gestión Ambiental y Social de la Fase Operación**, además del mecanismo de manejo de reclamos para trabajadores como parte del **Programa de Gestión del Trabajo y Condiciones Laborales**.

Calificación del riesgo

Con las precauciones ya establecidas en la fase de diseño de la Planta y sus equipos, con los sistemas de control y alerta y además de las medidas de capacitación previstas, se considera que este riesgo tiene baja probabilidad de ocurrencia.

Si incluso con las medidas propuestas se producen accidentes con los trabajadores durante la fase de operación, es decir, si el impacto se materializa, el **Programa de Respuesta a Emergencias para la Fase de Operación** establece protocolos a seguir en caso de la ocurrencia de las hipótesis accidentales mencionadas. El impacto será negativo, de la fase de operación, de alcance en el ADA, pero extendiéndose al AII debido a los posibles accidentes de tráfico. Tiene incidencia directa, inducción inmediata con el inicio de la operación y de largo plazo de duración. Es reversible, y tiene magnitud alta e importancia media, pero se ha aumentado a alta porque se trata de un impacto cuyas consecuencias pueden ser catastroficas.

Calificación del impacto (atributos) **Accidentes con trabajadores durante la operación**			
Naturaleza	Negativo	**Localización y espacialización**	ADA/AII
Etapa de ocurrencia	Operación	**Incidencia**	Directo
Temporalidad (Inducción)	Inmediato	**Temporalidad (Duración)**	Largo Plazo
Reversibilidad	Reversible	**Probabilidad de ocurrencia**	Baja
Magnitud e Importancia			
Magnitud	Alta		
Importancia	Alta		

ATOME PLC

14.03 – Riesgo para la salud y la seguridad de los trabajadores de otras partes interesadas durante la operación (trabajadores del transporte fluvial y terrestre, trabajadores de Terport, otros)

Acciones impactantes	A.3.03 Operación y mantenimiento de la planta, de la LT y del sistema de captación de agua y tuberías A.3.04 Transporte de insumos y productos
Componente Impactable	C.3.04 - Salud y la Seguridad de la Comunidad y de los Trabajadores

Análisis del riesgo

En la operación de la Planta de ATOME, además de los trabajadores directos de la empresa que serán contratados, también hay actividades de otras partes interesadas/proveedores de servicios, como los trabajadores de las empresas de transporte terrestre de fertilizante CAN, la tripulación de las barcazas de transporte fluvial de fertilizante (si elige este medio de transporte), y los trabajadores del Puerto Terport.

Según mencionado en el impacto 7.02, se prevén 50 viajes de camiones tractor tipo Scania + semirremolque al día (25 cargados y 25 vacíos) para transporte del fertilizante desde la Planta hasta el Puerto Terport de Villeta.

Con este aumento del flujo de camiones en la Ruta Villeta – Alberdi (y también otras carreteras, incluidas las brasileñas, si se opta por el transporte terrestre del fertilizante al 100%), pueden producirse accidentes con otros vehículos, poniendo en peligro a los conductores de los camiones.

En el transporte fluvial, con el aumento del flujo de barcazas por la Hidrovía, aumentará el riesgo de accidentes con los trabajadores implicados, más específicamente con la tripulación de las barcazas. Estos posibles accidentes implican colisión entre barcazas; colisión con obstáculos fijos, como puentes; explosión de la barcaza provocada por eventual chispa en el depósito de combustible; entre otros. Esto puede causar lesiones de diversa gravedad a la tripulación, caídas al río con posible ahogamiento, e incluso la muerte.

En cuanto a los trabajadores portuarios, el riesgo se asocia a la posibilidad de accidentes relacionados con actividades como el manejo de grúas y otros equipos utilizados para mover la carga, como carretillas elevadoras, puentes grúa, montacargas, cabrestantes, polipastos, carretillas munck y elevadores; trabajos en altura, entre otros. Estos accidentes pueden causar lesiones a los trabajadores, incluido el riesgo de muerte.

También se menciona el riesgo de accidentes con trabajadores de la ANDE durante las actividades de mantenimiento de la línea de transmisión y la subestación de la Planta.

Medidas de Prevención

La medida específicamente prevista para prevenir este riesgo es la contratación de Empresas calificadas, del **Programa de Gestión Ambiental y Social de la Fase de Operación**, a través de la cual ATOME se asegurará de que sólo se contraten empresas que cumplan con la legislación paraguaya relacionada con la salud y seguridad y las condiciones de trabajo y también los procedimientos del sistema de gestión ambiental, social y de SST de ATOME. También verificará

ATOME PLC

si las empresas cuentan con protocolos de respuesta a emergencias propios. Estas condiciones deberán ser adjuntadas a los contratos de servicios con estas empresas, incluyendo medidas de capacitación de los trabajadores, automonitoreo, formación en SST, uso de Equipos de Protección Personal y Colectiva (EPP y EPC), entre otras.

Además de esto, debe garantizarse que estas empresas dispongan de un canal para recibir quejas de sus trabajadores, para que puedan denunciar de forma anónima cualquier situación de inseguridad que presencien en relación con sus actividades. Los trabajadores de las empresas contratadas también deberían ser informados sobre los canales y tener acceso directo al mecanismo de gestión de quejas, reclamaciones e inquietudes de ATOME, como parte de su **Programa de Participación de las Partes Interesadas**.

También se mencionan las medidas del **Programa de Gestión del Transporte en la Fase de Operación**, ya que esta actividad implica un aumento pequeño de los riesgos de accidentes con las empresas de transporte terrestre y fluvial.

Calificación del riesgo

Garantizando que las empresas disponen de todas las medidas de prevención indicadas y que ATOME verificará que las empresas son calificadas, este riesgo se considera de baja probabilidad de ocurrencia.

Si incluso con las medidas propuestas se producen accidentes con los trabajadores de otras partes interesadas durante la operación, es decir, si el impacto se materializa, será negativo, difuso, de incidencia directa, inducción inmediata con el inicio de la operación y de largo plazo de duración. Es reversible, tiene magnitud alta e importancia media.

Calificación del impacto (atributos) **Accidentes con trabajadores de otras partes interesadas durante la operación**			
Naturaleza	Negativo	**Localización y espacialización**	Difuso
Etapa de ocurrencia	Operación	**Incidencia**	Directo
Temporalidad (Inducción)	Inmediato	**Temporalidad (Duración)**	Largo Plazo
Reversibilidad	Reversible	**Probabilidad de ocurrencia**	Media
Magnitud e Importancia			
Magnitud	Alta		
Importancia	Media		

ATOME PLC

14.04 – Riesgo para la salud y la seguridad de la comunidad durante la construcción y operación

Acciones impactantes	A.2.05 Flujos de vehículos, equipos y trabajadores A.3.03 Operación y mantenimiento de la planta, de la LT y del sistema de captación de agua y tuberías A.3.04 Transporte de insumos y productos A.3.05 Controles ambientales durante la operación
Componente Impactable	C.3.04 - Salud y la Seguridad de la Comunidad y de los Trabajadores

Análisis del riesgo

Como se menciona en el Impacto 7.01, durante la construcción se espera un aumento incremental del tráfico de vehículos pesados por las carreteras de acceso al Proyecto, principalmente la Ruta Nacional PY19 (Ruta Villeta – Alberdi), además del tráfico de autobuses de trabajadores por esta ruta y por el Acceso Sur. También se menciona un tráfico más eventual asociado al transporte de cargas sobredimensionadas. Además del impacto ya discutido, ese aumento de tráfico puede causar el aumento del riesgo de accidentes con vehículos y peatones, especialmente en los tramos donde hay ocupación en los alrededores. Este riesgo se minimizará mediante el uso de una señalización adecuada, entre otras medidas de gestión del tráfico.

En la operación, como se menciona en el impacto 7.02 y en el riesgo 14.03, el transporte terrestre de fertilizante CAN entre la Planta y el Puerto Terport generará 50 viajes diarios de camiones, 25 cargados y 25 vacíos, con una media de 6 viajes por hora considerando una jornada laboral de 8 horas diarias. Esto provocará un pequeño aumento del tráfico de vehículos pesados en este tramo de cerca de 15 a través de la Ruta Nacional PY19, y en consecuencia podría aumentar el riesgo de accidentes de tráfico con peatones y otros vehículos en la fase de operación del Proyecto, siendo mayor al pasar por el área poblada de Surubi'y. En el resto del trayecto sólo hay viviendas aisladas y principalmente industrias y empresas de servicios. Los residentes de Surubi'y, por lo tanto, serán los más susceptibles a este mayor riesgo de accidentes por el tráfico de camiones. En el caso de los ómnibus que transportarán trabajadores durante la etapa de operación, en la que se estiman 8 viajes diarios, hay más tramos donde existe este riesgo, mencionándose también la comunidad de Suruby'i, así como los tramos del Acceso Sur y el tramo de la Ruta Guarambaré - Villeta, donde la ocupación del entorno es mucho mayor que en la Ruta Villeta - Alberdi.

En cuanto al riesgo para la salud de la comunidad asociado la operación de la Planta, se menciona que las instalaciones estarán completamente valladas y que sólo podrá acceder a ellas el personal autorizado. Por lo tanto, los miembros de la comunidad no se acercarían a las instalaciones de proceso y a las sustancias químicas de la Planta.

Respecto al riesgo para la salud de la comunidad asociado a los posibles efectos de los campos electromagnéticos emitidos por la LT durante la operación, se señala que para el cálculo de la anchura de la servidumbre se tuvieron en cuenta los parámetros para los límites de exposición pública a campos eléctricos y magnéticos establecidos por la ICNIRP (*International Comission on Non-Ionizing Radiation Protection*) para la frecuencia de 50 Hz. Son ellos:

- Para exposición de la población: campo eléctrico 5 kV / m, campo magnético 100 µT;
- Para exposición ocupacional: campo eléctrico 10 kV / m, campo magnético 500 µT

Eses mismos valores son los definidos por las Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad de la CFI, presentados en la siguiente **Tabla 6.1.4.3.c**:

ATOME PLC

Tabla 6.1.4.3.c
Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad de la CFI

Frecuencia	Tipo de exposición	Campo Eléctrico (V/m)	Campo Magnético (µT)
50 Hz	Público en general	5.000	100
	Exposición laboral	10.000	500
60 Hz	Público en general	4.150	83
	Exposición laboral	8.300	415

Teniendo en cuenta estos valores, se puede concluir que los impactos solo pueden ocurrir en casos de exposición a largo plazo, inmediatamente bajo los cables de la LT, es decir, en situaciones de invasión de la franja de servidumbre por viviendas y otras instalaciones que impliquen ocupación permanente o de largo plazo. En cualquier caso, no hay ninguna vivienda cerca de la LT y no se permitirá, ni bajo los cables ni en el resto del área de la franja de servidumbre de 50 m, por lo que se considera que el impacto no ocurrirá si se respeta esta determinación. En cuanto a las actividades no permanentes y de corto plazo, como el trabajo de cultivo o el pastoreo, no se considera que este impacto ocurra incluso dentro de la franja de servidumbre e inmediatamente bajo la LT.

Medidas de Prevención

Como mencionado para los trabajadores (riesgo 14.02), el diseño de la Planta ya se ha realizado teniendo en cuenta las especificaciones necesarias para evitar que se produzcan accidentes en la fase de operación, incluido el vallado completo de las instalaciones, impidiendo el acceso de personal no autorizado, como se ha mencionado anteriormente.

También se aplica la medida de Protección de la franja de servidumbre del **Programa de Gestión Ambiental y Social de la Fase de Operación**, para evitar invasiones y usos prohibidos, y la medida Supervisión de Empresas Contratadas de este mismo Programa, ya que los accidentes de tránsito involucrarán a trabajadores de una empresa tercerizada, que deberá brindar capacitación a sus trabajadores, exigir conductas de manejo defensivo, cumplir con la ley de tránsito paraguaya y cumplir con las medidas previstas en el **Programa de Gestión del Transporte en la Fase de Operación** de ATOME, que deben garantizarse mediante su inclusión en el contrato. En el Acceso Sur, al tratarse de una vía urbana, con un entorno densamente poblado, es necesario respetar el límite de velocidad establecido por las autoridades de transporte para las vias públicas y las medidas de conducción defensiva a ser implementadas con los conductores de los autobuses de transporte de trabajadores, para reducir el riesgo de accidentes, y realizar el mantenimiento de los autobuses para reducir las molestias causadas por ruido y emisiones.

También son de suma importancia las medidas del **Programa de Participación de las Partes Interesadas**, principalmente las medidas de difusión y comunicación e o mecanismo de gestión de quejas, reclamos e inquietudes para la comunidad.

Calificación del riesgo

Con las precauciones ya establecidas en la fase de diseño de la Planta y sus equipos, con los sistemas de alerta y con las medidas de capacitación previstas, se considera que este riesgo tiene baja probabilidad de ocurrencia.

ATOME PLC

Si incluso con las medidas propuestas se producen accidentes con la comunidad durante la fase de operación, es decir, si el impacto se materializa, el **Programa de Respuesta a Emergencias para la Fase de Operación** establece protocolos a seguir en caso de la ocurrencia de las hipótesis accidentales mencionadas.

Si se produce, el impacto será negativo, de alcance en el AII, directo, de inducción inmediata con el inicio de la operación y de largo plazo de duración. Es reversible, tiene magnitud media e importancia baja.

Calificación del Riesgo (atributos) **Accidentes y enfermedades que afectan a la comunidad durante la operación**			
Naturaleza	Negativo	**Localización y espacialización**	AII
Etapa de ocurrencia	Construcción y Operación	**Incidencia**	Directo
Temporalidad (Inducción)	Inmediato	**Temporalidad (Duración)**	Largo Plazo
Reversibilidad	Reversible	**Probabilidad de ocurrencia**	Baja
Magnitud e Importancia			
Magnitud	Media		
Importancia	Baja		

15 – Riesgos de impactos en el Patrimonio Arqueológico y Cultural

15.01 - Riesgo de daños al patrimonio arqueológico o cultural durante el movimiento de tierras

Acciones impactantes	A.2.03 Remoción de vegetación y limpieza del terreno A.2.06 Movimiento de tierras
Componente Impactable	C.3.05 - Patrimonio Arqueológico y Cultural

Análisis del impacto potencial

Como se menciona en la **Sección 5.4.9**, las prospecciones arqueológicas del terreno no han dado lugar a la identificación de ningún hallazgo arqueológico, cultural o histórico, pero existe un riesgo potencial de que se produzcan hallazgos fortuitos durante las actividades de supresión de la vegetación / limpieza del terreno y, especialmente, durante los movimientos de tierras para construcción de las estructuras de la Planta, de las fundaciones de las torres de la LT, de la caseta de bombeo de la captación de agua y para instalación de las tuberías de agua y efluentes.

Al tratarse de una zona donde tuvieron lugar batallas de la Gran Guerra, existe el riesgo de encontrar elementos balísticos (fusiles, bayonetas y balas, entre otros), carruajes de abastecimiento de insumos, restos óseos y otros durante la ejecución de estas actividades de construcción.

La ejecución de actividades de supresión de la vegetación / limpieza del terreno y de movimiento de tierras sin el acompañamiento de un experto profesional o el establecimiento de un procedimiento en caso de hallazgos fortuitos puede provocar daños en elementos de este patrimonio, si es que existieren.

ATOME

Medidas de Prevención

Para prevenir este impacto se propone preparar un Protocolo de Actuación en Arqueología Preventiva, además del acompañamiento arqueológico durante las actividades de movimiento de tierras, ambas partes de un **Programa de Conservación del Patrimonio Arqueológico y Cultural del ADA**.

También se mencionan las medidas de Gestión de las actividades de movimiento de tierras y de Control de las actividades de supresión de vegetación del **Programa de Control Ambiental de la Construcción**, a ser implementadas por los Contratistas, además de las medidas del **Programa de Gestión Ambiental y Social**, es especial la Supervisión de la Construcción.

Calificación del riesgo

Considerando la aplicación de las medidas propuestas, este riesgo es considerado de baja probabilidad de ocurrencia.

Si el impacto se materializa, incluso con las medidas preventivas, se califica como negativo, de alcance en el ADA, directo, de inducción inmediata y de largo plazo de duración. Es irreversible, pero de baja probabilidad de ocurrencia. Tiene magnitud e importancia medias.

Calificación del Riesgo (atributos) **Riesgo de daños al patrimonio arqueológico o cultural durante el movimiento de tierras**			
Naturaleza	Negativo	**Localización y espacialización**	ADA
Etapa de ocurrencia	Implantación	**Incidencia**	Directo
Temporalidad (Inducción)	Inmediato	**Temporalidad (Duración)**	Largo Plazo
Reversibilidad	Irreversible	**Probabilidad de ocurrencia**	Baja
Magnitud e Importancia			
Magnitud	Media		
Importancia	Media		

6.1.5
Identificación y Evaluación de Impactos Acumulativos

Consideración inicial

Conforme la Guía Práctica para la Evaluación y Gestión de Impactos Acumulativos en América Latina y El Caribe (BID Invest, 2023), “los impactos acumulativos se refieren, generalmente, a aquellas modificaciones en el comportamiento del ambiente que son el resultado de múltiples actividades o proyectos a lo largo del tiempo, incluidas las generadas por el proyecto que se está evaluando”.

Según la Norma de Desempeño 1 de la Corporación Financiera Internacional (CFI, 2012), los impactos acumulativos son aquellos que resultan de los efectos sucesivos, incrementales o combinados de una acción, proyecto o actividad actual, o producidos por actividades pasadas y futuras planificadas.

La Agencia de Protección Ambeitnal de los Estados Unidos de América - EPA (1999) define los impactos acumulativos como aquellos que resultan de la interacción y superposición de efectos

ambientales derivados de una o más acciones humanas a lo largo del tiempo y en un espacio determinado. La Asociación Internacional para la Evaluación del Impacto Ambiental (IAIA, 2015) sugiere que el término está relacionado con los efectos agregados de acciones que producen impactos que se acumulan de forma incremental o sinérgica a lo largo del tiempo y el espacio.

La Comisión Europea (1999) define a los impactos acumulativos como el resultado de cambios incrementales causados por acciones realizadas en el pasado, en el presente y las que pueden predecirse razonablemente para el futuro, y que actúan conjuntamente. Esta definición es claramente compartida por Hegmann et al. (1999), que también asocia los efectos acumulativos a acciones combinadas en el tiempo que provocan cambios en el ambiente.

La normativa del Consejo de Calidad Medioambiental de EE.UU. (CEQ), aplicada por el *National Environmental Policy Act* (NEPA, 1977; 2020), subraya que, a pesar de la posibilidad de estar vinculados a acciones individuales, los impactos acumulativos suelen ser el resultado de acciones colectivas a lo largo de un periodo de tiempo.

En términos prácticos, se reconoce que el proceso de evaluación de impactos acumulativos es más complejo que el que se practica habitualmente en los Estudios de Impacto Ambiental, ya que el horizonte temporal del análisis incluye las acciones pasadas, presentes y razonablemente previstas a ser realizadas en el futuro. Además, la interacción entre las actividades antropogénicas y el universo sujeto a alteración es cada vez mayor en número y complejidad.

En estos términos, y en consonancia con las directrices del Grupo del Banco Mundial (IFC, 2013) y la citada Guía Práctica Invest del BID (2023), la tarea primordial del proceso de análisis del impacto acumulativo es diferenciar entre los cambios que se producen de forma natural en los sistemas socioambientales y los impulsados por la acción combinada de varios proyectos en la zona de intervención.

Entre los principales objetivos del análisis figuran:

- Evaluar los impactos y riesgos potenciales inducidos por otros proyectos dado a lo largo del tiempo sobre un componente de valor que será afectado por el proyecto a partir del cual se parte el análisis;
- Comprobar si los impactos acumulativos identificados tienen el potencial de desestabilizar la identidad de los sistemas socioambientales y, en particular, los límites de resiliencia de determinados componentes de análisis;
- Confirmar si la viabilidad de un proyecto no está comprometida o limitada por los impactos agregados que otros emprendimientos puedan quenerar en el lugar donde va a ser implementado;
- Garantizar que las comunidades y grupos afectados tengan debidamente identificadas sus preocupaciones;
- Proponer medidas para optimizar los efectos incrementales positivos y mitigar los negativos.

Para alcanzar estos objetivos, la evaluación que se llevará a cabo en este estudio se centrará en los VECs (*Valued Environmental Component*, o Componentes Valiosos del Ecosistema). Este término, introducido por primera vez por Beanlands y Duinker (1983), se refiere a los atributos

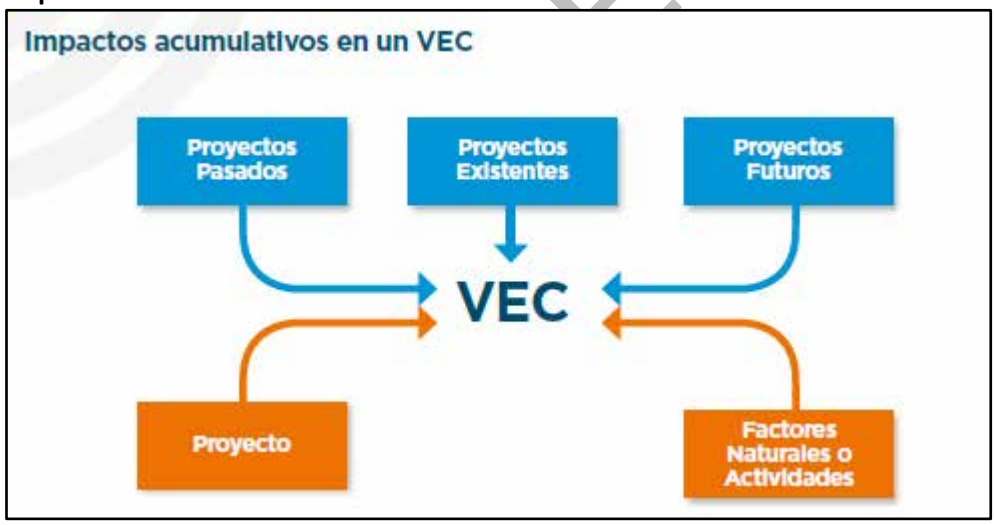
ATOME PLC

de los sistemas ambientales y sociales considerados por la comunidad o por el grupo que efectúa el análisis, como importantes o sensibles a los efectos incrementales de uno o varios proyectos.

El Grupo del Banco Mundial (2013) define los VEC como los receptores finales, sensibles y valiosos (desde el punto de vista ecosistémico y social) de los impactos agregados, cuya condición futura deseada determina los objetivos del análisis de impactos acumulativos. La **Figura 6.1.5.a** muestra un ejemplo esquemático de análisis de impacto acumulativo centrado en los VEC.

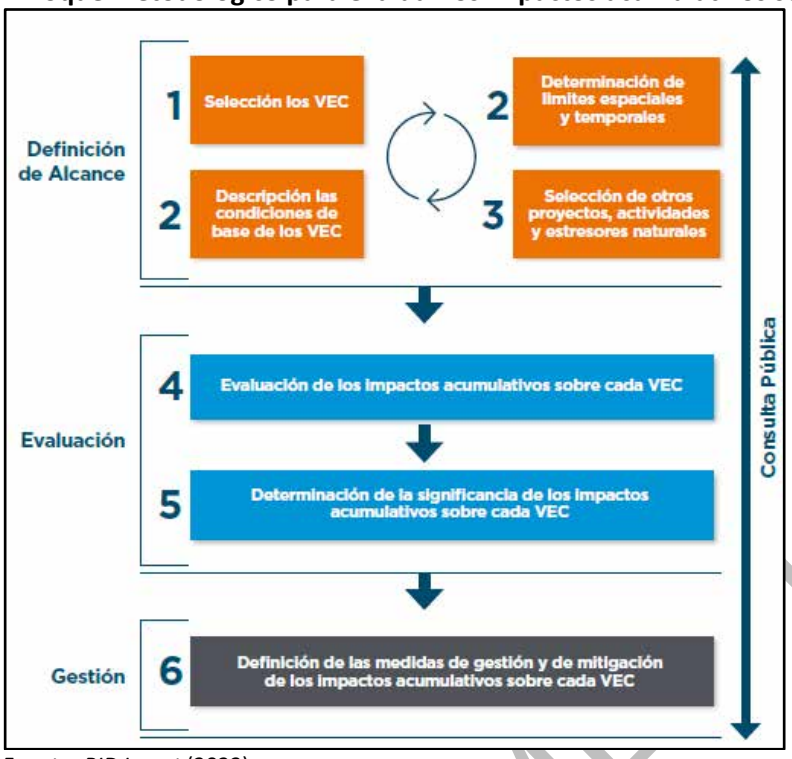
En el contexto de esta definición, el enfoque metodológico que se utilizará en este estudio es el propuesto por BID Invest (2023), que incluye las siguientes etapas metodológicas (a) selección de los VEC; (b) definición de las escalas temporales y espaciales; (c) descripción de las condiciones de base de los VEC; (d) identificación de otros proyectos co-localizados y variables naturales y sociales que afectan a los VEC; (e) identificación y evaluación de los impactos acumulativos; (f) evaluación del grado de significación de los impactos acumulativos y (g) definición de las medidas de gestión y mitigación de los impactos acumulativos en cada VEC (**Figura 6.1.5.b**). Cabe destacar que el proceso de consulta pública se extiende a lo largo de toda la perspectiva metodológica, con el fin de garantizar la participación directa de las partes interesadas..

Figura 6.1.5.a
Esquema de análisis centrado en los CEV



Fuente: Adaptado de *BID Invest* (2023).

Figura 6.1.5.b
Enfoque metodológico para evaluar los impactos acumulativos según *BID Invest* (2023)



Fuente: *BID Invest* (2023).

El análisis específico de impactos (Paso f), sin embargo, se llevará a cabo utilizando enfoques metodológicos establecidos para la evaluación de impactos, incluyendo los propuestos en los estudios de Morgan (2002), Porter & Fittipaldi (1998), Canter (1996), Wood (1995), Morris & Therivel (1995), Turnbull (1992), Banco Mundial (1991), Sánchez (2002) y Leopold *et al*. (1971), así como los disponibles en las guías de evaluación de las principales agencias ambientales del mundo (SNH, 2013; EPA, 1999; CEAA, 2012), entre otros.

Destaca el método matricial propuesto por Páez Zamora (2013), que difiere de la propuesta presentada por Leopold et al. (1971) precisamente por centrarse en los VEC y en función del espacio geográfico/temporal delimitado, así como de los proyectos identificados.

Estos procedimientos se describen detalladamente en las secciones siguientes, y los resultados se presentan conjuntamente.

- **Definición de Alcance**

(a) Selección de los VECs

<u>Análisis de la información existente en la línea de base ambiental</u>

Los análisis realizados en la línea base del EIAS permitieron dilucidar las características principales de los componentes ambientales y sociales susceptibles de recibir efectos adversos, tales como:

ATOME LLC

- Características principales del área de inserción del proyecto, incluidas las relacionadas con los aspectos fisiográficos y las características hídricas, así como sus procesos dinámicos;
- Aspectos principales de la cubierta vegetal circundante;
- Principales especies de fauna terrestre;
- Existencia de hábitats protegidos o de importancia;
- Existencia de especies en peligro de extinción;
- Características principales relacionadas con la ocupación humana y las condiciones de vida de la población.

Además, se recopiló información sobre los principales impactos ambientales y sociales identificados y evaluados en el EIAS, así como información relacionada con los Planes y Programas Ambientales y Sociales propuestos para la prevención, control, mitigación y compensación de dichos impactos.

Esta información, en conjunto, da forma a las tendencias de evolución de los componentes ambientales posiblemente afectados por el Proyecto en relación con los efectos adversos acumulativos. Del mismo modo, muestra las posibilidades de controlar tales efectos, ya sea por la eficiencia de los Planes y Programas Ambientales y Sociales propuestos o, incluso, por los aspectos de resiliencia de los sistemas naturales.

ME PLC

Consulta a las partes interesadas

La recopilación de información de línea base social se basó en entrevistas con las partes interesadas del Proyecto, cuyos resultados contribuyeron a la selección de los VECs. Estas entrevistas fueron realizadas con las siguientes personas: i) representantes del Ayuntamiento de Villeta (representantes de la Secretaria General de la Municipalidad y de la Dirección de Obras de la Municipalidad); ii) residentes de la comunidad de Guasu Kora; iii) residentes de la comunidad Ypeka'e, que trabajaron en la Fábrica de fertilizantes FERTIMAX; iv) el Vicepresidente de la Asociación de Pescadores de Ypekaʾe; v) representantes de la asociación Puerto Lobato (comunidad aguas abajo del Proyecto en el río Paraguay, donde se pesca); vi) un residente y trabajador de la finca colindante al terreno de la Planta; y vii) el propietario de esta finca, que usa la casa en los fines de semana.

Durante las entrevistas, además de las preguntas para obtención de datos para la línea base social, a los entrevistados se les preguntó si conocían el proyecto. También se les compartió información sobre el proyecto, así como datos sobre posibles impactos (incluyendo los de carácter cumulativo) y de medidas de control a ser implementadas. Esto permitió identificar el nivel de conocimiento de los entrevistados sobre el proyecto y averiguar cuáles eran sus principales preocupaciones, es decir, qué valores eran los más importantes para ellos. Por ejemplo, a los entrevistados de Puerto Lobato se les preguntó si pescaban para subsistir o para comerciar, si eran pescadores artesanales o si practicaban la pesca deportiva, con el fin de evaluar la importancia que tenía para ellos la conservación de la calidad del agua y de la fauna acuática; y al vecino se le preguntó si le molestaba el ruido de la subestación y cuál es la fuente de suministro de agua para la residencia, para saber la importancia que un posible aumento del nivel de ruido y de deterioro de la calidad de las aguas subterráneas tendría para su calidad de vida.

Además de la consulta directa a las partes interesadas mencionadas, se buscó artículos de prensa y otras referencias publicadas en los medios de comunicación sobre el desarrollo de futuros proyectos (ver Paso d).

VECs seleccionados

Considerando los proyectos que pueden tener simultaneidad con el Proyecto (ver Paso d) en las escalas espacial y temporal (ver Paso b), se definieron los siguientes Componentes Ambientales y Sociales Valorados (VEC - *Valued Ecosystem Component*), es decir, los componentes ambientales y sociales susceptibles de recibir efectos adversos del Proyecto y de proyectos pasados, presentes y futuros:

- Recursos Hídricos Superficiales
- Calidad del Aire
- Vegetación y Hábitat
- Empleo y Economía Local
- Infraestructura (de tráfico)
- Calidad de Vida de la Población

(b) Identificación de escalas espaciales y temporales

La identificación de escalas espaciales y temporales constituye una etapa clave de la presente evaluación, ya que establece el alcance del análisis. La premisa básica considerada fue que la delimitación espacial de los efectos acumulativos se expande hasta un punto donde los componentes ambientales considerados ya no se ven afectados por las acciones que los ocasionan, o cuando los niveles de intensidad de los impactos se consideran irrelevantes o no materiales.

Para fines de análisis, se consideró como un área de cobertura espacial el área de influencia indirecta (AII), de acuerdo con lo definido en el ESIA. No obstante, se sabe que los efectos acumulativos más intensos se producirán en las proximidades o en la zona directamente utilizada por el proyecto.

Para esta delimitación, también se consideraron los siguientes aspectos:

- Tamaño y naturaleza de la zona que utilizará el proyecto;
- Tamaño y naturaleza de la zona de los proyectos vecinos;
- Disponibilidad y nivel de confianza de la información utilizada;
- Límites naturales pertinentes, en particular los definidos por el orden de magnitud de las subcuencas;
- Límites de gobernanza administrativa e institucional.

A pesar de la posibilidad y la viabilidad de utilizar diferentes secciones geográficas para cada VECs, esta evaluación priorizó la homogeneización de los datos para incluir un análisis integrado de los impactos. Sin embargo, en la delimitación se garantizó que en la poligonal de análisis estén englobadas todas las áreas de manifestación de los diferentes VECs e impactos.

ATOME PLC

El análisis excluyó las actividades pasadas y futuras que están fuera de los límites geográficos definidos, ya que se considera que no afectan o afectarán el orden de importancia de los impactos; así como aquellas cuya información disponible no permitió estimar los efectos sobre los VEC seleccionados.

Con respecto a la escala de tiempo, se adoptó un enfoque de cinco años al futuro, periodo que es compatible con la posibilidad de éxito de los programas de monitoreo y control de impacto previstos para la fase de operación del proyecto. Lo mismo se aplica al límite de tiempo pasado, una vez que impactos generados a más de cinco años, ya se encuentran asimilados en las características de la dinámica del ambiente. Además, cumple señalar que los efectos de los proyectos pasados (en abandono o en operación) ya estén considerados en la determinación del estado "actual" de los VECs.

(c) descripción de las condiciones (línea base) de los VECs

El diagnóstico y las características de los VECs seleccionados fueron desarrollados en la etapa de línea de base desarrollada para este EsIA. La información recopilada y presentada en los apartados anteriores es suficiente para apoyar el análisis de los posibles impactos acumulativos, por lo que no fue necesario, en el caso bajo estudio, aplicar esfuerzos adicionales para complementar la caracterización de los VECs seleccionados.

(d) identificación de otros proyectos vecinos y de las variables naturales y sociales que afecten a los VECs

En esta etapa se identificaron las principales acciones del Proyecto con el potencial de causar impactos no deseados. En relación con otros proyectos ya implementados, se considera que sus efectos ya están asimilados en el contexto de la organización ambiental actual, reflejada en el capítulo de diagnóstico del ESIA.

En cuanto a los efectos derivados de los proyectos previstos para el futuro, se llevó a cabo una consulta con los principales organismos de planificación local y regional, así como una consulta pública en la prensa, tal como recomienda BID Invest (2023).

Con base al ejercicio realizado, se identificaron los siguientes proyectos o programas de desarrollo de conocimiento público, que se muestran en el **Mapa 6.1.5.a – Localización de Proyectos con Posibles Impactos Acumulativos** junto con el proyecto Atome:

- El **Proyecto Omega Green (de la empresa BSBIOS)**, una planta de biocombustible que se montará en la ciudad de Villeta con una inversión estimada de US$ 1,000 millones. Este proyecto es la mayor inversión privada en la historia de Paraguay y producirá combustibles renovables que emiten menos gases de efecto invernadero.

- **Proyecto Piloto de Agricultura Climáticamente Inteligente (ONG Fundación Capital fomentado por el BID),** enfocado a pequeños productores, ubicado en la finca experimental Avatí de Villeta. El piloto busca identificar tanto los desafíos como las oportunidades para generar un modelo de producción más amigable con el medio ambiente, adaptado a las necesidades de la población.

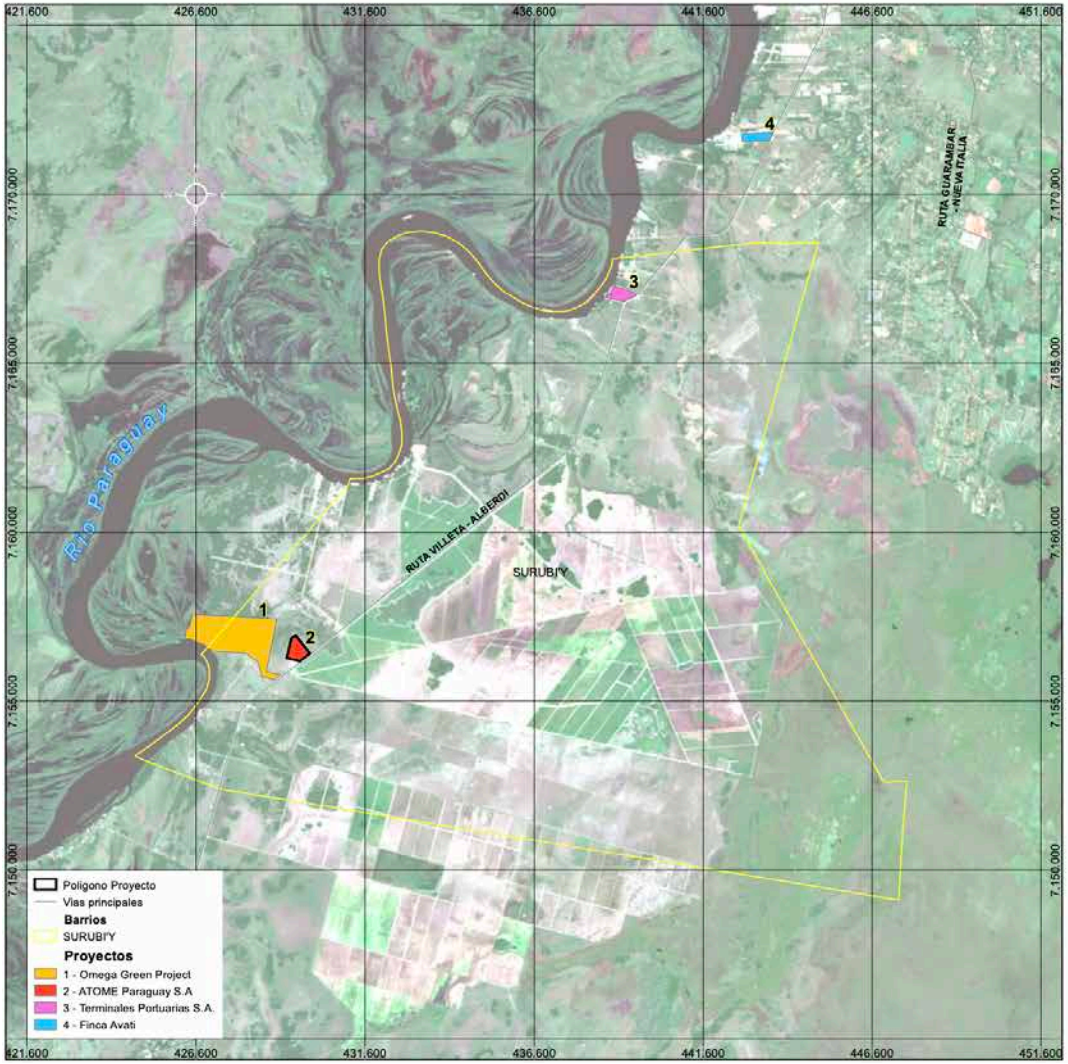
ATOME PLC

Mapa 6.1.5.a – Localización de Proyectos con Posibles Impactos Acumulativos

ATOME

Zona Franca y Planta de Producción de Hidrógeno,
Amoniaco y Fertilizante Verdes de ATOME Paraguay S.A.
Estudio de Impacto Ambiental y Social (EIAS)

6.1.5.a – LOCALIZACIÓN DE PROYECTOS CON POSIBLES IMPACTOS ACUMULATIVOS





Carátula Jurídica Legal

Proponente:	ATOME PARAGUAY S.A.
Lugar:	Puerto Sara
Localidad:	Central - Villeta
Distrito:	Villeta
Padrón:	16490
Superficie Total:	30 ha
Superficie a construir:	20 ha
Elaboración:	ATOME PARAGUAY S.A.
Fecha de Impresión:	27/10/2023

Fuente Cartográfica

Proponente, DGEEC 2012
2023

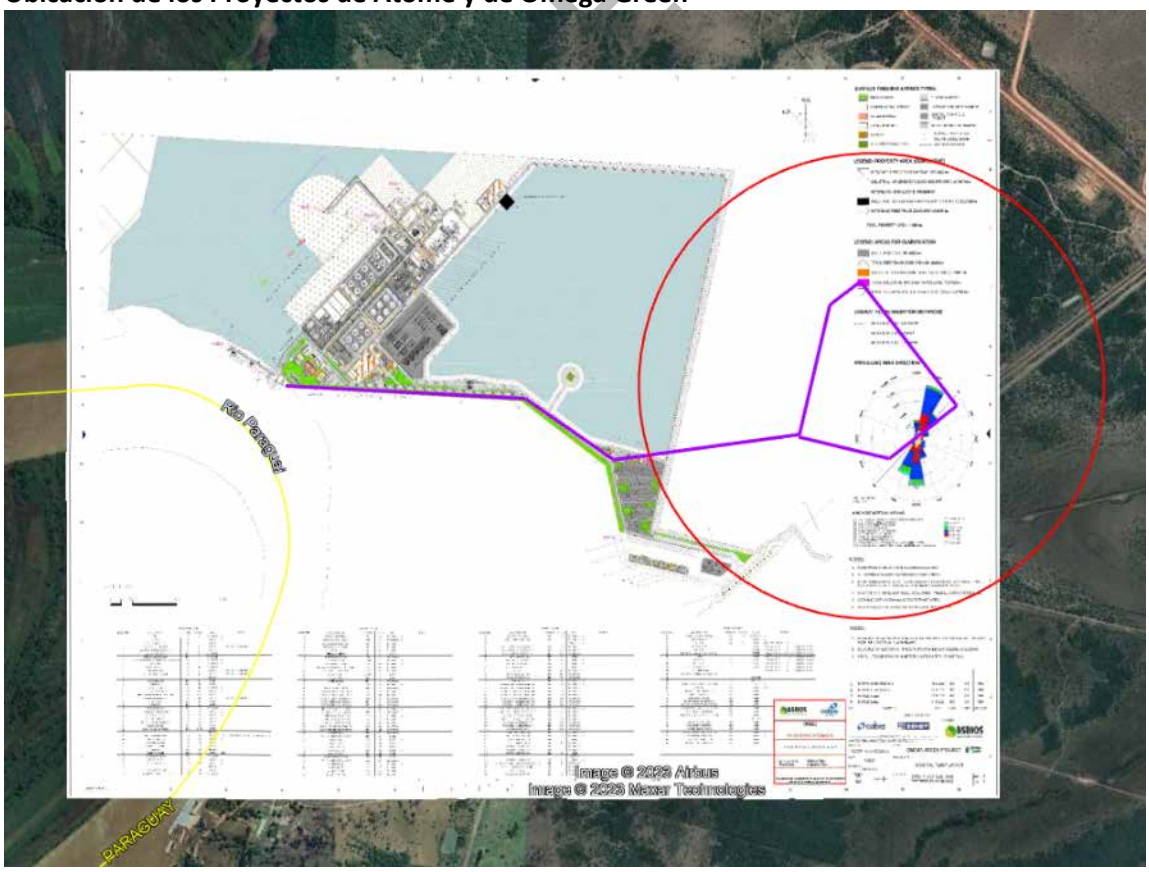
Parámetros Cartográficos

Proyección UTM
Elipsoide WGS 84
Zona 21 J
Escala 1:125.000

- **Puerto de Villeta (de la empresa privada Puerto Caacupe-mí),** que está en proceso de expansión de sus operaciones, y que planea construir Caacupe-mí/Villeta, una terminal que operará con los mismos estándares que Caacupemí/Asunción y Pilar en cuanto a grúas, maquinaria, equipo y el sistema de información TOS Navis N4. Además de las operaciones portuarias, Caacupe-mí/Villeta también tendrá un parque logístico dentro de la terminal, muy similar al que actualmente está en pleno funcionamiento en Caacupe-mí/Asunción, en la primera fase, se agregará un almacén totalmente equipado y de última generación. Con Caacupe-mí/Villeta, Puerto Caacupemí será el único conglomerado portuario que estará geográficamente ubicado en las tres zonas operativas portuarias premium dentro de Paraguay, que son Asunción, Villeta y Pilar, ofreciendo a sus clientes el nivel de servicio de calidad Caacupe-mí y con la opción de ubicación basada en su preferencia o conveniencia geográfica. El puerto de Villeta es la tercera terminal más importante del país en términos de facturación y, según cifras de Aduanas, dentro de los cuatro puertos con mayor recaudación a nivel nacional (8.8% del total a diciembre de 2018).

De estos proyectos, el más cercano al Proyecto de Atome es la planta de biocombustible **Omega Green**, que aún está en fase de estudios. La **Figura 6.1.5.c** muestra el layout de la Planta de Omega Green junto con el terreno en el que se construirá la planta de Atome.

Figura 6.1.5.c
Ubicación de los Proyectos de Atome y de Omega Green



Leyenda:

	Terreno de Atome y trazo de las tuberías de agua y efluentes del proyecto
	AID del Proyecto de Atome

Puede observarse que el AID del proyecto de Atome, en rojo, incluso se superpone a una pequeña parte del terreno de Omega Green, y que las tuberías de agua y efluentes de Atome pasan por los límites de esta propiedad, como ya se ha mencionado en la **Sección 3.1.3**.

- **Evaluación**

(e) identificación y evaluación de los impactos acumulativos

Considerando la lista de impactos identificados durante los estudios ambientales y los proyectos que pueden tener simultaneidad con el Proyecto de ATOME en las escalas espacial y temporal, se seleccionaron aquellos que tienen un carácter acumulativo y que podrán afectar los VECs enumerados en el paso 1.

La identificación de los impactos acumulativos se llevó a cabo en vista de los efectos de interacción entre los impactos y sus implicaciones en la calidad de los ambientes.

En la **Tabla 6.1.5.a** a continuación se indican los siguientes impactos ambientales y sociales seleccionados por presentar efecto acumulativo:

Tabla 6.1.5.a
Impactos del Proyecto que presentan efecto acumulativo

VEC	Impactos
Recursos Hídricos Superficiales	Impactos en la calidad del agua del río Paraguay debido a la reducción del caudal y al vertido de los efluentes tratados
Calidad del Aire	Impacto en la calidad del aire durante la operación
	Reducción de las emisiones de GEI y de la huella de carbono en el mercado de fertilizantes a base de amoniaco (NH_3)
Vegetación y Hábitat	Pérdida de cobertura vegetal y afectación de individuos de flora
	Pérdida de hábitats de la fauna terrestre
Empleo y Economía Local	Generación de empleos directos e indirectos en la fase de operación
Infraestructura (de tráfico)	Apropiación de la capacidad de la Ruta Nacional PY19 en la fase de operación
	Apropiación de la capacidad de la Hidrovía Paraguay – Paraná
Calidad de Vida de la Población	Molestias por ruido en la fase de operación
	Molestias por olores en la fase de operación

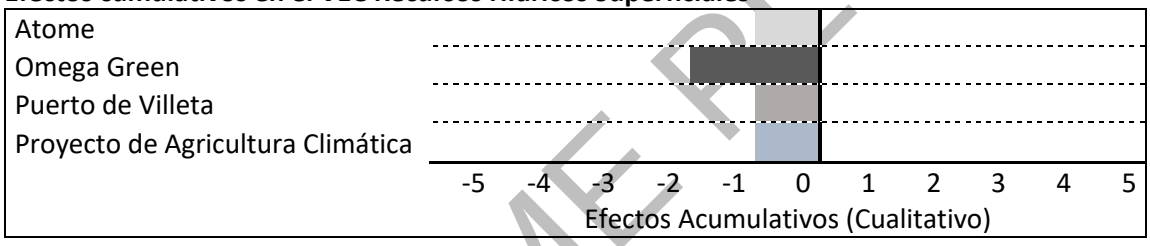
En cuanto a la metodología de evaluación de impactos acumulativos, se buscó adaptar el análisis de la capacidad de asimilación, propuesto en la Guía Práctica para la Evaluación y Gestión de Impactos Acumulativos en América Latina y el Caribe (BID Invest, 2023). Dada la no disponibilidad de datos cuantitativos sobre los proyectos vecinos, así como de algunos parámetros legales aplicables que podrían servir como factor de seguridad sobre la capacidad de carga de algunos VECs, se adoptó un procedimiento de evaluación cualitativa. Para ello, y con el fin de proporcionar un contexto para los efectos incrementales y acumulativos, se aplicó una escala de ponderación comparativa, teniendo en cuenta la naturaleza y el tamaño de los proyectos. La escala utilizada va de -5 a 5, asociándose los números inferiores a cero a efectos negativos. Se adoptó como condición actual el hito cero, que refleja la interferencia de los proyectos ya ejecutados.

ATOME PLC

Impactos acumulativos en el VEC Recursos Hídricos Superficiales

Con relación a la captación de agua, la extracción conjunta de volúmenes de agua y el vertido de efluentes tiene carácter acumulativo, cuyos principales efectos estarán asociados a la disminución de los caudales estacionales y a la contaminación del curso de agua. Aun así, debido al tamaño y magnitud del río Paraguay (caudal promedio de 3,500 m³/s), los volúmenes de agua cruda que será extraído (0.0674 m³/s) y de efluente tratado que será vertido (0.0215 a 0.0234 m³/s) por el Proyecto ATOME tienen un bajo grado de significancia, como se indica en el análisis del impacto 2.01 (**Sección 6.1.3.1**). Debido a su tamaño, es el Proyecto de Omega Green el que más presenta efectos incrementales, como se puede ver en la **Figura 6.1.5.d**, aunque el RIMA del Proyecto no registra los totales que serán captados. En el caso del Puerto de Villeta, la naturaleza de la actividad no es considerada gran consumidora de agua (se restringe a tratamiento de efluentes y actividades de limpieza). Ya que el Proyecto de Agricultura Climática propone a el uso sostenible del recurso, el impacto incremental se estima será de baja magnitud.

Figura 6.1.5.d
Efectos cumulativos en el VEC Recursos Hídricos Superficiales



Impactos acumulativos en el VEC Calidad del Aire

La planta de ATOME provocará emisiones atmosféricas, ruidos y posibles olores. Por un lado, estas emisiones pueden alterar la calidad del aire y, por otro, ocasionar molestias a los residentes de la finca vecina. El Proyecto de Omega Green sólo se daría en la contribución al empeoramiento de la calidad del aire, ya que la planta de biodiésel no tiene potencial de contribuir a las molestias para los vecinos de la Planta de ATOME.

Según los datos facilitados por Omega Green (véase la **Sección 5.2.8**), en la zona de estudio ya se han registrado niveles de concentración superiores a los permitidos por la ley para los parámetros de partículas en suspensión. En el AID del Proyecto ATOME los niveles ambientales de los contaminantes atmosféricos monitoreados y legislados estuvieron siempre por debajo de los estándares de calidad del aire establecidos por la Resolución SEAM Nº 259/2015 y la OMS 2021 - Directrices Mundiales de Calidad del Aire, de acuerdo con medición realizada (**Sección 5.2.8.2**).

Otro aspecto importante a destacar son las emisiones de gases derivadas de los combustibles fósiles utilizados por los vehículos que se utilizarán durante la operación de los proyectos. Para la Planta de Atome se estiman 50 viajes diarios de camiones para transporte de fertilizante y otros 8 viajes de autobuses de transporte de trabajadores. Además de éstos, se estima 1 viaje de camión cada 4 días para traer dolomita y 1 viaje de camión y 1 viaje de furgoneta al día para traer repuestos, consumibles y otros.

ATOME PLC

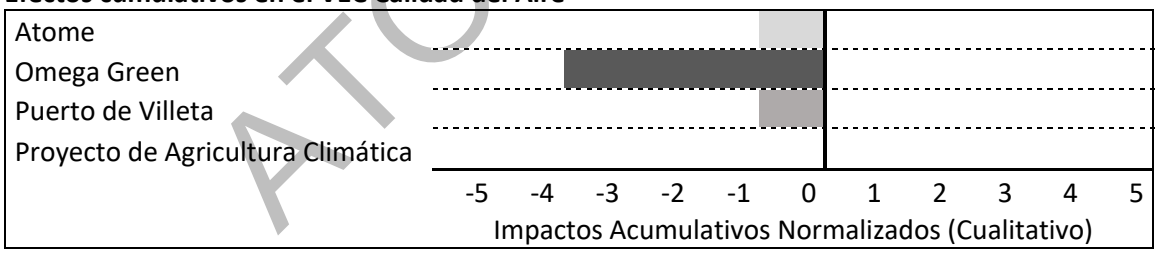
De acuerdo con la información del RIMA, la planta de Omega Green tendrá una capacidad de procesamiento de 6,250 toneladas de granos por día, generando 1,200 toneladas métricas de aceite desgomado que sumados a otras 1,200 toneladas métricas de aceitas adquiridos en los mercados locales e internacionales, permitirán la producción de 2,700,000 litros de combustibles renovables por día. Considerando camiones con capacidad de 25 toneladas, se estiman unos 298 viajes diarios de camiones para traer materia prima a la Planta. Además de éstos, se han calculado otros 108 viajes de camiones de la misma capacidad para transportar el biodiesel producido. Obviamente, estos cálculos se han realizado para el peor escenario posible, que es un tráfico de materia prima y producto final 100% terrestre, ya que se desconoce la capacidad de la terminal fluvial prevista para esta Planta. La hipótesis también consideró el límite de capacidad de producción. Para este escenario, el número total de viajes diarios sería de 406. Este tráfico, asociado al tráfico de autobuses para transporte de trabajadores, constituirá un aumento de las fuentes móviles en la zona de estudio.

Por último, la naturaleza de las actividades que se llevarán a cabo en las plantas de Atome y de Omega Green contribuirán en mayor o menor medida a la reducción de las emisiones de GEI, contribuyendo para atenuar los efectos del cambio climático.

No se esperan emisiones importantes en el caso del Puerto de Villeta, ni tampoco asociadas al Proyecto de Agricultura Climática, que contribuyen poco o nada a los efectos incrementales acumulativos en la zona de estudio.

La **Figura 6.1.5.e** muestra la aplicación de la escala de ponderación para comparar los potenciales efectos acumulativos de los proyectos analizados sobre el VEC Calidad del Aire.

Figura 6.1.5.e
Efectos cumulativos en el VEC Calidad del Aire



ATOME PLC

Impactos acumulativos en el VEC Vegetación y Hábitat

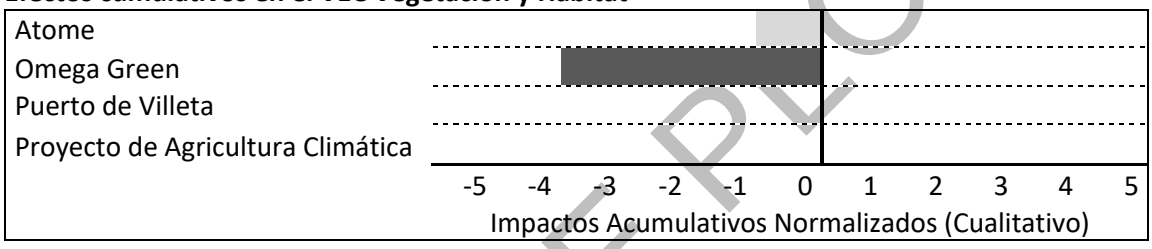
Los impactos sobre la cubierta vegetal y los hábitats de la zona de estudio se derivan de la necesidad de suprimirlos para llevar a cabo los proyectos. Se trata de impactos permanentes, negativos y difícilmente reversibles, aunque existe la posibilidad de realizar plantaciones compensatorias y recuperar zonas ya degradadas. Como se ha indicado en las secciones anteriores, estos impactos se producirán durante la fase de construcción y sus efectos serán de largo plazo.

El carácter acumulativo de estos impactos se deriva, por tanto, del aumento de las áreas a desbrozar en una matriz paisajística que ya presenta características de fragmentación derivadas de actividades anteriores. A diferencia de otros efectos ya tratados a lo largo de esta evaluación, no es fortuito admitir que la probabilidad de que se produzcan efectos en este VEC es cierta.

En el caso de la Planta de Atome, la necesidad de intervención en la cubierta vegetal se estima en unas 30 hectáreas entre sabanas y bosques para construcción de la Planta, 0.07 ha de sabanas para la LT y 0.69 ha entre sabanas y bosques para las tuberías de agua y efluentes. En el caso del proyecto Omega Green, la necesidad de intervención es de mayor magnitud y podría alcanzar unas 266 hectáreas, que incluyen las áreas donde se ubicarán la zona industrial del proyecto, las futuras instalaciones industriales, las áreas de apoyo y las estructuras de la zona franca. En términos cuantitativos, tanto el Puerto de Villeta como el Proyecto de Agricultura Climática tienen un bajo potencial de contribuir con efectos incrementales en términos de conversión de hábitats.

La **Figura 6.1.5.f** muestra el análisis comparativo incremental de los efectos sobre el VEC Vegetación y Hábitat.

Figura 6.1.5.f
Efectos cumulativos en el VEC Vegetación y Hábitat



ATOME PLC

Impactos acumulativos en el VEC Empleo y Economía Local

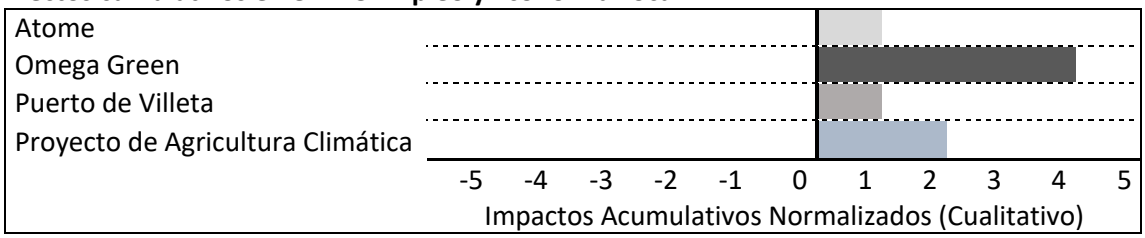
Con relación a la dinámica económica de la región, es importante destacar que la generación de empleos durante la operación de los proyectos contribuirá para el aumento de la masa salarial de la región de inserción, con el consecuente aumento de la circulación de bienes y mercancías.

Se espera que el Proyecto de ATOME genere 225 puestos de trabajo directos, de los cuales 195 serán fijos y 30 temporales. Además, habrá trabajadores involucrados en el transporte terrestre y fluvial del fertilizante CAN y otros 874 puestos de trabajo indirectos que también serán generados.

En el caso de la planta de producción de Omega Green, se estiman 400 puestos de trabajo directos durante su funcionamiento. Sumados, el efecto incremental de la apertura de unos 600 puestos de trabajo directo es realmente significativo. A este respecto, es importante señalar que, según los datos presentados en la **Sección 5.4.1.5.1**, Villeta tiene aproximadamente 8.500 personas empleadas realmente y una tasa de desempleo de alrededor del 6%. En términos poblacionales, la cantidad de puestos de trabajo a generar asciende a casi el 7% de la población ocupada total del municipio, y no se descarta la necesidad de importar mano de obra, sobre todo para los puestos de mayor cualificación.

A pesar de la indisponibilidad de datos sobre las vacantes de empleo que serán inducidas o generadas por el Puerto de Villeta y por el Proyecto de Agricultura Climática, se supone que sus efectos se sumarán a los aquí presentados, resultando en la dinamización efectiva de la economía municipal. Considerando el tamaño de los proyectos evaluados, la **Figura 6.1.5.g** muestra la evaluación incremental acumulativa de estos sobre la VEC Empleo y Economía Local.

Figura 6.1.5.g
Efectos cumulativos en el VEC Empleo y Economía Local



Impactos acumulativos en el VEC Infraestructura (de tráfico)

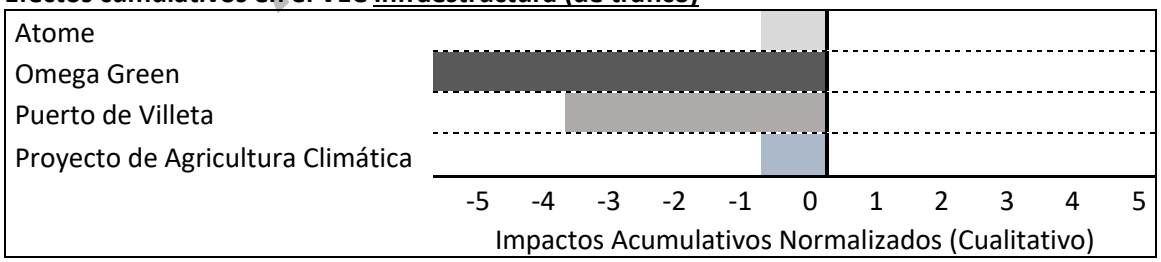
Los principales impactos acumulativos considerando la implementación del Proyecto de ATOME y la planta de biodiesel de Omega Green en la misma área de influencia son la intensificación del tráfico de camiones sobre la Ruta Nacional PY19 (Ruta Villeta – Alberdi).

En el caso de la infraestructura vial, como se mencionó en la **Sección 6.1.3.3** (impacto 7.02) existe una proyección de 50 viajes de camiones por día (entre vacíos y cargados) en el caso del Proyecto de Atome, y alrededor de 400 viajes por día en el Proyecto Omega Green considerando la llegada de materia prima y la salida de biodiesel, en el peor de los escenarios (solo por ruta terrestre). Estas cantidades se sumarán a los volúmenes de tráfico actuales, lo que indica su carácter acumulativo. Cabe señalar, sin embargo, que incluso con estas proyecciones, la carretera se mantendrá con buenos niveles de servicio, ya que actualmente está muy por debajo de su capacidad.

Del mismo modo, el análisis realizado para el caso del sistema vial se aplica al impacto en la Hidrovía Paraná-Paraguay, en el caso de Omega Green utilizar las mismas rutas y tramos del Proyecto de Atome.

El análisis de los efectos incrementales comparativos para el VEC Infraestructura (tráfico) se muestra en la **Figura 6.1.5.h**.

Figura 6.1.5.h
Efectos cumulativos en el VEC Infraestructura (de tráfico)



ATOME PLC

Impactos acumulativos en el VEC Calidad de Vida de la Población

En el caso de VEC Calidad de Vida de la Población, los impactos acumulativos estarían relacionados con las emisiones de ruidos y olores resultantes del funcionamiento de los Proyectos. En el caso de la Planta de ATOME, la modelización realizada indica un ligero aumento de los niveles de ruido durante la noche, que podría superar, en pequeñas cantidades, los límites establecidos por la Ley 1100/1997.

El mismo razonamiento se aplica a las emisiones de olores, que dependiendo de la proximidad y de la dirección del viento, puede causar molestias a los vecinos. A este respecto, cabe mencionar que instalaciones de la Planta como la ETAR y el área de almacenamiento de NH_3 estarán a cerca de 200 m de la casa vecina y que los vientos del noroeste durante el verano pueden contribuir a las molestias de los vecinos causadas por emisión de olores.

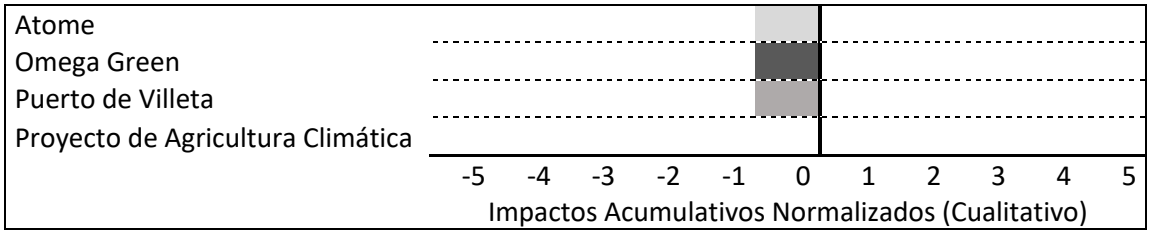
De acuerdo con los datos disponibles para la planta Omega Green, los impactos asociados a las emisiones de olor estarían únicamente asociados a la eliminación inadecuada de residuos sólidos.

En cualquier caso, y debido a que se trata de un efecto permanente e incremental, no se descarta la posibilidad de un impacto sobre el VEC derivado de estas emisiones. Los efectos conjuntos, sin embargo, serán de baja intensidad, ya que la zona de estudio tiene una baja densidad de ocupación, quedando como receptor crítico una única propiedad vecina.

En el caso del Puerto de Villeta, situado un poco más alejado de las plantas mencionadas, el impacto tendrá un carácter poco incremental y no debería alcanzar a los mismos receptores críticos. Los impactos adicionales derivados de las actividades del proyecto de Agricultura Climática quedan descartados en el contexto de este análisis, en particular debido a la naturaleza de las acciones a realizar, que tienen un bajo potencial para generar este tipo de impactos.

La **Figura 6.1.5.i** muestra el análisis de los efectos incrementales comparativos aplicados al VEC Calidad de Vida da Población.

Figura 6.1.5.i
Efectos cumulativos en el VEC Calidad de Vida da Población



En resumen, el Proyecto en estudio tiene el potencial de causar algunos impactos acumulativos y sinérgicos, ya que estos son inherentes a sus actividades de implementación y principalmente operación. Aunque se trata de impactos acumulativos, son de baja importancia, baja intensidad y pueden mitigarse y controlarse.

ATOME PLC

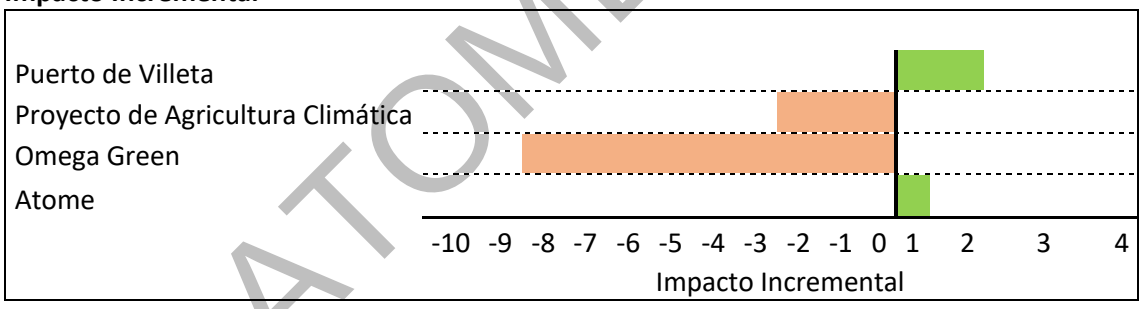
Resumen de la Evaluación del Impacto Acumulativo

El **Cuadro 6.1.5.a** resume los efectos acumulativos sobre los VEC evaluados y la **Figura 6.1.5.j** muestra el potencial de inducción de cada proyecto.

Cuadro 6.1.5.a
Resumen de la Evaluación de impactos acumulativos

Proyectos / VECs	Atome	Omega Green	Agricultura Climáticamente Inteligente	Puerto de Villeta	Efecto total sobre el VEC
Recursos Hídricos Superficiales	0	-1	0	0	-1
Calidad del Aire	0	-3	0	0	-3
Vegetación y Hábitat	0	-3	0	0	-3
Empleo y Economía Local	1	4	1	2	8
Infraestructura (de tráfico)	0	-5	-3	0	-8
Calidad de Vida de la Población	0	0	0	0	0
Efecto total por proyecto	1	-8	-2	2	-7

Figura 6.1.5.j
Impacto Incremental



ATOME PLC

Los VEC más susceptibles de recibir impactos acumulativos de mayor intensidad son Empleo y Economía Local (8) e Infraestructuras (tráfico) (-8). Los impactos positivos están asociados a la posibilidad de generación de empleo y aumento de la masa salarial, lo que tendrá implicaciones directas en la dinámica de la economía local. En cuanto a los impactos negativos, destacan los posibles efectos sobre la sobrecarga de las infraestructuras viarias que tendrán que recibir el tráfico de vehículos pesados generado por la explotación de los proyectos. La generación de unos 300 desplazamientos diarios, estimados para el proyecto Omega Green, que sumados al tráfico actual y a las demandas de los otros proyectos podrían tener un impacto negativo en los niveles de servicio de las carreteras.

No menos importantes son los potenciales impactos negativos en los VEC Vegetación y Hábitat y Calidad del Aire, que tuvieron vectores finales totales de (-3). Efectos acumulativos negativos también tienen potencial de ocurrir en el VEC Recursos Hídricos Superficiales, pero con menor intensidad, debido a la relación entre los caudales totales utilizados por los proyectos y las descargas medias mensuales en el Río Paraguay, que superan los 3.000 m^3/s. En cuanto al VEC Calidad de Vida de la Población, el análisis indicó que la intensidad resultante fue baja, o

prácticamente nula, dado que el área donde se ubican los proyectos (particularmente ATOME y Omega Green) tiene una baja densidad poblacional.

En cuanto al potencial individual de inducir impactos acumulativos, está claro que el proyecto de Omega Green es el que tiene el mayor vector resultante, lo que sugiere, en principio, que tiene un protagonismo similar en términos de responsabilidad de mitigación. En segundo lugar, se sitúa el Proyecto de Agricultura Climáticamente Inteligente, por su uso de recursos y demanda de circulación. El Puerto de Villeta y el Proyecto ATOME tuvieron vectores finales positivos, principalmente relacionados con los impactos ya mencionados sobre el Empleo VEC y la Economía Local.

(f) evaluación del grado de importancia de los impactos acumulativos

En esta etapa, se consolida la evaluación de la importancia de los impactos acumulativos identificados. En la literatura consultada, hay varios criterios utilizados para evaluar la importancia de los impactos, que ya se mencionaron al comienzo del **Capítulo 6.0**.

Además de estos atributos, y en el contexto de la evaluación que aquí se presenta, se entiende que "la importancia de un impacto acumulativo está representada por una medida del alcance del cambio de estado de un VEC específico y su tolerancia a dicho cambio, es decir, si esta variación es reversible o se supera una condición de umbral (capacidad asimilativa)" (Bid Invest, 2023).

También se consideró el contexto ecológico, un criterio que se refiere a la coyuntura donde se inserta el impacto, es decir, se trata de la identificación de la integridad de los ambientes. En ambientes que ya han cambiado, los impactos acumulativos tienden a tener efectos más intensos que en ambientes que aún no han sido alterados por actividades humanas.

En este contexto, y a partir de la evaluación cualitativa presentada, se adoptaron las siguientes premisas de evaluación, como se muestra en la **Figura 6.1.5.k**. Cabe señalar, no obstante, que, en el caso de los impactos positivos, no se tiene en cuenta la capacidad de tolerancia y resiliencia de los CEV, ya que estos límites no son aplicables al tipo de análisis.

El grado de importancia de los VEC objeto de estudio figura en la **Tabla 6.1.5.b**.

ATOME PLC

Figura 6.1.5.k
Supuestos para determinar el grado de importancia de los impactos sobre los VEC

Importancia del Impacto	Descripción
Insignificante	VEC no experimentaría un cambio notable.
Moderado	El VEC experimentaría cambios apreciables, pero dentro de la variación natural.
Sustancial	El VEC experimentaría cambios más allá de la variación natural, pero dentro de su rango de tolerancia o resiliencia.
Alta	El VEC experimentaría cambios que superaran su rango de tolerancia y resiliencia, generando un deterioro irreversible.

Fuente: BID Invest, 2023.

Tabla 6.1.5.b
Definición del grado de importancia de los impactos en los VECs

VECs	Grado de Importancia
Recursos Hídricos Superficiales	Baja
Calidad del Aire	Moderado a Substancial
Vegetación y Habitat	Substancial
Empleo y Economía Local	Alta
Infraestructura (de trafego)	Substancial
Calidad de Vida de la Población	Baja

En resumen, y tal como se ha presentado a lo largo de los análisis, se puede inferir que los efectos sobre los VECs no son capaces de quebrar la resiliencia de los sistemas al punto de causar efectos irreversibles. En el caso de los Recursos Hídricos Superficiales, el factor determinante es el tamaño del río Paraguay, cuyas descargas medias anuales hacen que las extracciones conjuntas de los proyectos sean mínimas o despreciables. En cuanto a la calidad del aire, no se descarta la ocurrencia de episodios en los que se superen las concentraciones de contaminantes cuando se den situaciones en las que éstos no pueden dispersarse. Aun así, estas concentraciones no condenan a toda la troposfera inferior de la región de estudio.

Lo mismo se aplica al VEC Vegetación y Hábitat. Aunque las áreas combinadas conocidas de supresión y conversión de hábitats pueden alcanzar casi 300 ha, los efectos resultantes no tienen el potencial de alterar irreversiblemente la identidad del ecosistema local. Por otro lado, la fragmentación de las manchas de vegetación existentes y la pérdida localizada de especies arbóreas se están intensificando. Por estas razones, los impactos sobre este VEC se consideraron de importancia material, cuyas alteraciones son más intensas que las que podrían ocurrir de forma natural, pero dentro del rango de elasticidad y resiliencia del sistema.

Considerando la población empleada en el municipio de Villeta, los puestos de trabajo que se generarán durante la explotación de los proyectos suponen en conjunto aproximadamente el

ATOME P

7% del total, lo que justifica la importancia Alta atribuida al VEC Empleo y Economía Local. Por último, y en relación con el VEC Calidad de Vida, no se esperan impactos incrementales de intensidad relativa, por lo que se le atribuye una importancia Baja.

- **Gestión**

(g) definición de las medidas de gestión y mitigación de los impactos acumulativos en cada VEC

Plan de Gestión de Impactos Cumulativos

Todos los proyectos identificados están o estarán sometidos a procesos individuales de obtención de licencia ambiental ante al MADES, en virtud de los cuales se establecerán programas y medidas ambientales y sociales de cumplimiento obligado, según establecido en a las respectivas declaraciones de impacto ambiental (DIA).

Así, como primera medida de la estrategia para prevenir, mitigar, controlar y compensar los impactos acumulativos negativos y maximizar los efectos de los impactos positivos, se debe garantizar que cada proyecto considerado en el análisis cumpla íntegramente con los compromisos establecidos en sus respectivos procesos de licenciamiento. Este cumplimiento deberá ser carcanamente supervisado por el MADES. Esto se hace necesario porque existen impactos que están fuero del control de Atome y son de responsabilidad de los empreendedores de los otros proyectos.

Además de las medidas que debe llevar a cabo individualmente el Promotor responsable de cada proyecto, también hay medidas que pueden aplicarse conjuntamente, lo que puede optimizar los esfuerzos y garantizar que se cubran aspectos que pueden no haberse identificado en los procesos individuales. En este sentido, se proponen los siguientes programas:

Programa de Cooperación Institucional

Como los impactos evaluados en este estudio son acumulativos, causados por varios proyectos de distinta naturaleza y distintos Promotores, será necesario establecer una forma de involucrar a todos los actores para que se puedan aunar esfuerzos y obtener mejores resultados en la mitigación de los negativos o la potenciación de los impactos positivos.

Este involucramiento de las diversas partes puede lograrse a través de la implementación de este Plan de Cooperación Institucional, estableciendo condiciones para que cada parte coopere en el cumplimiento de las acciones que le competen.

El primer paso de este Plan de Cooperación Institucional, que podría ser coordinado por el MADES, sería invitar a todos los Promotores de los proyectos con impactos acumulativos identificados por este estudio (Atome, Omega Green, ONG Fundación Capital y Puerto Caacupe-mí) para discutir los impactos, las medidas a implementar, su disposición a participar en esta estrategia conjunta de manejo de dichos impactos, y el instrumento a establecer para suscribir este compromiso y monitorear su cumplimiento.

Se propone el establecimiento de un Convenio de Cooperación Técnica, por el que los distintos Promotores se comprometen a realizar la parte que les corresponda de las medidas establecidas

para mitigar y controlar los impactos acumulativos de carácter negativo y para potenciar los impactos acumulativos de carácter positivo, cuyo cumplimiento será supervisado por el MADES.

El Acuerdo de Cooperación Técnica deberá ser firmado por todos los Promotores implicados, asumiendo así los distintos compromisos relacionados con la mitigación o potenciación de los impactos acumulativos. A continuación se propone una estructura para detallar este Acuerdo de Cooperación Técnica:

1. Datos de las empresas y organismos participantes, y de los proyectos correspondientes
2. Descripción de las medidas y acciones propuestas en función de los impactos acumulativos identificados
3. Compromisos de cada participante
4. Cronograma, indicando las etapas o fases de implementación de las medidas y los plazos correspondientes
5. Duración total del Acuerdo de Cooperación Técnica
6. Gestor del Acuerdo de Cooperación Técnica, y correspondientes medidas de seguimiento de la ejecución de las medidas y acciones
7. Declaración de conformidad con el Acuerdo de Cooperación Técnica

Distribución de Responsabilidades

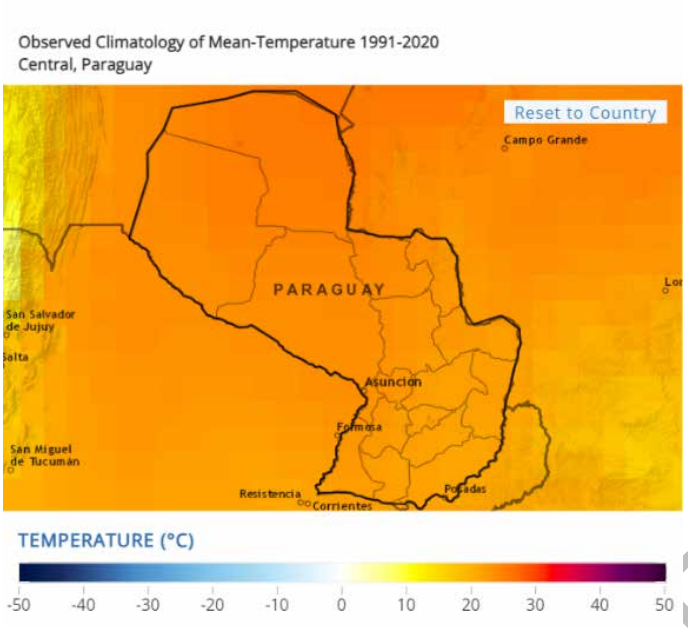
Así mismo, es importante mencionar que la gran mayoría de los efectos cumulativo aquí analizados están asociados a el Proyecto de Omega Green que, por su porte y naturaleza, tiene un potencial mas grande de causar alteración incremental en los VECs. De este hecho, es factible que el promotor de este Proyecto (**empresa BSBIOS**) asuma el protagonismo en las estratégias de control de los impactos cumulativos. De misma manera, se sugiere que el MADES asuma el papel de fiscalizador, para garantizar que las medidas están siendo llevadas a cabo y devidamente cumpridas.

6.1.6
Riesgos de Desastres Naturales y Cambio Climático

El clima de Paraguay se clasifica entre tropical y subtropical, con temperaturas medias anuales superiores a 20ºC en la mayor parte del país. En la región oriental la temperatura media oscila entre 20 y 24ºC, mientras que en la región occidental la temperatura media anual se mantiene en torno a los 25ºC (**Figura 6.1.6.a**). Las estaciones están bien definidas, siendo el invierno de junio a septiembre, con una temperatura que raramente supera los 20ºC, y el verano de diciembre a marzo, con una temperatura media superior a los 25ºC (**Figura 6.1.6.b**). Sin una barrera natural, Paraguay es susceptible a la acción de frentes fríos patagónicos y frentes cálidos amazónicos. Durante el invierno y la primavera la temperatura media reportada es de 17ºC, con mínimas que se aproximan a los 10ºC (IBA 2, 2018).

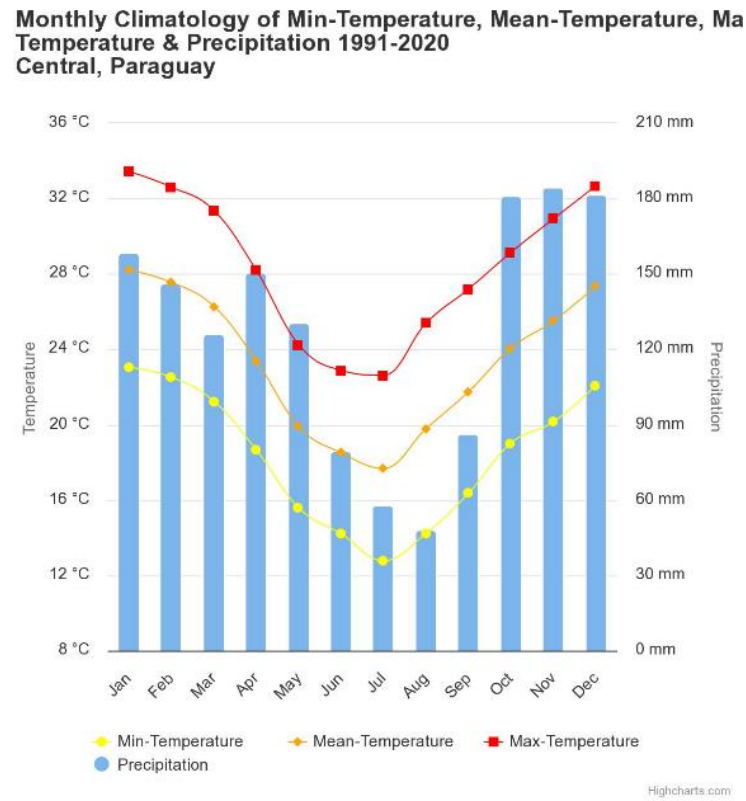
ATOME

Figura 6.1.6.a
Temperatura media anual, 1991 a 2020



Fuente: Portal de Conocimiento sobre el Cambio Climático (CCKP) del Banco Mundial. Acceso en 03/07/2023.

Figura 6.1.6.b
Temperatura media, mínima y máxima mensual y precipitación media mensual, en base al registro histórico de 1991 a 2020



Fuente: Portal de Conocimiento sobre el Cambio Climático (CCKP) del Banco Mundial. Acceso en 03/07/2023.

ME PLC

La distribución de las precipitaciones sigue un patrón claro en Paraguay, con inviernos secos y veranos marcados por tormentas muy espaciadas con períodos secos. El período de mayores precipitaciones suele ocurrir en dos períodos, de marzo a mayo y de octubre a diciembre (**Figura 6.1.6.b**). Los eventos de mayor precipitación se concentran en la región sur, en la cuenca del río Paraná, con un promedio de 1,900 mm por año de lluvia, y se distribuyen regularmente a lo largo del año. Los eventos pluviométricos también son intensos en la región central, donde se encuentra la capital del país, Asunción, con una media anual de 1,400 mm, distribuidos a lo largo de todo el año, excepto en los meses de junio a agosto. De septiembre a mayo son frecuentes las grandes tormentas, en las que se producen grandes precipitaciones en un corto periodo de tiempo, provocando el desbordamiento de los ríos. En la región Chaco-Occidental la precipitación media anual varía de 500 a 1,000 mm, pero se concentra en los meses de verano, durante el invierno la región tiene un clima seco.

El paisaje de Paraguay se caracteriza por tres ecosistemas distintos. En la parte oriental, el clima subtropical húmedo de verdes colinas, praderas y bosques, incluida la meseta del Paraná, con altitudes de 300 a 600 m sobre el nivel del mar. Las llanuras bajas del extremo oriental, drenadas por ríos y sujetas a inundaciones anuales, caracterizan un bioma de sabana tropical. En el oeste se encuentra la región más seca, con vastas llanuras aluviales y extensas praderas secas, el Chaco Occidental, de clima cálido y semiárido.

La base de datos del Portal de Conocimiento sobre el Cambio Climático (CCKP) del Banco Mundial dispone de datos climatológicos históricos de Paraguay que abarcan el periodo comprendido entre 1901 y 2020. Con estos datos es posible evaluar la distribución espacial y temporal de las temperaturas medias y las precipitaciones medias.

La **Tabla 6.1.6.a** muestra los valores consolidados de temperatura media estacional para los períodos 1901 a 1930, 1931 a 1960, 1961 a 1990 y 1991 a 2020. Como se puede observar, existe un aumento gradual de las temperaturas medias estacionales a lo largo de los períodos analizados, en todas las regiones.

Las precipitaciones en Paraguay están sujetas a una importante variabilidad interanual debido a la Oscilación del Sur El Niño, que trae inundaciones y clima más frío, mientras que los episodios de La Niña están asociados a sequías y clima más cálido en Paraguay. Los datos registrados en la **Tabla 6.1.6.b** no muestran un aumento o disminución en los promedios estacionales de precipitación, sin embargo, es ampliamente discutido en la literatura que, aunque los promedios no cambian, los eventos de precipitación intensa en un corto período de tiempo han sido más frecuentes a lo largo del siglo XXI.

En esta sección se han presentado brevemente las características climáticas de Paraguay, así como un análisis expedito del cambio climático a lo largo del siglo XXI. En secciones subsiguientes, se profundizará en el tema del cambio climático, basado en modelos matemáticos, y en los efectos del cambio climático en el clima de Paraguay.

ATOME PLC

Tabla 6.1.6.a

Temperaturas medias estacionales observadas en el período comprendido entre 1901 y 2020

Temperatura media estacional observada (ºC)																
	1901-1930				1931-1960				1961-1990				1991-2020			
Región	Diciembre, Enero y Febrero	Marzo Abril y Mayo	Junio, Julio y Agosto	Septiembre, Octubre y Noviembre	Diciembre, Enero y Febrero	Marzo Abril y Mayo	Junio, Julio y Agosto	Septiembre, Octubre y Noviembre	Diciembre, Enero y Febrero	Marzo Abril y Mayo	Junio, Julio y Agosto	Septiembre, Octubre y Noviembre	Diciembre, Enero y Febrero	Marzo Abril y Mayo	Junio, Julio y Agosto	Septiembre, Octubre y Noviembre
Paraguay	27.39	23.38	19.12	24.29	27.89	23.46	19.66	24.65	27.61	23.50	19.33	24.50	27.73	23.61	19.63	24.89
Más alto: Alto Paraguay	28.29	25.05	21.64	26.63	28.46	24.90	21.94	26.73	28.36	25.06	21.76	26.68	28.40	25.08	22.01	26.88
Más bajo: Itapua	25.36	20.84	16.10	20.70	26.37	21.33	17.06	21.51	25.91	21.24	16.62	21.26	26.16	21.56	17.05	21.84

Tabla 6.1.6.b

Precipitaciones medias estacionales observadas en el periodo de 1901 a 2020

Precipitaciones medias estacionales observadas (mm)																
	1901-1930				1931-1960				1961-1990				1991-2020			
Región	Diciembre, Enero y Febrero	Marzo Abril y Mayo	Junio, Julio y Agosto	Septiembre, Octubre y Noviembre	Diciembre, Enero y Febrero	Marzo Abril y Mayo	Junio, Julio y Agosto	Septiembre, Octubre y Noviembre	Diciembre, Enero y Febrero	Marzo Abril y Mayo	Junio, Julio y Agosto	Septiembre, Octubre y Noviembre	Diciembre, Enero y Febrero	Marzo Abril y Mayo	Junio, Julio y Agosto	Septiembre, Octubre y Noviembre
Paraguay	227.17	290.19	130.30	308.32	237.57	300.60	138.85	310.60	247.45	303.79	143.48	306.54	265.24	308.21	128.96	332.55
Más alto: Alto Paraguay	291.54	431.03	291.89	512.44	307.34	461.97	314.18	491.72	335.44	447.74	325.12	511.68	347.51	466.09	299.81	551.91
Más bajo: Itapua	165.57	152.4	29.56	126.54	169.33	139.9	29.93	140.69	171.40	165	32.73	134.34	181.52	157	26.37	141.92

ATOME PLC

Cambio climático

En esta sección se transmiten conceptos sobre el cambio climático, así como algunas metodologías aplicadas a la formulación de modelos que se utilizan para obtener curvas de parámetros climáticos.

Los fenómenos climáticos de calentamiento y enfriamiento global, aumento de frecuencia e intensidad de eventos climáticos (tormentas, tifones, tornados, etc.) forman parte de la dinámica del globo, siempre han ocurrido y seguirán ocurriendo. Lo que se ha estudiado en las últimas décadas es cómo las actividades humanas, intensificadas tras la revolución industrial, han acelerado e intensificado el cambio climático. Actualmente existe un consenso en la comunidad científica mundial de que las acciones antropogénicas son la causa principal de la intensificación del cambio climático que se ha producido en las últimas décadas (UNFCCC, 1992 e IPCC, 2007).

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC por sus siglas en inglés) define el fenómeno del cambio climático como la variabilidad del clima atribuida directa o indirectamente a las actividades humanas que alteran la composición química de la atmósfera, que se complementa con la variabilidad natural ocurrida en periodos de tiempo pasados (UNFCCC, 1992). Sobre este concepto, el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) afirmó posteriormente que la contribución de la acción humana al cambio climático era superior al 90% (IPCC, 2007). Se estima que los efectos del calentamiento global debido a la acción humana son cinco veces mayores que los del cambio climático debido a causas naturales (MONGELÓS, 2018).
Los debates actuales en las reuniones de científicos y líderes políticos giran en torno a qué estrategias y medidas deben adoptarse para garantizar un medio ambiente saludable para las generaciones futuras. Para ello, la discusión científica se basa en métodos de mapeo de las actividades antropogénicas con mayor potencial para catalizar el cambio climático, a través de inventarios y cálculos de emisiones de carbono equivalente, y dimensionamiento de los riesgos futuros a través de la modelización de escenarios futuros, los RCPs (*Representative Concentration Pathways*) propuestos por el IPCC-AR5 en 2014.

Entre los principales escenarios se encuentran el RCP 4.5 y el RCP 8.5. El RCP 4.5 fue desarrollado por el equipo de modelización del JGCRI (*Pacific Northwest National Laboratory's Joint Global Change Research Institute*), de los Estados Unidos. Se trata de un escenario de estabilización en el que el forzamiento radiativo total se estabiliza poco después de 2100, donde la radiación se estabiliza en 4.5 W/m², lo que corresponde a una concentración de aproximadamente 650 ppm (CLARKE *et al*., 2007). El RCP 8.5 fue desarrollado por el marco de evaluación integrado del IIASA (*International Institute for Applied Systems Analysis*) de Austria. Se trata de un escenario pesimista y se caracteriza por el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a lo largo del tiempo, asumiendo una radiación de 8 W/m², lo que corresponde a una alta concentración de GEI (RIAHI *et al.*, 2007).

La teoría más aceptada es que, a finales del siglo XXI, la temperatura de la superficie de la Tierra aumentará 1.5°C con respecto a las temperaturas del periodo comprendido entre 1850 y 1900. Para el escenario RCP 4.5 el aumento probable es superior a 2°C, para el escenario RCP 8.5 el aumento probable es superior a 4°C, ambos con el final del siglo XXI (año 2100) como escenario.

ATOME PLC

Este aumento de la temperatura, en el contexto global, provocará cambios en el comportamiento de las masas de aire atmosférico y en el de las corrientes oceánicas. Es muy probable que se produzcan olas de calor más intensas y frecuentes. Se prevé que el aumento de la temperatura media provoque un aumento de la intensidad de los efectos de las precipitaciones en las regiones tropicales y un aumento de los períodos secos en otras regiones. En la región ártica se espera un aumento de la intensidad del deshielo, con escenarios de deshielo total (MEEHL *et al*., 2007), y la consiguiente subida del nivel del mar. El análisis de los futuros escenarios de cambio climático en Paraguay se centrará en los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5.

Escenarios de Cambio Climático para América del Sur y Paraguay

Los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5 fueron adoptados como parámetros de análisis en el estudio "Evaluación de la vulnerabilidad y la capacidad para enfrentar a los desafíos y oportunidades del cambio climático en Paraguay", que sirvió de base para el análisis construido en esta sección. En ambos escenarios, todo el territorio de Paraguay se verá afectado por el cambio climático. La **Figura 6.1.6.c** ilustra la distribución espacial de la temperatura media anual observada entre 1961 y 1990. La **Figura 6.1.6.d** ilustra la distribución espacial de la precipitación total anual observada entre los años 1961 y 1990.

Las **Figuras 6.1.6.e** y **6.1.5.f** ilustran el resultado de la modelización utilizando los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5, respectivamente, para la temperatura media anual, para los años 2021 a 2030, 2031 a 2040 y 2041 a 2050. Las **Figuras 6.1.6.g** y **6.1.6.h** ilustran los resultados de la modelización utilizando los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5, respectivamente, para la precipitación total anual, para los años 2021 a 2030, 2031 a 2040 y 2041 a 2050.

ATOME PLC

Figura 6.1.6.c
Temperatura media anual entre 1961 y 1990

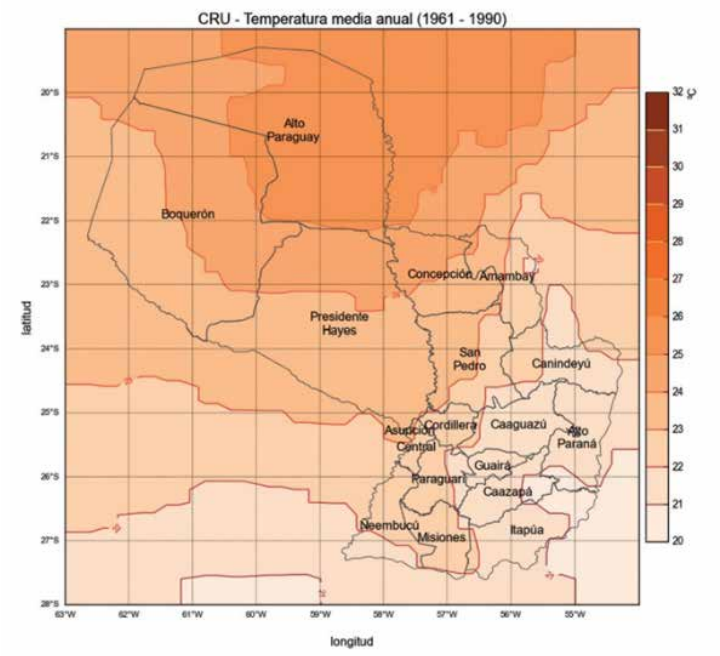


Figura 6.1.6.d
Precipitaciones totales anuales en el periodo 1961-1990

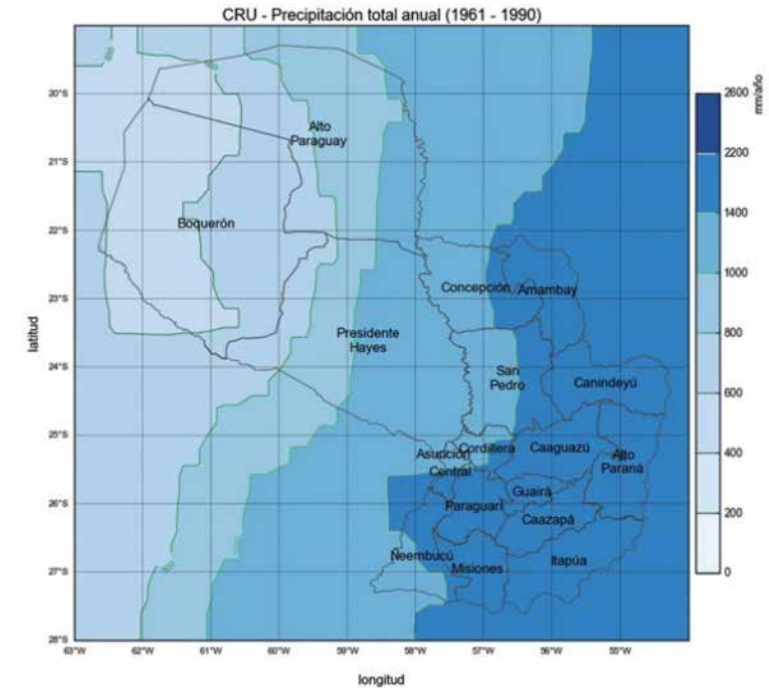


Figura 6.1.6.e
Temperatura media anual en el escenario RCP 4.5 para los años 2021 a 2030, 2031 a 2040 y 2041 a 2050

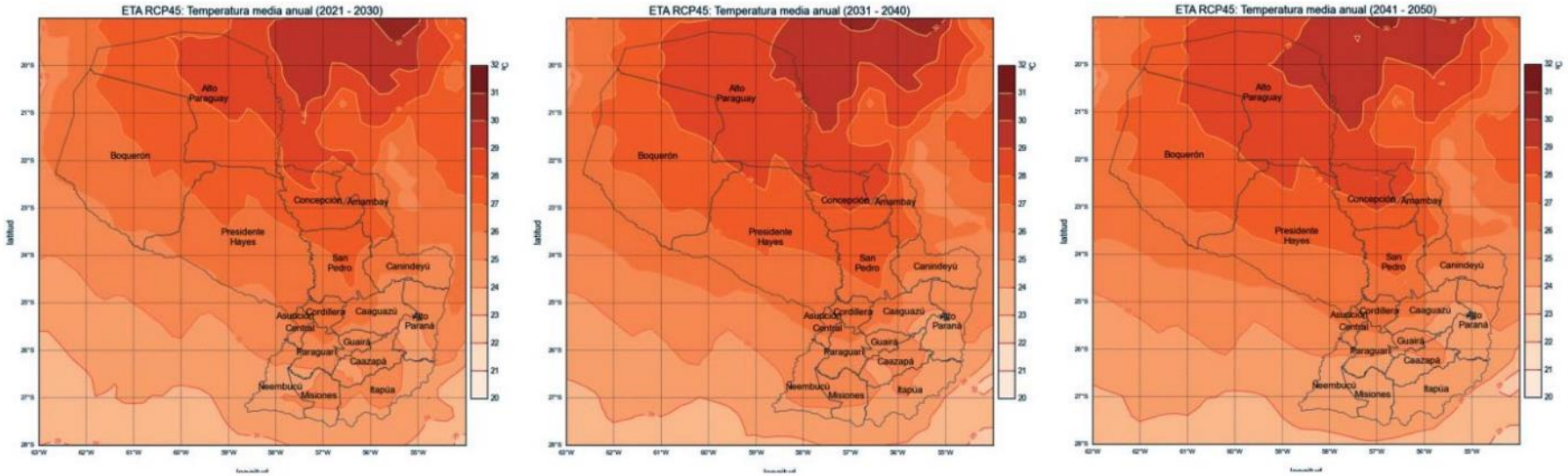
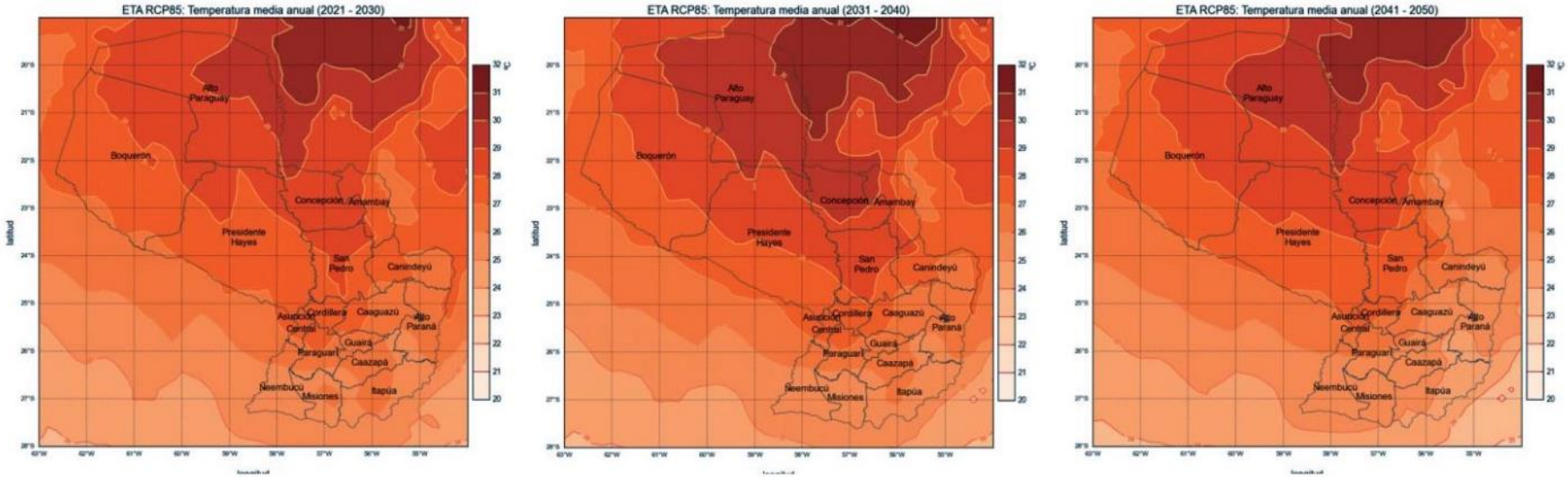
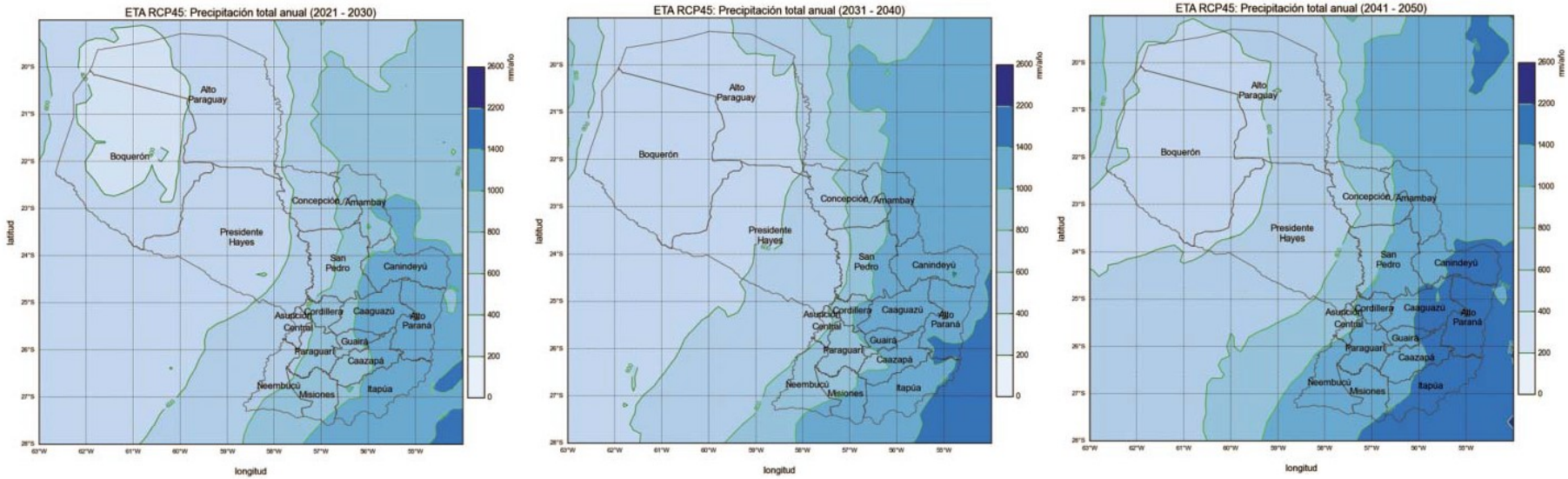


Figura 6.1.6.f
Temperatura media anual en el escenario RCP 8.5 para los años 2021 a 2030, 2031 a 2040 e 2041 a 2050



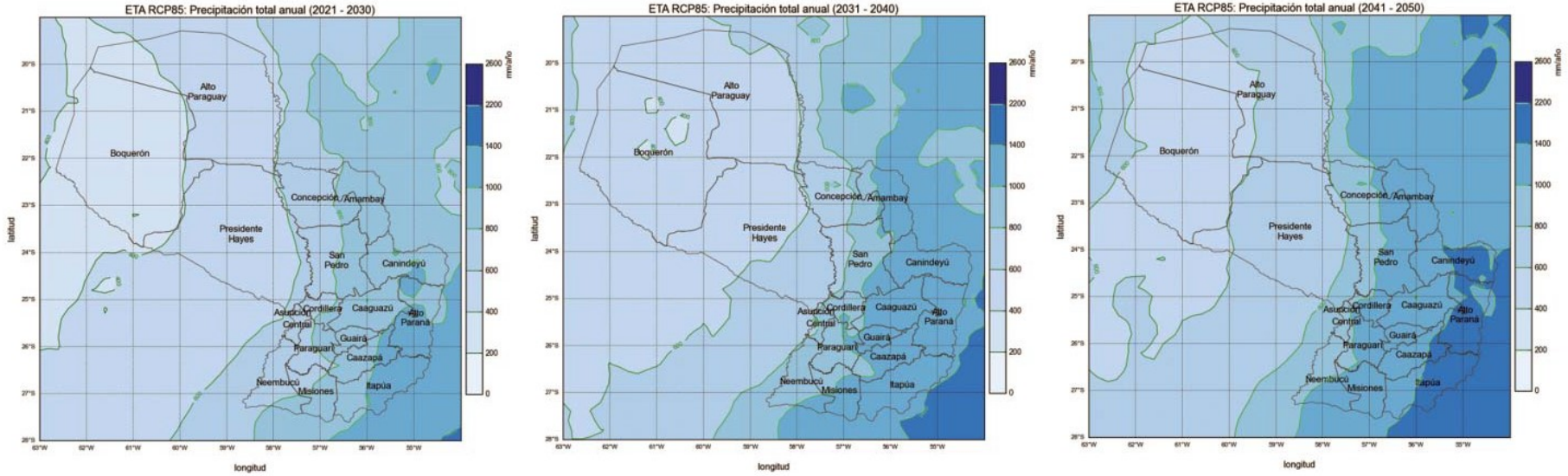
ATC

Figura 6.1.6.g
Precipitación anual total en el escenario RCP 4.5 para los años 2021 a 2030, 2031 a 2040 y 2041 a 2050



ATC

Figura 6.1.6.h
Precipitación anual total en el escenario RCP 8.5 para los años 2021 a 2030, 2031 a 2040 e 2041 a 2050



ATC

En base a los escenarios modelados (RCP 4.5 y RCP 8.5), es posible visualizar un aumento gradual de la temperatura hasta el año 2050, con mayor intensidad para la modelación considerada un escenario pesimista, RCP 8.5. La **Tabla 6.1.6.c** muestra los valores comparativos para cada escenario y para cada período de tiempo analizado, considerando todas las regiones del territorio paraguayo. El valor normal (promedio anual 1961-1990) (**Figura 6.1.6.c**) es la base comparativa para la modelación realizada por décadas, y las columnas de anomalías muestran la diferencia con respecto al normal.

En la columna de anomalías de temperatura respecto a la normal (1961-1990) para el escenario RCP 4.5, se observa un aumento considerable de la temperatura media; en todas las décadas de 2021 a 2050, la de 2031 a 2040 muestra el mayor aumento de la temperatura media. Para el escenario RCP 4.5, el aumento de la temperatura fue cercano a 2.5ºC para la mayoría de los Departamentos, superando los 3ºC sólo en el departamento de Amambay. La modelización utilizando el escenario RCP 8.5 muestra un aumento de temperatura considerablemente mayor, alrededor de 3.5ºC para la mayoría de los Departamentos, siendo Amambay y Canindeyú los que presentan el mayor aumento de temperatura observado, alcanzando 3.9ºC en la década de 2031 a 2040.

En la **Tabla 6.1.6.d** se presentan los valores comparativos de la Variación de la Precipitación Acumulada Anual para los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5. La normal que sirve de base comparativa es la precipitación acumulada anual, histórica obtenida a partir de mediciones de 1961 a 1990. Tanto en la modelización que adopta el escenario RCP 4.5 como en la que adopta el escenario RCP 8.5, es posible verificar el mismo comportamiento, con una reducción significativa de las precipitaciones entre las décadas de 2021 y 2030 (alrededor del 20% para el escenario RCP 4.5 y del 25% para el escenario RCP 8.5). La reducción de las precipitaciones también se produce en la década de 2031 a 2040, sin embargo, con menor intensidad, para el escenario RCP 4.5 la reducción media es del 9%, mientras que para el RCP 8.5 es del 11%. En la década de 2041 a 2050 se produce una inversión de la tendencia y la precipitación muestra un pequeño aumento con respecto a los datos de los parámetros, para el escenario RCP 4.5 el aumento medio observado fue del 8%, para el escenario RCP 8.5 menos intenso, del 4%.

ATOME PLC

Tabla 6.1.6.c
Variación de la temperatura media anual para los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5

		Temp. Media Anual Histórico (ºC)	Escenario RCP 4.5						Escenario RCP 8.5					
			Temp. media anual modelizada (ºC)			Anomalía de temperatura registrada, basada en mediciones históricas de 1961 a 1990 (ºC)			Temp. media anual modelizada (ºC)			Anomalía de temperatura registrada, basada en mediciones históricas de 1961 a 1990 (ºC)		
Región	Departamento	1961-1990	2021-2030	2031-2040	2041-2050	2021-2030	2031-2040	2041-2050	2021-2030	2031-2040	2041-2050	2021-2030	2031-2040	2041-2050
Oriental	Asunción	24.1	26.2	26.5	26.3	2.0	2.3	2.1	27.5	27.7	27.1	3.4	3.5	3.0
	Concepción	25.3	27.7	28.0	28.0	2.4	2.7	2.7	28.6	29.1	28.4	3.3	3.8	3.1
	San Pedro	24.3	26.9	27.0	26.9	2.6	2.7	2.6	27.8	28.1	27.4	3.5	3.8	3.1
	Cordillera	24.0	26.5	26.6	26.4	2.5	2.6	2.3	27.6	27.7	27.0	3.5	3.7	3.0
	Guairá	22.9	25.7	25.6	25.3	2.8	2.6	2.3	26.6	26.6	25.7	3.7	3.6	2.8
	Caaguazú	23.0	25.8	25.7	25.5	2.8	2.7	2.5	26.8	26.8	25.9	3.8	3.8	2.9
	Caazapá	22.5	25.2	25.1	24.8	2.7	2.6	2.3	26.1	26.1	25.2	3.6	3.6	2.7
	Itapúa	22.4	25.0	24.8	24.5	2.6	2.4	2.1	25.9	25.8	24.9	3.6	3.4	2.5
	Misiones	22.6	25.0	25.0	24.7	2.3	2.3	2.0	25.9	25.8	25.2	3.2	3.2	2.6
	Paraguarí	23.2	25.5	25.6	25.3	2.3	2.4	2.0	26.6	26.6	26.0	3.4	3.4	2.8
	Alto Paraná	22.6	25.3	25.0	24.8	2.7	2.5	2.3	26.4	26.4	25.3	3.9	3.8	2.8
	Central	23.9	26.0	26.2	26.0	2.1	2.3	2.1	27.3	27.4	26.9	3.4	3.5	3.0
	Ñeembucú	22.8	25.0	25.1	24.8	2.2	2.3	2.0	26.0	25.9	25.6	3.1	3.1	2.7
	Amambay	24.3	27.3	27.5	27.4	3.0	3.1	3.1	28.0	28.2	27.4	3.7	3.9	3.1
	Canindeyú	23.3	26.1	26.0	25.8	2.8	2.7	2.5	27.1	27.2	26.2	3.8	3.9	3.0
Occidental	Presidente Hayes	24.6	26.6	27.1	27.1	2.0	2.5	2.5	27.6	28.1	27.7	3.0	3.5	3.1
	Boquerón	24.9	26.8	27.3	27.4	1.9	2.4	2.5	27.7	28.1	27.9	2.8	3.2	2.9
	Alto Paraguay	25.8	27.9	28.4	28.4	2.1	2.6	2.7	28.7	29.3	28.9	2.9	3.5	3.1

Tabla 6.1.5.d
Variación de la precipitación acumulada anual para los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5

		Precipitación anual acumulada Histórico	Escenario RCP 4.5						Escenario RCP 8.5					
			Precipitación anual acumulada modelizada (mm)			Anomalía pluviométrica registrada, basada en mediciones históricas de 1961 a 1990 (%)			Precipitación anual acumulada modelizada (mm)			Anomalía pluviométrica registrada, basada en mediciones históricas de 1961 a 1990 (%)		
Región	Departamento	1961-1990	2021-2030	2031-2040	2041-2050	2021-2030	2031-2040	2041-2050	2021-2030	2031-2040	2041-2050	2021-2030	2031-2040	2041-2050
Oriental	Asunción	895.5	706.4	747.9	905.5	-21.1	-16.5	1.1	651.1	779.7	906.3	-27.3	-12.9	1.2
	Concepción	901.3	706.6	792.6	867.9	-21.6	-12.1	-3.7	717.7	757.9	944.6	-20.4	-15.9	4.8
	San Pedro	1060.7	836.6	946.1	1079.2	-21.1	-10.8	1.7	787.8	897.0	1066.1	-25.7	-15.4	0.5
	Cordillera	1072.5	861.5	942.7	1123.0	-19.7	-12.1	4.7	772.7	927.0	1067.6	-28.0	-13.6	-0.5
	Guairá	1230.4	987.3	1097.5	1328.6	-19.8	-10.8	8.0	923.9	1104.4	1258.3	-24.9	-10.2	2.3
	Caaguazú	1290.3	1040.9	1190.7	1379.0	-19.3	-7.7	6.9	945.6	1116.3	1298.5	-26.7	-13.5	0.6
	Caazapá	1261.7	1035.3	1153.5	1420.2	-17.9	-8.6	12.6	967.0	1151.4	1325.5	-23.4	-8.7	5.1
	Itapúa	1325.4	1110.3	1246.1	1543.8	-16.2	-6.0	16.5	1016.9	1235.3	1445.9	-23.3	-6.8	9.1
	Misiones	1029.7	888.0	993.4	1244.5	-13.8	-3.5	20.9	812.7	1017.0	1115.3	-21.1	-1.2	8.3
	Paraguarí	1015.0	836.7	913.1	1139.5	-17.6	-10.0	12.3	773.2	938.6	1050.1	-23.8	-7.5	3.5
	Alto Paraná	1408.6	1126.0	1334.8	1570.2	-20.1	-5.2	11.5	1021.9	1198.3	1453.8	-27.5	-14.9	3.2
	Central	930.6	748.1	804.4	984.3	-19.6	-13.6	5.8	686.6	827.6	940.9	-26.2	-11.1	1.1
	Ñeembucú	922.8	790.9	893.1	1115.3	-14.3	-3.2	20.9	734.9	909.6	984.0	-20.4	-1.4	6.6
	Amambay	1146.7	913.7	1034.9	1134.9	-20.3	-9.8	-1.0	888.3	1004.3	1232.9	-22.5	-12.4	7.5
	Canindeyú	1327.3	1052.5	1256.8	1410.2	-20.7	-5.3	6.3	950.3	1128.9	1364.4	-28.4	-14.9	2.8
Occidental	Presidente Hayes	675.2	547.3	603.3	699.3	-18.9	-10.6	3.6	510.7	574.0	695.1	-24.4	-15.0	3.0
	Boquerón	501.1	406.2	470.8	546.1	-18.9	-6.0	9.0	363.9	444.5	559.8	-27.4	-11.3	11.7
	Alto Paraguay	579.5	452.8	535.7	606.8	-21.9	-7.5	4.7	463.2	508.9	620.8	-20.1	-12.2	7.1

ATOME PLC

Los cambios climáticos modelizados y discutidos a lo largo de esta sección ponen de manifiesto importantes cambios en la temperatura y las precipitaciones en todo el territorio nacional de Paraguay. Estos cambios catalizan y potencian fenómenos climáticos de alta intensidad, como periodos prolongados de sequía, aumento de la intensidad de eventos extremos de precipitación e inundaciones. Según el estudio Índice de Vulnerabilidad al cambio climático en la Región de América Latina y el Caribe (*Vulnerability Index to climate change in the Latin American and Caribbean Region)*, publicado en 2014, los países sudamericanos están menos expuestos al cambio climático que los ubicados en Centroamérica. Entre los países que conforman Sudamérica, Paraguay es el más expuesto al cambio climático y a los fenómenos meteorológicos extremos, siendo el decimosexto entre todas las naciones latinoamericanas clasificadas en el Índice de Exposición como de 'alto riesgo'. Los riesgos enumerados por el estudio son la sequía (dificultad de acceso al agua debido a sequías prolongadas, aumento de la desertificación, incendios, degradación de los suelos), las inundaciones y las fuertes tormentas, entre los principales factores de riesgo en esta región, junto con algunos de los mayores aumentos de temperatura previstos para la región de América Latina, ya que un riesgo asociado es la aparición de nuevas epidemias tropicales, además del empeoramiento de las epidemias existentes como el dengue y la fiebre amarilla.

Riesgos ambientales asociados al cambio climático

El Portal del Grupo de estudio sobre el cambio climático (CCKP por sus siglas en inglés) del Banco Mundial ofrece un estudio sobre la ocurrencia de fenómenos climáticos naturales extremos y el número de personas afectadas entre 1980 y 2020 (**Figura 6.1.5.i**). El aumento de la frecuencia de ocurrencia es evidente a partir del año 2000, destacando las epidemias, las tormentas y las inundaciones. A lo largo de la medición histórica, las inundaciones predominan, con 22 eventos, las epidemias, con 9 eventos, las tormentas y las sequías, con 8 eventos cada una, completan las categorías con mayor ocurrencia. Las inundaciones representaron la mayor proporción de personas afectadas y la mayor causa de pérdidas financieras en el periodo analizado.

El aumento en la frecuencia e intensidad de los eventos extremos ha sido asociado al empeoramiento de los fenómenos climáticos (El Niño y La Niña), a su vez asociados al calentamiento global. La ocurrencia de inundaciones y tormentas, en las características geográficas de Paraguay, está asociada a eventos extremos de precipitación. La **Figura 6.1.5.k** ilustra la proyección de la acumulación promedio de los eventos de mayor precipitación en un mes para la región central de Paraguay (considerando los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5), que es uno de los indicadores para analizar el riesgo de inundaciones. La ilustración en gris se refiere a los datos históricos de medición, 1995 a 2014, la proyección en amarillo al escenario RCP 4.5 y la proyección en rojo al RCP 8.5, la sombra que cubre los valores por encima y por debajo de la línea media se refiere al tratamiento estadístico 10%-90%, donde el 10% de los eventos tendrán valores por debajo de este rango, y el 90% de los eventos tendrán valores por debajo del máximo cubierto por el rango.

ATOME PLC

Figura 6.1.5.i
Estadísticas de los principales eventos naturales extremos ocurridos en Paraguay entre 1980 y 2020

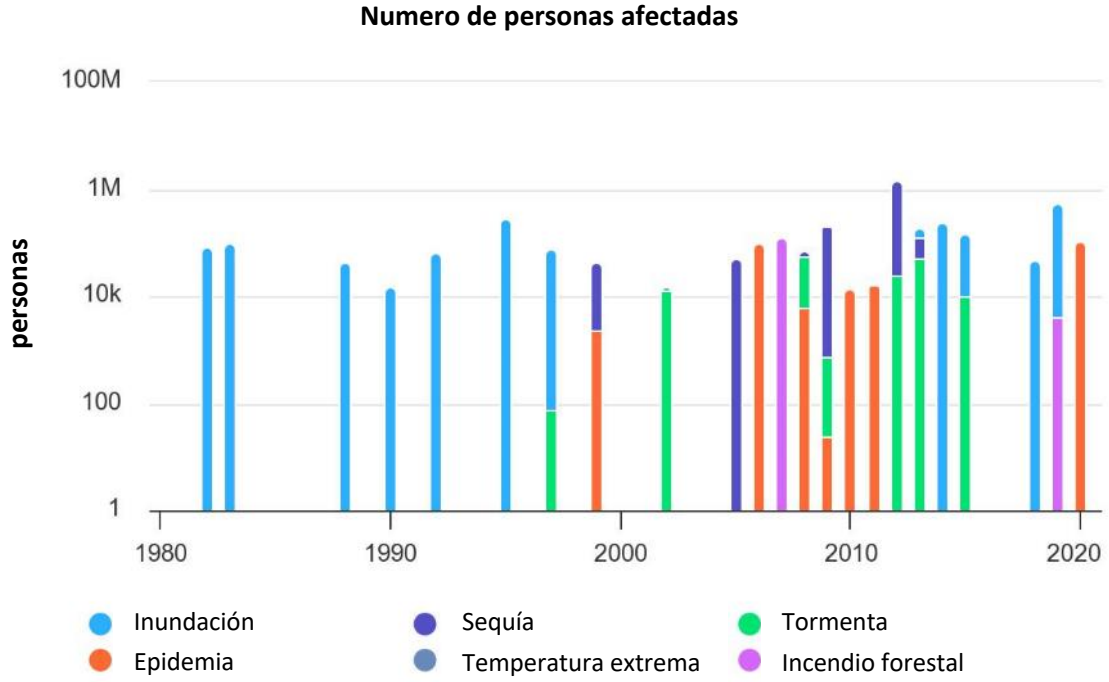
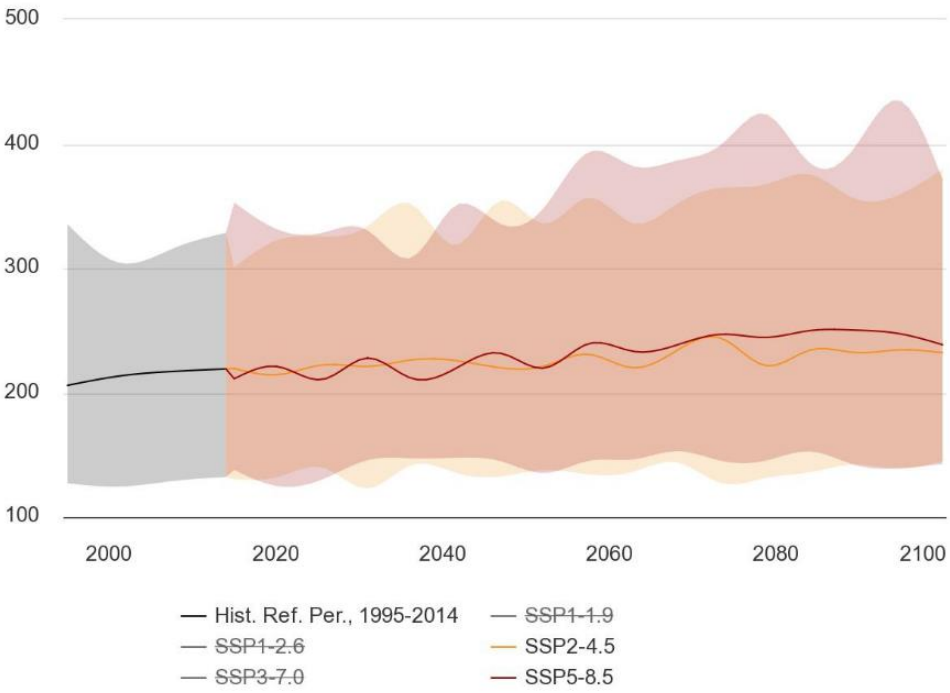


Figura 6.1.6.j
Proyección del promedio de eventos pluviométricos acumulados en un mes para la región central de Paraguay



La ocurrencia de inundaciones está asociada a eventos extremos de precipitación, por lo que el análisis de interés es la curva superior de la sombra, donde estarían los eventos extremos (temporales) con capacidad de generar inundaciones. De esta forma es posible verificar que en los datos históricos las mediciones no superaron los 350 mm, estando apenas por encima de los 300 mm de precipitación acumulada. La proyección ilustra un aumento continuo de los valores de los eventos extremos, el escenario RCP 8.5 ilustra un escenario alarmante, con empeoramiento de los eventos extremos a partir de 2040, alcanzando valores superiores a 400 mm después del año 2070, lo que representaría eventos extremos con ocurrencias de precipitación 33% superiores a las mediciones históricas.

De expuesto, se puede considerar que para el Proyecto de ATOME el riesgo de fenómenos extremos se asocia a tormentas, sequías e inundaciones. Como se discutió en los párrafos anteriores, las proyecciones del peor escenario ilustran un aumento de hasta 33% en la intensidad de los eventos extremos de lluvia en los próximos 60 años, lo que ciertamente resultará en eventos de inundación de mayor intensidad.

El Proyecto analizado se localiza en las proximidades de la llanura de inundación del río Paraguay, a unos 2 km de uno de sus meandros. El río Paraguay es el más largo del país y también tiene la mayor cuenca hidrográfica, recibiendo agua de deshielo de la Cordillera de los Andes. Es correcto inferir que el empeoramiento de los eventos extremos de precipitación tendrá una fuerte influencia en el régimen de crecidas del río, resultando en un empeoramiento de su intensidad. El lecho del río en el meandro próximo al Proyecto tiene una elevación aproximada de 53 metros, mientras el área destinada al Proyecto tiene una elevación media de 65 metros, con aproximadamente 12 metros de diferencia entre las elevaciones. En vista de ello, ciertamente la llanura de inundación cubierta por esta diferencia absorbería crecidas de grandes proporciones. Por otro lado, sigue siendo necesario tener en cuenta las tormentas extremas y los efectos del viento y de la sequía en la gestión de riesgos del Proyecto.

ATOME PLC

7.0 Plan de Gestión Ambiental y Social (PGAS)

ATOME PLC

JGP Consultoria e Participações Ltda.
Rua Américo Brasiliense, 615 - São Paulo
CEP 04715-003 - Fone / Fax 5546-0733
e-mail: jgp@jgpconsultoria.com.br

Zona Franca y Planta de Producción de Fertilizante Verde de ATOME Paraguay S.A.

Estudio de Impacto Ambiental y Social (EIAS)

Febrero de 2024

RESUMEN

7.0 Plan de Gestión Ambiental y Social (PGAS) 1
7.1 Organización de Responsabilidades 1
7.1.1 Etapa de Construcción 2
7.1.2 Etapa de Operación y Mantenimiento 3
7.2 Organización de los Planes y Programas del PGAS 3
P.01 – Programa de Control Ambiental de la Construcción 4
P.02 – Programa de Gestión Ambiental y Social de la Fase de Construcción 30
P.03 – Programa de Participación de las Partes Interesadas 42
P.04 – Programa de Salud y Seguridad Laboral 52
P.05 – Programa de Gestión del Trabajo y Condiciones Laborales 61
P.06 – Programa de Respuesta a Emergencias para la Fase de Construcción 70
P.07 – Plan de Acción de Biodiversidad (PAB) 77
P.08 – Programa de Prevención de Impactos en la Flora y Fauna 84
P.09 – Programa de Gestión Ambiental y Social de la Fase Operación 89
P.10 – Programa de Respuesta a Emergencias para la Fase de Operación 106
P.11 – Programa de Conservación del Patrimonio Arqueológico y Cultural del ADA 116
P.12 – Programa de Gestión del Transporte en la Fase de Operación 118

ATOME PLC

7.0
Plan de Gestión Ambiental y Social (PGAS)

El Plan de Gestión Ambiental y Social (PGAS) presenta las medidas de prevención, mitigación, control y monitoreo y la compensación por los impactos ambientales y sociales propuestos para el Proyecto de la Planta de H_2, NH_3 y fertilizante CAN verde de ATOME, la LT y la infraestructura de captación y tubería de agua y tubería para vertido de efluentes El PGAS se subdivide en diversos Programas, de acuerdo con cada etapa del proyecto. Los Programas que componen el PGAS son aquellos cuya necesidad ha sido identificada de acuerdo con los impactos identificados y evaluados para las fases de planificación, construcción y operación del proyecto en el **Capítulo 6.0**.

Los Programas del PGAS, y las medidas relacionadas, aseguran que todos los impactos directos e indirectos de la implementación y operación del proyecto sean abordados, mitigados y/o compensados.

Como se observará, los Programas propuestos requieren que se implementen una serie de acciones y medidas ambientales y sociales de, conformidad con la legislación paraguaya y las normas de desempeño de la CFI (ND 01, ND 02, ND 03, ND 04, ND 05, y ND 06), las Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad de la CFI, los Convenios de la OIT y otros requerimientos internacionales aplicables.

Todas las actividades que demanden la ejecución del PGAS deben ser consideradas en los costos del proyecto.

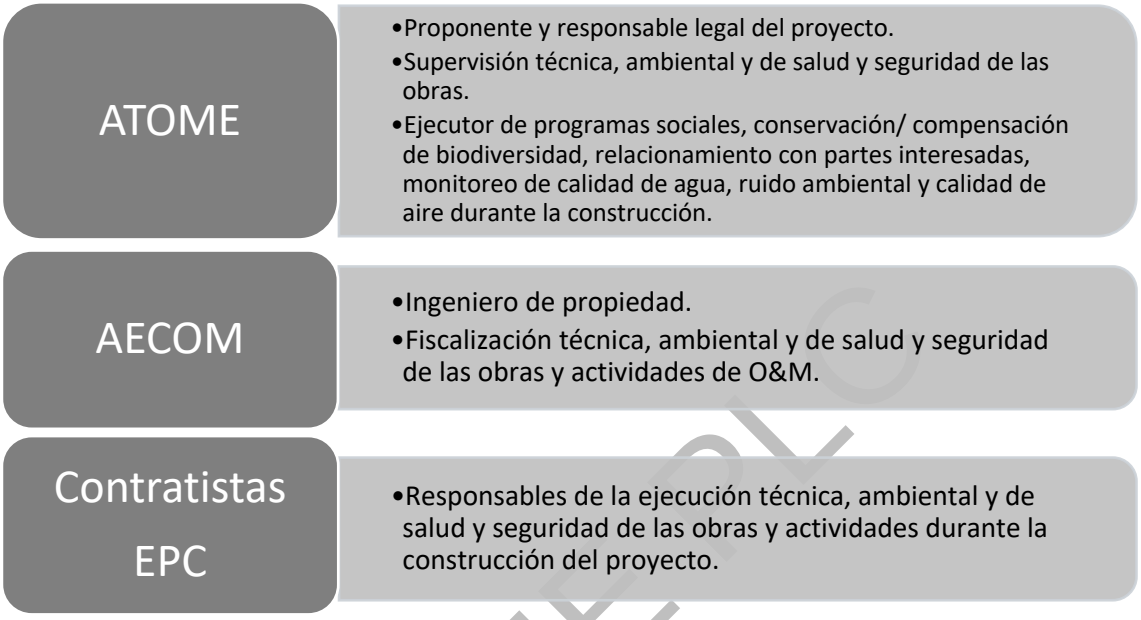
7.1
Organización de Responsabilidades

Las responsabilidades de implementación de los programas del PGAS se establecen según su etapa de implementación, es decir, durante la etapa constructiva o durante la operación y mantenimiento (O&M) del proyecto. Las responsabilidades del gerenciamiento ambiental, social y de salud y seguridad durante las distintas etapas se detallan a continuación.

ATOME PLC

7.1.1
Etapa de Construcción

Figura 7.1.1.a
Estructura de ejecución y supervisión de obras y del PGAS



Los contratistas EPC tendrán especialistas en Medio Ambiente, Salud y Seguridad - MASS como personal permanente en su plantel quienes serán responsables de desarrollar y llevar a cabo las políticas y planes de su propio Sistema de Gestión de MASS de los contratistas. Este personal estará disponible in situ durante todo el desarrollo de la obra para interactuar con AECOM y ATOME.

La responsabilidad de AECOM en el componente ambiental y social es:

- Fiscalizar y aprobar las actividades realizadas por los contratistas EPC en el marco de los requerimientos ambientales y de salud y seguridad establecidos en sus contratos, los cuales estarán acordes con la legislación paraguaya y estándares internacionales. Los programas de medio ambiente, salud y seguridad de los PGAS de los Contratistas EPC serán elaborados de acuerdo con estos requisitos.
- Verificar el cumplimiento de las medidas ambientales y de salud y seguridad en obra.

En cuanto a ATOME, las responsabilidades son las siguientes:

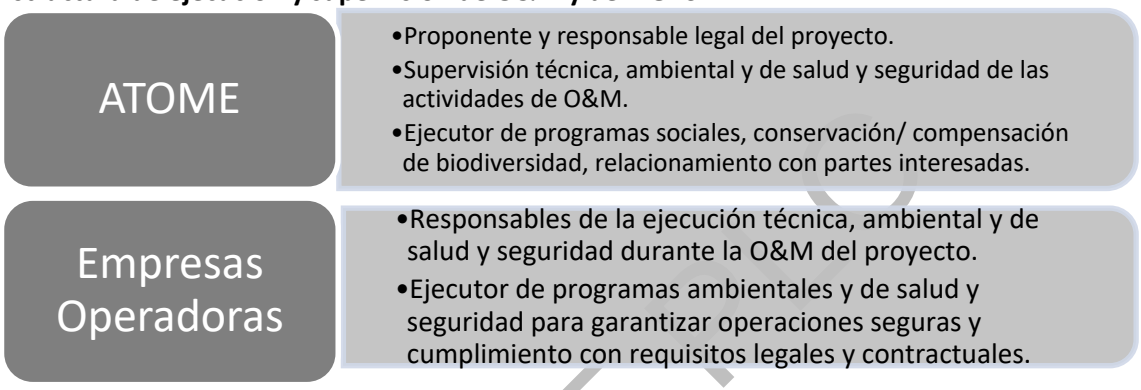
- Aprobar los programas de medio ambiente, seguridad y salud del Sistema de Gestión MASS presentado por los contratistas EPC.
- Supervisar el cumplimiento del PGAS y las obligaciones de MASS asumidas a través de los contratos firmados con los contratistas EPC.
- Implementar los programas sociales, de compensación de la biodiversidad, relacionamiento y comunicación con las partes interesadas y monitoreo de calidad de agua del río, ruido ambiental y calidad del aire.

ATOME PLC

- Presentar informes anuales de auditoría ambiental al Ministerio del Ambiente, en cumplimiento con lo establecido en la Licencia Ambiental del proyecto.
- Presentar informes de desempeño a otras instituciones que lo requieran y a entidades financieras y otras partes interesadas.

7.1.2
Etapa de Operación y Mantenimiento

Figura 7.1.2.a
Estructura de ejecución y supervisión de O&M y del PGAS



Las empresas operadoras tendrán especialistas en MASS como personal permanente en su plantel quienes serán responsables de desarrollar y llevar a cabo las políticas y planes de su Sistema de Gestión de MASS. Este personal estará en la planta durante la O&M para interactuar con AECOM y ATOME. El operador de O&M tendrá un equipo capacitado para respuestas frente a emergencias.

En cuanto a las responsabilidades de ATOME seguirán siendo similares a las de la etapa constructiva, centrándose en la aprobación del Sistema de Gestión de MASS de las empresas operadoras, y la supervisión a dichas empresas. No obstante, en esta etapa, ATOME se limitará a la implementación de los programas sociales y de conservación/compensación de biodiversidad. Adicionalmente, estará encargado de la presentación de informes a las instituciones nacionales correspondientes, entidades financieras y otras partes interesadas.

ATOME

7.2
Organización de los Planes y Programas del PGAS

El PGAS se encuentra estructurado en planes y programas a ser implementados durante la etapa de construcción u operación y mantenimiento. Esta estructura se expone en la siguiente **Tabla 7.2.a**, y en los posteriores apartados se describen individualmente cada uno de ellos.

Tabla 7.2.a
Organización de los Programas del PGAS

Programas del PGAS	Fases del Proyecto		
	Diseño y Planificación	Construcción	Operación y Mantenimiento
P.01 – Programa de Control Ambiental		X	
P.02 – Programa de Gestión Ambiental y Social de la Fase de Construcción		X	
P.03 – Programa de Participación de las Partes Interesadas	X	X	X
P.04 – Programa de Salud y Seguridad Laboral		X	X
P.05 – Programa de Gestión del Trabajo y Condiciones Laborales		X	X
P.06 – Programa de Respuesta a Emergencias para la Fase de Construcción		X	
P.07 – Plan de Acción de Biodiversidad	X	X	X
P.08 – Programa de Prevención de Impactos en la Flora y Fauna	X	X	
P.09 – Programa de Gestión Ambiental y Social de la Fase de Operación			X
P.10 – Programa de Respuesta a Emergencias para la Fase de Operación			X
P.11 – Programa de Conservación del Patrimonio Arqueológico y Cultural del ADA		X	
P.12 – Programa de Gestión del Transporte			X

Cada plan o programa está compuesto de las siguientes partes: i) justificación, ii) objetivos principales, iii) legislación aplicable, iv) responsabilidades, v) metodología de implementación, vi) indicadores de efectividad, vi) reportes y, viii) cronograma de ejecución.

ATOME PLC

7.3
Programas del Plan de Gestión Ambiental y Social (PGAS)

P.01 – Programa de Control Ambiental de la Construcción

1. Justificación del Programa

El Programa de Control Ambiental de la Construcción presenta las pautas y procedimientos a ser seguidos por los Contratistas y subcontratistas para los trabajos de construcción y montaje de la Planta de ATOME, la LT y la infraestructura de captación y suministro de agua para la Planta y tubería de vertido de efluentes.

El Plan se aplicará a lo largo de la fase de construcción, centrándose en las principales actividades de construcción y en el campamento de construcción y otras áreas de apoyo, como áreas de préstamo y de disposición de material excedente de excavación. También incluye las medidas para la restauración y recuperación de áreas degradadas por las obras y las medidas de monitoreo de parámetros de calidad ambiental.
Los procedimientos de manejo ambiental durante la construcción incluirán una amplia gama de medidas de prevención, mitigación, control y monitoreo para todas las actividades de

construcción y/o las instalaciones que impliquen riesgos o impactos ambientales específicos. También incluirán pautas para acciones correctivas según sea aplicable. Las medidas listadas en el presente Plan constituirán requisitos contractuales vinculantes y los Contratistas y todos los subcontratistas deberán cumplirlos de forma continua durante todo el ciclo de construcción. El cumplimiento será garantizado no sólo por el equipo de gestión ambiental y social de los Contratistas, sino también a través de la Supervisión de la Construcción a ser implementada por ATOME en el ámbito del P.02 - Programa de Gestión Ambiental y Social.

2. Objetivos Principales

El Programa de Control Ambiental de la Construcción tiene como objetivo general proporcionar orientación técnica para minimizar los impactos ambientales negativos de las obras de construcción y montaje de los componentes del Proyecto. Para este fin, se definen los siguientes objetivos específicos:

- Proporcionar orientación técnica para las principales actividades de obra que pueden generar impactos negativos;
- Asegurar que el campamento de construcción y otras áreas de apoyo se implementen y operen de acuerdo con los procedimientos de control ambiental que aseguren la prevención o minimización efectiva de los impactos negativos al medio ambiente;
- Estandarizar los procedimientos ambientales a ser adoptados por los Contratistas y subcontratistas;
- Garantizar buenas condiciones de tráfico para los vehículos que prestan servicios en las obras, así como para otros vehículos que utilizan los accesos al Proyecto.

3. Legislación Aplicable

Se aplica toda la legislación paraguaya y estándares internacionales relacionados con el control de la contaminación (ver **Sección 4.2** de este EIAS).

4. Responsabilidades

El Programa de Control Ambiental de la Construcción (P.01) es responsabilidad de los Contratistas, bajo seguimiento/supervisión de ATOME.

Los Contratistas que ejecutarán la construcción y montaje de la Planta de ATOME, LT e infraestructura de provisión de agua y vertido de efluentes serán responsables de llevar a cabo las actividades de obras de acuerdo con las medidas de prevención, control y mitigación previstas en cada sección de este Programa P.01, bajo la supervisión/seguimiento de ATOME. La **Figura 4.0.a del P.01** a continuación muestra el organigrama del equipo que formará el Contratista EPC de la Planta Industrial. Los Contratistas EPC de los otros componentes (LT eléctrica e infraestructura de captación y tuberías de agua cruda y tuberías de vertido de efluentes) tendrán estructuras organizacionales más pequeñas y adecuadas al tamaño y naturaleza de estos componentes.

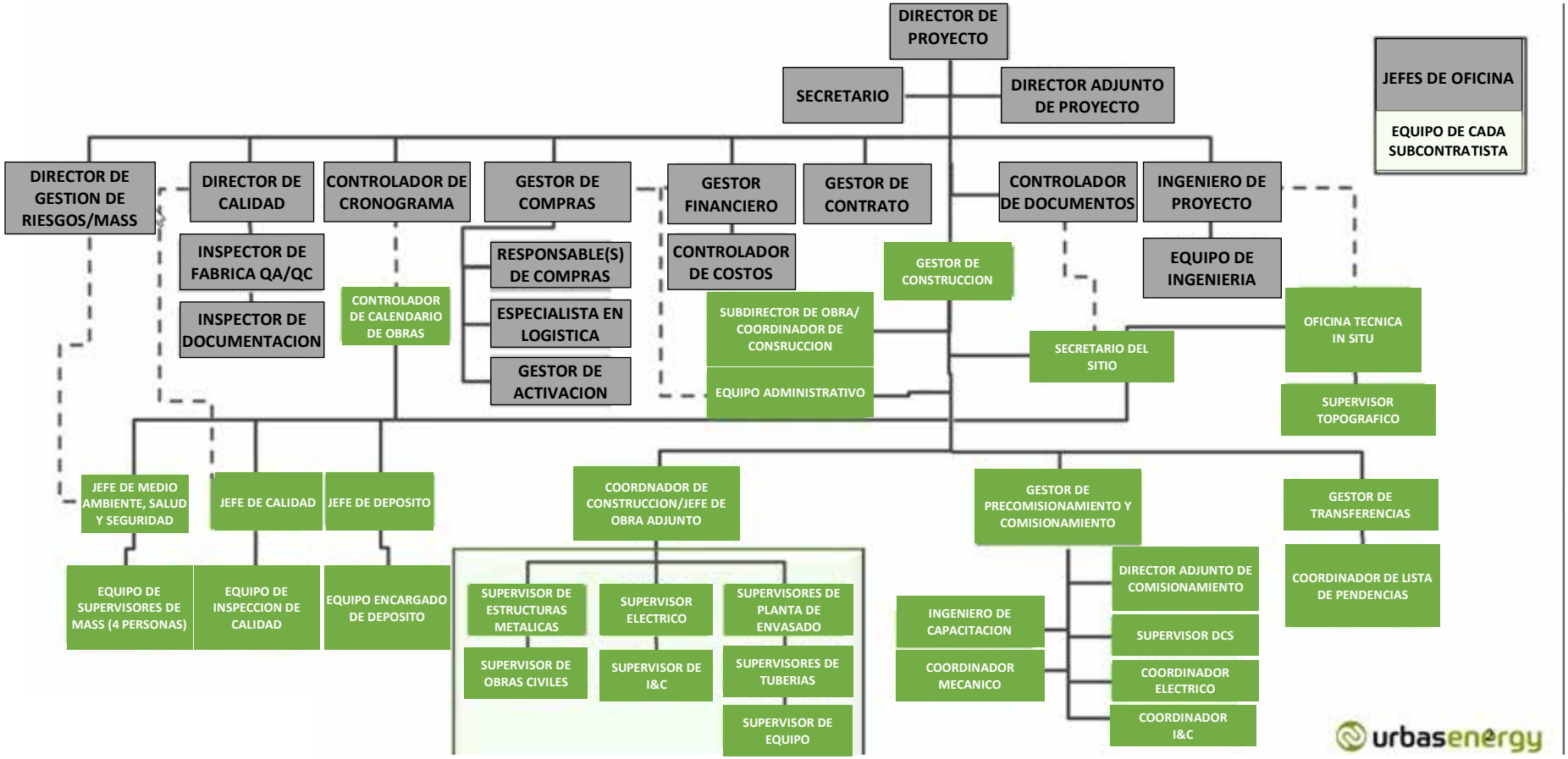
Para garantizar el cumplimiento de las medidas previstas en este y otros Programas bajo la responsabilidad de los Contratistas, ellos estarán obligados contractualmente a tener por lo

ATOME PLC

menos: 1 especialista ambiental y 1 especialista en salud y seguridad en forma permanente como parte del equipo de la Figura 4.0.a. Los trabajadores de los Contratistas y subcontratistas deben ser capacitados por los especialistas del equipo de los contratistas EPC.

ATOME PLC

Figura 4.0.a del P.01
Organigrama del equipo de los Contratistas para la fase de construcción (Construcción de la Planta)



Los Contratistas EPC de los otros componentes (LT eléctrica e infraestructura de captación y tuberías de agua cruda y tuberías de vertido de efluentes) tendrán estructuras organizacionales más pequeñas y adecuadas al tamaño y naturaleza de estos componentes.

Para garantizar el cumplimiento de las medidas previstas en este y otros Programas bajo la responsabilidad de los Contratistas, ellos estarán obligados contractualmente a tener por lo menos: 1 especialista ambiental y 1 especialista en salud y seguridad en forma permanente como parte del equipo de la **Figura 4.0.a**. Los trabajadores de los Contratistas y subcontratistas deben ser capacitados por los especialistas del equipo de los contratistas EPC.

5. Metodología de Implementación

Las medidas adoptadas en este Programa se detallan a continuación:

5.1. Gestión de las actividades de movimiento de tierras

Las medidas a ser aplicadas en las actividades de excavación y movimiento de tierra son las siguientes:

- Se respetarán los límites establecidos para excavaciones y movimientos de tierra, de acuerdo con las buenas prácticas, siguiendo estrictamente las dimensiones, cuotas y pendientes indicadas en el proyecto.
- La supresión de la vegetación y la limpieza de los terrenos se realizarán en la medida necesaria para que el trabajo se lleve a cabo.
- Se instalarán dispositivos de drenaje provisionales para evitar los procesos de erosión y transporte de la tierra fuera de la zona de obras.
- Las pilas de tierra suelta solo se permitirán en lugares planos y fuera del curso preferencial de escorrentía.
- Los dispositivos de retención de sedimentos en las áreas de movimiento de tierra deben limpiarse constantemente.
- La orientación del flujo sobre las áreas de suelo expuesto debe ajustarse constantemente para garantizar que fluya hacia los dispositivos de drenaje.
- Se realizará la protección de áreas de suelo expuesto, de forma temporal con instalación de barreras físicas de contención hechas con mantas geotextiles, por ejemplo, o con restauración de la vegetación.
- La cubierta vegetal en áreas de suelo expuesto se restaurará lo antes posible.
- Posibles procesos erosivos deben corregirse o estabilizarse lo antes posible.
- El inicio de los movimientos de tierra será precedido por la remoción y acumulación de tierra orgánica, con pajote y banco de semillas nativas, para ser utilizados en la recomposición de los terrenos inmediatamente después de la finalización de los trabajos.
- Se realizará una protección constante de la superficie de las áreas con suelo expuesto, incluida la compactación y la configuración adecuada, la anticipación de la recomposición de la cubierta vegetal e instalación de cubierta plástica de emergencia en secciones particularmente inestables. Estas medidas se adoptarán tan pronto como se complete el trabajo de excavación y construcción de rellenos, para evitar el inicio de cualquier proceso de erosión antes de que comience.
- Durante la excavación para los cimientos, el material excavado que se puede utilizar para el relleno se almacenará cerca de la zanja, a una distancia de 2.0 m de la misma.

ATOME PLC

- Cuando no se utilicen inmediatamente los acopios de materiales serán cubiertos y se limitará la altura y pendiente para minimizar la erosión durante las lluvias.
- El material que no se puede usar para rellenar la zanja, por ser de pequeño volumen, se dispersará en el terreno, respetando su característica original. Se extenderá el material de manera uniforme, para no producir pendientes o desniveles que puedan potenciar la erosión.
- Durante el tiempo que permanezcan abiertas, las zanjas o pozos permanecerán señalizados y vallados. Las vallas solo deben retirarse después de que la base haya terminado de llenar la zanja con el hormigón.
- Todas las zanjas deberán tener una barrera (como barandillas fijas) y avisos de advertencia claramente expuestos. Las luces intermitentes son obligatorias en caso de mala visibilidad.
- Cuando la excavación de los cimientos alcanza la capa freática y es necesario drenar la zanja, el agua bombeada debe destinarse previamente a un pozo de acumulación, para la retención de sólido, antes de su liberación al medio ambiente.
- La estabilidad y la seguridad de las paredes de la excavación deben ser inspeccionadas permanentemente. En los casos en los que predominen los materiales intensamente alterados, deben adoptarse las medidas preventivas necesarias para estabilizar las paredes de la zanja (por ejemplo, líneas de arpillera, gaviones, contenciones de madera, etc.).
- Los rellenos y cortes deben recibir la recomposición de la cubierta vegetal inmediatamente después de la implementación.
- Las áreas con suelo expuesto deben cubrirse con tierra vegetal almacenada al comienzo de las actividades, de modo que la presencia del pajote y banco de semillas nativas favorezca una recomposición rápida de la vegetación nativa.
- La limpieza y remoción de suelo de los dispositivos de drenaje temporales implantados se realizarán de forma permanente para que no pierdan su función.
- Los trabajos de estabilización de emergencia deben realizarse en todas las áreas donde comienzan a ocurrir procesos erosivos.
- En accesos que permanecerán en la fase de operación del Proyecto, los dispositivos de drenaje temporales serán, según sea necesario, reemplazados por el drenaje definitivo de acuerdo con el proyecto.
- No se permitirá el almacenamiento de productos peligrosos en las trincheras. Los equipos ubicados en las zanjas que requieran de combustible para su funcionamiento se alimentarán por gravedad. Deben instalarse dispositivos similares en caso de demandas adicionales relacionadas con productos peligrosos.
- Para cualquier excavación de más de 1 m de profundidad, deberá colocarse una escalera adecuada que sobresalga un mínimo de 1 m por encima del borde de las excavaciones.
- El personal que realice trabajos de excavación deberá utilizar EPI.

Específicamente para áreas de préstamo y depósitos de material excedente, las medidas a ser adoptadas son:

- Las áreas de préstamo y los depósitos de material excedente a ser utilizados tendrán su licencia ambiental vigente.
- En los depósitos de material excedente - DME, pueden eliminarse restos vegetales inutilizables (básicamente raíces y tocones), así como los residuos inertes y restos de demolición, de manera controlada.
- Se evitarán los charcos de agua y los puntos bajos, lo que puede dar lugar a la formación de ambientes favorables a la proliferación de vectores que transmiten enfermedades.

ATOME PLC

- La capa de suelo orgánico será removida y almacenada en un lugar plano para su uso posterior en la recuperación final del área.
- Se instalarán dispositivos de drenaje en cada Área de Préstamo – AP o DME.
- Cualquier ocurrencia de erosión y sedimentación requerirá una acción correctiva inmediata.
- En el DME, la elevación del relleno siempre se llevará a cabo en un régimen de horizontalización, así como la excavación en el AP también debe progresar en un régimen de horizontalización.
- La excavación en AP no debe exceder el límite de 1 m (un metro) por encima del nivel más alto de la capa freática.
- Se anticipará la cobertura vegetal de cortes y rellenos siempre que sea posible.
- Después de la lluvia, será obligatorio programar inspecciones por parte del equipo de supervisión de la construcción.

5.2. Prevención y control de la contaminación del suelo

Con el fin de evitar la contaminación del suelo por combustibles, aceites y grasas derivados del uso de equipos como generadores, compresores y bombas, diversos productos químicos no degradables, residuos sólidos y por aguas residuales, especialmente las de hormigonado y lavado de camiones mezcladores de concreto, se adoptarán las siguientes medidas preventivas:

- Todo trabajador recibirá capacitación específica para control de derrames.
- Todo el equipo estará en buenas condiciones de funcionamiento y no presentará fugas.
- Vehículos como camiones, tractores, etc. defectuosos o que presenten fugas serán retirados del frente de trabajo o se realizará el reparo en el lugar previa notificación a la Fiscalización Ambiental, quien verificará las condiciones de realización de dicho trabajo. El Contratista EPC será responsable de la implementación de buenas prácticas MASS en el sitio de obras. En todos estos casos, se proporcionarán dispositivos provisionales de retención de fugas, incluso los rústicos, para evitar la contaminación del suelo. No se permitirán cambios de aceite o actividades de mantenimiento de vehículos y equipo de construcción fuera del taller del campamento de construcción, a menos que sea inevitable. El lavado de vehículos y equipos también estará restringido a las instalaciones designadas en el campamento. El local de lavado será impermeabilizado, contenido y dispondrá de un sistema de separación/decantado, a ser posible con funcionamiento en circuito cerrado, y con tratamiento y recirculación de las aguas de lavado.
- El equipo fijo que usa combustible (generadores, compresores, otros) siempre contará con un dique, bandeja u otro dispositivo de contención de fugas con una capacidad mayor que el volumen máximo posible de una fuga.
- Todos los lubricantes, químicos o productos peligrosos serán almacenados en áreas impermeables y con tanque de contención secundaria en caso de derrames.
- Todos los residuos peligrosos, incluyendo envases vacíos, también serán almacenados con contención secundaria.
- Se prohibirá la disposición de residuos sólidos sobre los suelos, de manera a evitar la contaminación por sustancias orgánicas o químicas. Los mismos deberán gestionarse en contenedores adecuados a su naturaleza, tratados y dispuestos de manera segura, conforme a lo detallado en el ítem **5.8. Gestión de residuos sólidos**.
- En caso de contaminación del suelo, se tomarán las siguientes medidas: eliminación de la fuente de contaminación, raspado del suelo contaminado y recolección del material para

ATOME PLC

destinación como residuo peligroso. Las medidas a seguir deberán estar contempladas en un **Plan de Contingencias** a ser desarrollado por los Contratistas.

- No serán almacenados combustibles ni aceites lubricantes en el frente de trabajo. Estos estarán en depósitos del taller en las instalaciones de apoyo de construcción. El suministro de los equipos se realizará preferiblemente por camión, pero se pueden usar otros medios aprobados para transportar volúmenes más pequeños.
- Los productos químicos considerados peligrosos para el medio ambiente se almacenarán en el taller u otra área designada en las instalaciones de apoyo de construcción. En los frentes de trabajo, solo se dejará una cantidad razonable para su uso inmediato.
- No se permitirá el almacenamiento subterráneo de combustibles u otros productos peligrosos en las áreas del Proyecto.
- Se implementarán kits de emergencia en ubicaciones apropiadas, con equipo suficiente para manejar al menos los niveles iniciales de un derrame.
- Se deberá planificar, zonificar y señalizar debidamente la zona de obra para reducir las alteraciones en la superficie, estableciendo áreas específicas para cada tipo de actividad como el manejo de materiales (acopio, depósito, carga/descarga), disposición transitoria de residuos, zona de sanitarios, zonas de descanso del personal, etc.
- Para el manejo de efluentes se deberán seguir las medidas detalladas en el ítem **5.3 Gestión de agua y efluentes.**

5.3. Gestión de agua y efluentes

- El suministro de agua al campamento de construcción se realizará a través de camión cisterna y reserva en un tanque.
- Cada área de trabajo tendrá instalaciones sanitarias adecuadas.
- Los baños en el campamento de construcción estarán en buenas condiciones y serán suficientes para la cantidad de trabajadores en el área (al menos 1 baño por cada 20 trabajadores).
- La descarga de los efluentes generados en las instalaciones temporales de los Contratistas se realizará en fosas sépticas temporales de tamaño adecuado. Los subcontratistas tendrán instalaciones adicionales de tratamiento de aguas residuales sanitarias, que podrán ser ETARs portátiles, baños químicos, etc., los cuales serán definidos por los mismos subcontratistas, quienes estarán obligados contractualmente a cumplir con buenas prácticas MASS al igual que los Contratistas EPC. Los contratistas presentarán evidencias que las empresas contratadas cuenten con los permisos ambientales correspondientes y que el tratamiento y disposición final de los efluentes se realice de manera correcta.
- De ser posible, se instalarán medidores en los tanques sépticos para monitorear los volúmenes y prevenir desbordes.
- El retiro de efluentes será realizado por empresas tercerizadas acreditadas para realizar dicho trabajo, las cuales deberán tratar las aguas de acuerdo con su naturaleza y garantizar una disposición final segura.
- Los efluentes generados en la caja separadora de agua y aceite instalada en el taller temporal serán monitoreados mensualmente por el Contratista de la Planta, con verificación del cumplimiento de los estándares de emisión para algunos de los parámetros establecidos en la Resolución N° 022/2012 y las Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad de la CFI, adoptándose los más restrictivos (**Tabla 5.3.a del P.01**). La disposición final de los mismos se realizará a través de empresas terceras habilitadas para los fines. Se prohíbe la

ATOME PLC

descarga de efluentes de dicho sistema que no cumplan con los estándares de liberación establecidos por la ley.

- Los efluentes de cocina y comedor tendrán una caja de grasa (caja con sifón) para la separación previa de sustancias grasas.
- Se prohibirá la descarga de todo tipo de efluentes fuera de las instalaciones previstas y medidas mencionadas, incluyendo el sistema de drenaje de la carretera localizada frente a la propiedad.
- El Contratista y subcontratistas de la Planta deberá desarrollar procedimientos para la desmovilización de los tanques sépticos temporales una vez que finalice la construcción. De esta manera, deberá garantizar que no se produzca contaminación en el área durante el periodo de desmovilización.

Tabla 5.3.a del P.01
Límites para descarga de efluentes

Sustancias, Condiciones y Criterios	Resolución SEAM Nº 222/2002	Guías generales de la CFI	Guías sobre MASS para la producción de fertilizantes nitrogenados de la CFI
pH	5 a 9	6 a 9	6 a 9
DBO 5d 20° C	<50 mg/L	30 mg/L	
DQO	<150 mg/L	125 mg/L	
Temperatura	< 40º C, siempre que se cumpla con la condición de elevación de temperatura		
Elevación de Temperatura del Cuerpo Receptor	No deberá exceder 3º C		<3 ºC
Materias sedimentables (test 1 h como Inmhoff)	1 mg/L		
Aceites Minerales	20 mg/L		
Aceites Vegetales y Grasas Animal	50 mg/L	10 mg/L	
Sólidos totales en Suspensión	-	50 mg/L	
Fosforo Total (P)	4 mg/L	2 mg/L	
Coliformes fecales	4000 NMP/100 ml		
Nitrato de Amonio	-	-	100 mg/L
NH_3	-	-	5 mg/L
Nitrógeno Total	40 mg/L		15 mg/L
SST			30 mg/L

En la actividad de hormigonado, los Contratistas deben cumplir con las siguientes medidas:

- Se instalará local provisional y debidamente señalizado para vaciar los camiones mezcladores. Los sedimentos acumulados deben eliminarse periódicamente y depositarse adecuadamente en relleno sanitario autorizado para este tipo de residuos.
- En el frente de trabajo solo se permitirá el lavado de la boquilla de los camiones mezcladores. El lugar de lavado debe ser definido de antemano por los Contratistas, deberá contar con las condiciones necesarias para prevenir la contaminación, y se deberá indicar a los conductores que usen este lugar únicamente.

ATOME PLC

- Se entrenará a los conductores de camiones mezcladores para que no vacíen los residuos de concreto y que no laven la boquilla del mezclador fuera de este lugar indicado.
- Todas las aguas residuales de hormigonado serán tratadas como efluentes industriales, y no se permitirá la escorrentía sin control para fuera de las áreas de intervención.
- Dentro de excavaciones a ser drenadas por bombeo, se evitará que las aguas residuales de hormigonado sean bombeadas. Ese tipo de efluente será preferencialmente conducido a cuencas de segregación, para su posterior remoción y tratamiento como efluente industrial.

5.4. Control y monitoreo de emisiones atmosféricas

Los Contratistas controlarán la emisión de contaminantes y el nivel de polvo en suspensión durante todas las etapas del trabajo. Las principales medidas para controlar la contaminación atmosférica serán las siguientes:

- El control de polvo en áreas con suelo expuesto donde hay casas muy cerca, se realizará mediante el humedecimiento del suelo con agua de camiones cisterna, con la periodicidad necesaria y especialmente en estaciones secas.
- Todos los camiones transportadores de tierras secas que circulen fuera de las instalaciones temporales de construcción, en carreteras donde las casas están muy cerca o en calles en el área urbana, estarán protegidos con lonas.
- Se aplicará límites máximos de velocidad en las vías no asfaltadas durante condiciones secas o ventosas.
- En las instalaciones temporales de construcción, las pilas de materiales secos estarán ubicadas en área oportunamente delimitada, lejos de la residencia vecina y de áreas con gran concentración de trabajadores. Cuando sea necesario, las pilas de material o escombros serán humedecidas durante su almacenamiento y antes de ser usadas/destinadas.
- Las áreas de carga y almacenamiento de materias primas deben protegerse para evitar la dispersión de partículas.
- En situaciones de vientos fuertes, no se permitirán operaciones que generen polvo en un radio de hasta 200 m desde áreas habitadas situadas en la dirección predominante del viento.
- El Contratista deberá monitorear las condiciones de polvo en el sitio de obras de manera mensual o con menor frecuencia durante la estación de lluvias. Este monitoreo se limitará al sitio de la Planta.
- Todos los vehículos y maquinaria de construcción se mantendrán en buenas condiciones operativas y con los motores apagados cuando no estén en uso.
- Se conducirá el monitoreo visual de emisiones (escala Ringelmann) de los vehículos y maquinaria de construcción como mínimo una vez al año. Los vehículos y equipos que emitan humo negro serán retirados para mantenimiento.
- Se tomarán las medidas apropiadas para limitar las emisiones de escape de los vehículos y maquinaria de construcción y para garantizar el uso eficiente de combustible.
- Las emisiones de los vehículos de motor deberán cumplir los límites establecidos en la Ordenanza Municipal Nº 18/18 de Villeta (ver **Sección 4.2.3** del EIAS). Para las emisiones de fuentes fijas como motores y generadores de energía (a ser utilizados solo en caso de emergencia) se monitoreará la cantidad de combustible consumido para luego calcular el CO_2 emitido anualmente.

ATOME PLC

- Los estándares de calidad del aire que deben cumplirse son los de la Resolución SEAM N° 259/2015, la Ordenanza Municipal N° 18/18, las Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad de la CFI y las Directrices Mundiales de Calidad del Aire de la OMS de 2021 (ver **Tabla 5.4.b del P.01**).

Tabla 5.4.a del P.01
Límites de emisión atmosférica para generadores que operan continuamente

Contaminantes atmosféricos		Ordenanza Municipal N° 18/18	Guías generales de la CFI
$MP_{2,5}$ (mg/Nm^3)	Media anual	-	-
	Media 24 h	-	-
MP_{10} (mg/Nm^3)	Media anual	-	-
	Media 24 h	150	50 a 100 (motor) 50 a 150 50 a 150
O_3 (mg/Nm^3)	Media 8 h	-	100 $\mu g/m^3$
NO_2 (mg/Nm^3)	Media anual	-	-
	Media 1 h	-	200 (motor a gas) 1,460 a 1,850 (motor) 96 ppm (turbina 3MWth a < 15MWth generación eléctrica) 150 ppm (turbina 15MWth a < 50MWth accionamiento mecánico) 320 460) 650
SO_2 (mg/Nm^3)	Media 24 h	-	-
	Media 10 min	-	1.5 a 3% S (motor) 0.5% S o menos (turbina 3MWth a < 15MWth) 0.5% S o menos (turbina 15MWth a < 50MWth) 2,000 o) 2,000 mg
CO (mg/Nm^3)	Media 8 h	-	-

Tabla 5.4.b del P.01
Estándares de calidad del aire

Contaminantes atmosféricos		Resolución SEAM N° 259/2015	Ordenanza Municipal N° 18/18	Guías generales de la CFI	OMS 2021
$MP_{2,5}$ ($\mu g/m^3$)	Media anual	15	15	10	5
	Media 24 h	30	30	25	15
MP_{10} ($\mu g/m^3$)	Media anual	-	-	20	15
	Media 24 h	150	150	50	45
O_3 ($\mu g/m^3$)	Media 8 h	120	120	100	100
NO_2 ($\mu g/m^3$)	Media anual	40	40	40	10
	Media 1 h	200	200	200	-
	Media 24 h	-	-	-	25
SO_2 ($\mu g/m^3$)	Media 24 h	20	20	20	40
	Media 10 min	-	-	500	-
CO ($\mu g/m^3$)	Media 8 h	10	10	-	

ATOME PLC

Contaminantes atmosféricos		Resolución SEAM N° 259/2015	Ordenanza Municipal N° 18/18	Guías generales de la CFI	OMS 2021
	Media 24 h	-	-	-	4,000

5.5. Control y monitoreo de ruido y vibraciones

- La operación de todo equipo mecánico y procesos de construcción dentro y fuera del campamento y frentes de trabajo no deberá causar ningún ruido innecesario o excesivo, y cumplir los límites de ruidos establecidos por la Ley N° 1100/1997 (Art. 9º) y por las Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad de la CFI, adoptándose los más restrictivos (ver **Tabla 5.5.a del P.01** a continuación). Para esta verificación, se realizarán los siguientes monitoreos:
  - Monitoreos mensuales de ruido ambiental fuera del sitio de obra, en un punto ubicado en la propiedad vecina. Este monitoreo servirá para monitorear los niveles de ruido en la vivienda vecina, para asegurar que los niveles son consistentes con las condiciones de línea de base, i.e., no hay impacto más allá de las condiciones existentes.
  - Monitoreo del ruido ocupacional en el sitio de obras en donde se encuentren equipos, instalaciones y actividades con altos niveles de emisión. Este monitoreo estará a cargo del Contratista y se realizará para verificar el cumplimiento de los niveles ocupacionales y asegurar que los trabajadores tengan protección auditiva adecuada.

Tabla 5.5.a del P.01
Límites de ruido

Uso del suelo	Ley Nº 1100/1997			CFI	
	Noche 20:00 a 07:00	Día 07:00 a 20:00	Día (Pico ocasional) 07:00 a 12:00 14:00 a 19:00	Noche 22:00 a 07:00	Día 07:00 a 22:00
Áreas residenciales, de uso específico, espacios públicos: áreas de esparcimiento, parques, plazas y vías públicas.	45	60	80	45	55
Áreas mixtas, zonas de transición, de centro urbano, de programas específicos, zonas de servicios y edificios públicos.	55	70	85	-	-
Área industrial	60	75	90	70	70

- Las mediciones deben realizarse cuando estén en funcionamiento los equipos que emiten los mayores índices de ruido, como hormigoneras, sierras circulares, martinetes, generadores y otros.
- Para las mediciones se utilizará un sonómetro con análisis estadístico de datos. El equipo debe disponer de Certificado de Calibración de laboratorio acreditado.
- La duración mínima de la medición será de 20 hs o 24 hs, pudiendo variar en función de la diversidad de fuentes del entorno que componen el ruido ambiental.
- Los Contratistas priorizarán la elección de equipos con bajos niveles de ruido.
- Los Contratistas realizarán el mantenimiento periódico de los vehículos y equipos para eliminar los problemas de funcionamiento mecánico y controlar la emisión de ruido. En el

ATOME PLC

mantenimiento, se dará prioridad al ajuste de máquinas y piezas que producen ruido y vibración excesivos, como compresores y martillos.

- El trabajo cerca de la vivienda de la finca vecina se llevará a cabo observando limitaciones de horario, manteniendo las actividades entre las 7h y 17h, si fuere posible. En cualquier caso, las actividades generadoras de ruido cerca de la vivienda vecina deberán ser concluidas en el menor tiempo posible, comunicadas y registradas con antelación.
- Equipos con excesiva emisión de ruido y vibraciones en las instalaciones de apoyo de construcción estarán ubicados lo más lejos posible de los comedores y áreas administrativas y de la residencia vecina (más de 200 m), y estarán rodeados por barreras acústicas cuando sea necesario.
- Previamente a las obras, se realizará una inspección cautelar en la vivienda vecina para registrar su estado previo a las obras, para poder compensar al propietario por los posibles daños causados en la misma por las vibraciones derivadas de las actividades de obra.

Cabe señalar que el monitoreo de ruido ocupacional entra en el ámbito de aplicación del **P.04 – Programa de Salud y Seguridad Laboral en las Fases de Construcción y Operación**. Para ello, el Contratista EPC implementará equipos de protección auditivo de acuerdo con las buenas prácticas internacionales.

5.6. Control de las actividades de supresión de vegetación

- La supresión de vegetación y limpieza del terreno estarán limitadas a las áreas estrictamente necesarias y declaradas en el EIAS, y serán conducidas de modo que no se altere la vegetación adyacente a los perímetros desbrozados.
- Después de completar las actividades de rescate de germoplasma y de ahuyentamiento y rescate de fauna (ver el **P.08 - Programa de Prevención de Impactos en la Flora y Fauna**), el Contratista contratado para llevar a cabo la supresión de la vegetación en el terreno de la Planta, en el área de captación de agua y a lo largo de la tubería de suministro de agua y en la franja de servicio de la LT, delimitará previamente los polígonos de supresión con material adecuado para permitir una rápida visualización por parte de los equipos de ejecución. El Contratista deberá presentar un registro fotográfico de la situación del paisaje local y la delimitación previa a las acciones de desbroce y limpieza de vegetación, especialmente, de la zona de conservación denominada “Zona C”. ATOME negociará la compensación con las autoridades locales, en cumplimiento con lo especificado en la ND6 de la CFI.
- Si se observara la presencia de enredaderas, plantas trepadoras y otras plantas similares antes de talar los árboles, estas deberán cortarse antes de continuar la supresión. Un grupo de enredaderas en los árboles puede provocar la caída no deseada de árboles, con la consecuente expansión del área de desbroce y la ocurrencia de lesiones entre los trabajadores.
- La remoción del material talado se hará por el área de intervención autorizada y nunca pasando en medio de la vegetación remanente.
- Siempre que sea posible, sólo se permitirá el uso de tractores en el desbroce cuando haya más de 10 metros desde los límites del área de desbroce. De lo contrario, se utilizarán motosierras. La remoción de raíces en dichas áreas, cuando sea necesario, sólo se realizará posteriormente y podría implicar el uso de tractores.
- Todas las áreas que se consideren sensibles desde un punto de vista ambiental dentro de los perímetros del desbroce serán delimitadas y señaladas previamente, y se desbrozarán con motosierras, sin uso de tractores.

ATOME PLC

- La vegetación caída continuará protegiendo el suelo de las áreas desbrozadas hasta que el equipo de construcción esté listo para iniciar el movimiento de tierra. En ese momento, se retirará la vegetación caída y se desraizará los árboles.
- El desbroce comenzará en el borde del área a suprimir, con el uso de motosierras y control de tala de árboles. El uso de tractores estará permitido para el resto del perímetro de desbroce, sujeto a las medidas previas de rescate de germoplasma y de ahuyentamiento y rescate de fauna mencionadas anteriormente.
- La vegetación desbrozada será utilizada en la mayor medida posible en las obras, y parte puede ser donada al propietario vecino, si ello es de su interés.
- La vegetación podada o desbrozada que no constituya madera comercial será utilizada de acuerdo con sus características, ya sea como estacas de madera, obras de protección preliminar, control de erosión, cercos del campamento, y otros usos de construcción.
- Si la madera tendrá un fin comercial, se debe considerar que el transporte y la comercialización de las maderas y otros productos forestales necesitan de guías expedidas por el Servicio Forestal Nacional, según la Ley N° 342/95.
- Maderas no comerciales, así como ramas de gran tamaño, podrían cortarse a tamaños adecuados para su venta a industrias u otros establecimientos que las utilicen en calderas u otras aplicaciones.
- Las raíces de los árboles, las ramas y hojas serán enterradas en las áreas de los depósitos de tierra excedente, después de pasar por la compactación adecuada y el relleno con tierra antes de que se coloque recubrimiento encima.
- Se prohibirá terminantemente el uso del fuego para la supresión de la vegetación.
- Se deberá designar un área para el apilonamiento de los árboles que posteriormente serán utilizados. Así también, se deberá designar y disponer adecuadamente la vegetación arbustiva extraída de manera que no constituya un potencial foco de incendios ni favorezca su propagación.
- Se evaluará e implementará, cuando sea posible, usos alternativos para la biomasa a ser generada. De las áreas desbrozadas se retirará el recubrimiento utilizando equipo que permita extraer sólo el horizonte orgánico, sin mezclarlo con el material subyacente. El suelo o material orgánico extraído de esa manera será posteriormente utilizado en la recuperación de las áreas degradadas por las obras. El suelo orgánico restante que no sea utilizable será llevado a las áreas de depósito de tierra excedente.
- El recubrimiento orgánico (suelo vegetal) que se utilizará en la recuperación al concluir la construcción será recolectado y almacenado en pilas a lo largo del borde de las áreas desbrozadas. Las pilas temporales de suelo excavado o desbrozado no podrán estar situadas en el flujo de las precipitaciones. Todas las pilas de tierra estarán rodeadas de bermas de contención para impedir que ocurran escorrentías de superficie de las pilas de suelo. Las bermas de contención serán construidas de tierra lo suficientemente permeable para permitir el paso del agua de escorrentía superficial, pero atrapando el sedimento contenido en dicha escorrentía.

5.7. Gestión de las instalaciones temporales/campamento de construcción

- En el campamento de construcción se deberá tener control sanitario, limpieza y monitoreo de condiciones de higiene, con énfasis en baños, vestuarios y comedor.
- El campamento tendrá sistema de drenaje de precipitaciones para controlar la escorrentía, que consistirá de un sistema interconectado perimétrico de canales-zanja y trampas de grasa. Se ejecutará la limpieza periódica de componentes del sistema de drenaje.

ATOME PLC

- El área designada para estacionar vehículos y maquinaria estará señalizada y delimitada para permitir la maniobrabilidad de los operadores. Los vehículos se estacionarán en reversa.
- El agua para consumo humano será suministrada de fuente que asegure la calidad del servicio y la potabilidad, según las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS).
- Se distribuirán bebederos de agua potable en todas las áreas de trabajo de una empresa que asegure la calidad del agua de consumo, si este no fuere el caso, los Contratistas deberán verificar con un mínimo de 10 muestras mensuales la calidad del agua proveída para consumo.
- Las aguas residuales de los baños, cocina, comedor y otras áreas del campamento de construcción será direccionada para fosa séptica, que será periódicamente monitoreada para detectar cualquier problema de infiltración o saturación.
- Los efluentes de la cocina pasarán a través de una trampa de grasa antes de ser direccionados para la fosa séptica. La grasa será retirada periódicamente, separada y enviada a una destinación adecuada (empresa autorizada o relleno sanitario).
- En frentes de construcción más alejadas del campamento se podrán utilizar baños portátiles (químicos) suministrados por compañía especializada que retirará los residuos rutinariamente y los transportará a disposición final autorizada. La compañía contratada para este servicio cumplirá con las regulaciones existentes. Se implementará como mínimo un baño químico por cada 20 trabajadores.
- Todos los residuos generados en los frentes de trabajo y campamento de construcción se enviarán para la central de residuos en el campamento, donde se separarán para su eliminación adecuada.
- El taller del campamento estará instalado sobre superficie impermeable, cubierta y todas las áreas de trabajo contarán con un drenaje perimétrico que lleve a trampas de aceite y grasa.
- El lavado de equipo y maquinaria estará restringido a área específica en el campamento, impermeable y con drenaje que lleve el agua a un interceptor de grasa y sedimentos.
- El campamento no contará con área de almacenamiento de combustible ni planta de hormigón.
- Para almacenamiento de productos químicos, residuos peligrosos y material potencialmente contaminante el campamento contará con depósito especial, que tendrá suelo impermeable y berma de concreto para proporcionar contención secundaria. Se garantizará la ventilación adecuada en todo momento. El depósito estará cerrado bajo llave y sólo el personal autorizado y capacitado podrá ingresar. Todas las fichas de seguridad de producto estarán disponibles y organizadas en todo momento.
- El residuo de aceite lubricante separado en la caja de decantación con sifón se almacenará en contenedores adecuados para su posterior entrega a empresa especializada.
- Para el manejo de residuos sólidos orgánicos dentro del campamento se deberá contar con bolsas plásticas de alta resistencia que deberán ser colocadas en basureros con tapas en cantidad suficiente. La recolección deberá realizarse a través de empresas debidamente habilitadas para los fines y deberán garantizar que la disposición final de los mismos se realice adecuadamente.
- Los generadores de energía para emergencia recibirán mantenimiento preventivo periódico para garantizar su adecuada operación y controlar las emisiones del sistema de combustión.
- Los generadores estarán ubicados en áreas cubiertas y ventiladas, en superficies confinadas que eviten la contaminación del suelo en caso de derrame de combustible durante el llenado de combustible o actividades de mantenimiento, o debido a una falla del sistema.

ATOME PLC

- Los generadores, así como otras fuentes de ruido, estarán lo más lejos posible del comedor y áreas administrativas. Además de mantener una distancia mínima de estas áreas, el Contratista de la Planta llevará a cabo el monitoreo de ruido, tal como se especifica en la **Sección 5.5**.
- Todos los equipos fijos que usen combustible y sistemas de lubricación serán instalados con contención secundaria para evitar la contaminación del suelo en caso de un posible derrame de combustible o lubricante.
- Se colocarán extintores para incendio en todas las áreas de almacenamiento de lubricantes, productos químicos y otras sustancias peligrosas, y también en el edificio administrativo, cocina, comedor y enfermería.
- Las áreas del generador y aquellas para el almacenamiento de combustible del generador deberán contar con todos los elementos para asegurar la seguridad de las instalaciones, la prevención de incendios y su control.

Aspectos laborales en la operación del campamento de construcción

- Los baños, cocina, comedor, enfermería y demás instalaciones del campamento de construcción deben cumplir con el Código del Trabajo paraguayo y con los estándares establecidos en el documento *Workers Accomodation: Process and Standards* del CFI. Alojamientos hoteleros y apartamentos de Asunción o Villeta alquilados para alojar los trabajadores no residentes en la región también deben cumplir estas especificaciones.
- Cualquier área de trabajo en el campamento debe tener acceso a los baños (con un inodoro y lavatorio) dentro de los 100 metros, separados por género.
- La temperatura en las instalaciones del campamento deberá estar en el alrededor de 20ºC, con adecuada ventilación.
- El comedor y áreas administrativas contarán con mosquiteros tratados con repelente de insectos en todas las ventanas y entradas principales.
- Se ejecutarán procedimientos especiales de limpieza (fumigación o similar), cuando se considere necesario, usando productos permitidos por ley. No se utilizarán productos prohibidos internacionalmente y se cumplirán los requisitos de la ND 3 de la CFI (párrafos 14 a 17).
- Los dispositivos de prevención de incendios deben instalarse en todas las áreas del campamento, en puntos donde puedan alcanzarse rápidamente.
- Los generadores de energía serán instalados tan lejos como sea posible del comedor y áreas administrativas y serán cercados con barreras contra ruido, de ser necesario, para cumplir con los límites de ruido establecidos.
- El campamento será cercado y contará con una entrada principal restringida con registros de control y acceso.

Requisitos mínimos que deberán incluirse en las normas de operación del campamento

- Las horas de llegada y salida serán determinadas por los Contratistas, en mutuo acuerdo con ATOME. Las horas de trabajo estarán acordes al Código Laboral nacional.
- Todos los trabajadores de los Contratistas y subcontratistas utilizarán una credencial de identificación y uniformes en buen estado siempre que estén en el campamento o frente de trabajo.
- El Código de Conducta del Proyecto será distribuido entre todos los trabajadores por escrito y en capacitaciones y tendrá fuerza contractual, y no se permitirá cualquier conducta que

ATOME PLC

infrinja dicho código. El incumplimiento de Código de Conducta podrá resultar en sanciones a depender de la gravedad de la violación, incluyendo recisión contractual o incluso activación de la policía.

- No se permite la crianza de animales domésticos en el campamento de construcción.
- En el control de plagas se utilizarán productos permitidos por ley, de baja toxicidad para los humanos, con el fin de evitar que las enfermedades se propaguen en el campamento de construcción. No se utilizarán productos prohibidos internacionalmente y se cumplirán los requisitos de la ND 3 de la CFI (párrafos 14 a 17).
- Se fomentará el uso consciente y económico del agua y la energía.

5.8. Gestión de residuos sólidos

- Las estrategias de gestión de residuos estarán basadas en la siguiente jerarquía: prevención y minimización, clasificación y reutilización, y tratamiento y eliminación de acuerdo con las leyes relevantes y las buenas prácticas.
- Se limpiará toda la basura y desperdicios generales de todas las áreas de trabajo diariamente.
- Todos los residuos generados en los frentes de trabajo y campamento de construcción se enviarán para su clasificación según el Art. 8º del Decreto Nº 7391/2017 en la Central de residuos del campamento, donde se empaquetarán y almacenarán, excepto los residuos orgánicos y los residuos comunes no reciclables, que se enviarán directamente a un relleno sanitario. En la Central de residuos, los residuos se depositarán en colectores identificados por colores, como se indica a continuación:
  - Marrón: Residuos orgánicos;
  - Negro: Madera;
  - Rojo: Plásticos reciclables limpios;
  - Amarillo: Chatarra metálica;
  - Azul: Papel y cartón limpios;
  - Verde: Vidrio limpio;
  - Naranja: Material contaminado (residuos peligrosos);
  - Blanco: Residuos de servicios de salud, de la enfermería;
  - Gris: Residuos generales no reciclables o mezclados.
- En el área se trabaja con EMAASA, quienes recolectan y disponen los residuos en un relleno sanitario en la ciudad de Villa Hayes.
- Las condiciones de almacenamiento en la Central de residuos dependerán de las características de los residuos. Algunos residuos podrán simplemente ser apilados en el suelo, mientras que otros estarán en contenedores cubiertos, instalados dentro de áreas impermeables con contención secundaria. La Central de residuos estará cercada y sólo se permitirá el ingreso a personal autorizado y debidamente capacitado.
- Los materiales no inertes, como madera, vidrio, plásticos, acero y metales, serán reciclados en la medida de lo posible, y si el reciclaje no es posible, entonces los residuos serán destinados al relleno sanitario.
- Los residuos reciclables podrán ser donados a ONGs de propósitos sociales o vendidos a compañías autorizadas.
- Agregados de construcción contaminados serán considerados residuos peligrosos y deberán ser destinados como tal.
- Los residuos de pintura, lubricantes y aceites serán clasificados como residuos peligrosos, y se impondrán controles especiales para regular su almacenamiento, etiquetado, transporte

ATOME PLC

y eliminación. Todos los envases vacíos de productos químicos y los residuos del taller de mantenimiento sucios de aceite y grasa también serán considerados residuos peligrosos, al igual que los suelos contaminados.

- El lodo de la fosa séptica también será tratado como residuo peligroso.
- Todos los residuos peligrosos serán almacenados con contención secundaria de acuerdo con el procedimiento de Manejo de Materiales Peligrosos (**Sección 5.9**).
- Los residuos peligrosos serán almacenados en el campamento de construcción, en área cubierta, impermeabilizada y cerrada.
- Las lámparas usadas deberán estar separadas de los demás residuos.
- El transporte de residuos peligrosos requerirá la contratación de un proveedor de servicios de residuos sólidos, registrado y autorizado. Esta compañía debe contar con vehículos apropiados y personal capacitado para este tipo de servicio, además del equipo necesario en caso de posibles emergencias. La compañía debe tener los permisos y licencias necesarios para la recolección y transporte de dichos residuos y deberá llevar en todo momento el documento de habilitación.
- Los residuos peligrosos serán destinados a relleno industrial o a empresas debidamente autorizadas para su tratamiento.
- Los residuos ordinarios no orgánicos y no reciclables (platos de plástico, envases y cubiertos con restos de comida, servilletas, papel higiénico) se eliminarán en el relleno sanitario.
- Los aceites de motor y lubricantes usados serán almacenados en tambores debidamente sellados, en área separada e identificada de la Central de Residuos, la cual debe contener un tanque secundario de contención en caso de derrame o fuga de aceite. Una compañía recicladora y/o de disposición de residuos autorizada recolectará el aceite regularmente. Se adoptará el mismo procedimiento para el aceite y grasa retirados de las trampas para grasa.
- Se colocarán tambores con tapas en todos los frentes de construcción. Los trabajadores recibirán capacitación en la clasificación de residuos y los echarán en los depósitos de clasificación en la Central de Residuos.
- No se permitirá la acumulación de residuos en los frentes de construcción. Los mismos serán transportados a la Central de Residuos con la frecuencia necesaria.
- Los Contratistas mantendrán registros detallados de todos los residuos generados por tipo e ingresados en la Central de Residuos, y de todos los residuos enviados a los recicladores/transportadores autorizados. Los manifiestos de carga constituirán evidencia del envío de los residuos a los gestores de residuos autorizados.
- No se permitirá la quema de residuos en ningún sitio del proyecto.

5.9. Manejo de materiales peligrosos

- Se deberá realizar una evaluación continua del nivel de riesgo que representan la gestión de los materiales peligrosos utilizados en la obra. La evaluación deberá considerar: i) Nombre y descripción del material, ii) Clasificación, iii) Cantidad máxima admisible, iv) Cantidad utilizada al mes, v) Características que hacen al material peligroso, vi) Estudio de posibles escenarios de vertidos y escapes utilizando estadísticas disponibles para la industria, vii) Estudio de la posibilidad de que se produzcan reacciones no controladas como incendios y explosiones, viii) Estudio de las posibles consecuencias en función de las características físicas y geográficas del emplazamiento del proyecto. La evaluación será llevada a cabo a través de metodologías aceptadas como HAZOP y HAZID, los cuales constituyen estudios a ser realizados para el Proyecto.

ATOME PLC

- Se prepararán procedimientos estándar de operación escritos para llenar contenedores, equipos, tanques, así como para las operaciones de transporte.
- Se prepararán procedimientos estándar escritos para el manejo de estructuras de contención secundaria, concretamente la eliminación de fluidos acumulados, tales como aguas pluviales, o derrames en la estructura de contención.
- Los operadores de máquinas y equipos recibirán capacitación en prevención de derrames / fugas y respuesta ante contingencias.
- Todas las áreas de almacenamiento de combustible, lubricantes y productos químicos o peligrosos serán cubiertas e impermeables, y contarán con tanques secundarios de contención en caso de derrames / fugas. La capacidad de contención secundaria siempre será al menos un 20% mayor que la capacidad del contenedor más grande dentro del área.
- Los productos químicos, combustibles y aceites lubricantes se almacenarán en el campamento, deberá existir un área específica debidamente señalizada para el efecto. En los frentes de trabajo solo se dejará una cantidad razonable para su uso inmediato.
- El repostaje de vehículos y equipos debe realizarse preferiblemente en camión o utilizando contenedores apropiados.
- Los equipos fijos o móviles (generadores, compresores u otros) que usan combustibles u otros productos peligrosos, siempre tendrán una bandeja para contención de fugas.
- No se permitirán cambios de aceite o actividades de mantenimiento de vehículos fuera del taller del campamento, excepto cuando sea inevitable. El lavado de vehículos y equipos también estará restringido a la rampa de lavado de vehículos designada en el campamento.
- La rampa y otras áreas del taller para servicios de mantenimiento de equipos tendrán cubierta y piso impermeable con canal perimetral para recoger los líquidos derramados. También se proporcionará una caja con sifón para la separación de agua y aceite, con la posterior eliminación de aceite a través de camiones de succión o dispositivos apropiados, para su posterior destinación a refinación o eliminación final adecuada.
- En caso de reparo de equipos / vehículos fuera del taller, se proporcionarán dispositivos de retención de fugas provisionales, incluso rústicos, para evitar la contaminación del suelo.
- Los materiales peligrosos sólo serán utilizados de acuerdo con las instrucciones indicadas en una Ficha de Datos de Seguridad que estará disponible en todas las áreas de almacenamiento de productos peligrosos y en los frentes de construcción cuando se esté utilizando productos peligrosos.
- Los productos químicos serán almacenados de preferencia sobre pallets de madera y mantenidos al menos a 1 metro de las paredes del depósito. Las limitaciones de apilamiento cumplirán las indicaciones de los fabricantes. Se verificará la compatibilidad entre productos y todo producto que pueda reaccionar químicamente en caso de mezcla será almacenado a distancia. El espacio entre los contenedores de productos debe permitir, en caso de filtración, la identificación del contenedor con la filtración sin necesidad de tocar o maniobrar ningún objeto.
- Los sitios de almacenamiento serán marcados y/o identificados apropiadamente.
- Se colocarán extintores para incendio apropiados en todas las áreas de almacenamiento de productos peligrosos.
- No se efectuarán reparaciones en el almacén de productos químicos a menos que se hayan retirado todos los materiales explosivos y/o inflamables.
- No se permitirá fuego abierto, fumar, ni ningún tipo de calor localizado cerca de áreas de almacenamiento de químicos/productos peligrosos.
- La mezcla de químicos se hará fuera de las áreas de almacenamiento.

ATOME PLC

- Se implementará un programa de inspección de los contenedores de almacenamiento y sistemas de contención para verificar que no haya oxidación, corrosión, grietas o filtración.
- Se mantendrá un registro de productos químicos.
- Cilindros de gas serán almacenados lejos de fuentes directas de calor localizado o inflamables. Cilindros de gas vacíos se almacenarán con las válvulas cerradas y siempre tendrán tapas de seguridad, asimismo, no estarán expuestos a ninguna luz directa. No deberá levantarse los cilindros de gas por la tapa de la válvula. Se utilizará carretillas para transportar los cilindros de gas desde y hacia las áreas de almacenamiento.

5.10. Control de tráfico de construcción

- Todos los conductores de vehículos del Proyecto cumplirán con los requisitos paraguayos de conducción de vehículos.
- Los contratistas deberán exigir un "curso de conducción defensiva" a todos los trabajadores y conductores.
- No se utilizarán vehículos de transporte del proyecto para transportar residentes locales, excepto en el caso de emergencias médicas.
- No se utilizarán vehículos de transporte del Proyecto para transportar más pasajeros que su carga máxima estimada.
- En la Ruta Nacional PY19 u otros accesos usados por los vehículos de los Contratistas y subcontratistas, si es necesario o a pedido de la comunidad, se instalarán reductores de velocidad, con las señales apropiadas, de acuerdo con la legislación de tránsito de Paraguay.
- Durante la estación seca, se humedecerán los accesos internos de las obras para controlar la emisión de polvo.
- A todos los conductores de vehículos de construcción se les indicará que usen solo las rutas previstas para el Proyecto, que observen los límites de velocidad estipulados y que sigan estrictamente las instrucciones en las señales.
- Todos los vehículos de construcción tendrán un tacógrafo y radio, y estarán en contacto constante con el control logístico en el campamento de construcción. Todos los viajes se registrarán en la forma apropiada al comienzo del viaje, indicando el destino, la ruta y la hora estimada de llegada.
- Todos los vehículos de construcción operarán bajo condiciones óptimas de mantenimiento y seguridad. El Equipo Ambiental del Contratista requerirá la eliminación de vehículos o equipos que presenten una generación excesiva de ruido, emisión de humo negro o fugas de aceite.
- En coordinación con la municipalidad y la Dirección de Vialidad, se instalará señalización en la zona de entrada o próxima a la entrada al sitio de obras, en donde las actividades del Proyecto pueden afectar el flujo normal vehicular.
- Si ocurre un accidente dentro del sitio del proyecto, todo el tráfico será interrumpido. Si es necesario, se brindarán primeros auxilios y se llamará a asistencia médica. En caso de lesiones graves que pongan en peligro la vida, se llamará a una ambulancia en el lugar del accidente, además de la policía. Cualquier colisión de tráfico que resulte en lesiones que no pongan en peligro la vida se informará de inmediato a la policía.
- Los vehículos malogrados o involucrados en colisiones menores sin víctimas lesionadas, siempre y cuando fueren en la entrada al sitio de obras, serán conducidos provisionalmente lo más pronto posible al costado de la pista después de observar los detalles del sitio de la colisión. Los detalles de todos los incidentes serán notificados a la policía. Todos los vehículos, maquinaria y equipos pesados cumplirán los estándares de ruido de acuerdo con

ATOME PLC

el procedimiento de Gestión de Ruido (**Sección 5.5**), y estarán equipados con silenciadores de ser necesario. Todo accidente ocurrido en la carretera u otras vías públicas será responsabilidad de las autoridades nacionales.

- Como medida para evitar el atropellamiento de animales silvestres, se instalará, en coordinación con la municipalidad y la Dirección de Vialidad, señalización de advertencia y educación ambiental en la zona de acceso al sitio de obras (a evaluar previamente, teniendo en cuenta dónde existe mayor riesgo, como el paso por zonas de gran concentración de vegetación nativa en los márgenes de la vía, cruces de cursos de agua, etc.). Esta señalización irá dirigida tanto a los trabajadores de la obra como a los usuarios de la carretera. Aunque esta señalización estará colocada durante la construcción, se mantendrá una vez finalizadas las obras y se incorporará a la señalización normal de las carreteras. Las señales podrán contener frases como las siguientes: "Respete el límite de velocidad"; "Tenga cuidado al conducir durante las horas crepusculares, cuando los animales están más activos"; "Reduzca la velocidad al conducir cerca de cursos de agua".
- Se realizará el mantenimiento periódico de vehículos, maquinaria y equipo para asegurar buena sincronización y calibración. Las emisiones serán monitoreadas visualmente (Ringelmann) y todo vehículo que genere emisiones en exceso será retirado para mantenimiento. Las emisiones para vehículos y equipo de gran tamaño serán medidas anualmente.
- La movilización de equipo o maquinaria como retroexcavadoras o tractores de orugas por vías principales o secundarias se realizará mediante camiones de plataforma baja.
- Se evitará la sobrecarga de camiones durante la movilización de maquinaria y equipo. Son excepciones las cargas sobredimensionadas ya indicadas en la **Tabla 2.3.6.d**. Cuando esto no sea posible, debido a la forma o dimensiones de la carga, se colocará la señalización correspondiente, indicando si la carga es larga, pesada o ancha. Cuando se requiera, se solicitará una autorización de la autoridad correspondiente.
- Se implementará señalización temporal adecuada para el lanzamiento de los cables en el punto de cruce de la carretera. Este procedimiento se realizará solo una vez y durante unas pocas horas.
- Se coordinará con la municipalidad y la Dirección de Vialidad y se obtendrán los permisos necesarios antes de las actividades de lanzamiento de los cables.
- Los volquetes que transporten materiales de construcción, tierra de excavación excedente, vegetación desbrozada y residuos sólidos o escombros estarán cubiertos por lonas o telas alquitranadas de modo que el material esté protegido desde el origen hasta el destino final.
- Se establecerá un límite de 25 km/hora como la velocidad máxima, o una velocidad más baja a ser determinada por el Contratista, para circulación vehicular en las áreas adyacentes a la entrada al sitio de obras, la entrada y caminos internos. Los límites de velocidad en otras calles o rutas constituirán aquellos límites de cada vía definidos por las autoridades nacionales.
- El daño o deterioro de vías públicas será comunicada al Equipo de Gestión SSMA de ATOME oportunamente y procesada mediante el mecanismo de manejo de reclamos del **P.03 – Programa de Participación de las Partes Interesadas**.
- Los Contratistas obtendrán la aprobación previa de las autoridades locales para la señalización y casos de necesidad de cerrar o restringir el acceso a cualquier carretera o calle urbana y para transportes de cargas sobredimensionadas.
- Antes de que las obras comiencen, los Contratistas deben informar al Equipo de Gestión SSMA de ATOME el volumen esperado de tráfico de vehículos de obra y las rutas a ser utilizadas.

ATOME PLC

5.11. Promoción y desarrollo de proveedores locales

A través de esta medida, se pretende maximizar la compra de insumos y contratación de servicios para las obras y operación del Proyecto de proveedores locales, contribuyendo a dinamizar la economía del área de influencia del Proyecto.

Identificación y difusión de las demandas que pueden ser suministradas localmente

Antes de iniciar las obras, los Contratistas identificarán los materiales, insumos y servicios que puedan ser suministrados localmente. Las empresas proveedoras de insumos y servicios utilizados en la obra deberán contar con licencia ambiental.

La siguiente es una lista ilustrativa de bienes y servicios que pueden estar sujetos a esta medida:

- Servicios de construcción:
  - Construcción de obra civil en mampostería convencional;
  - Ejecución de pilotes;
  - Suministro de hormigón;
  - Suministro de materiales de construcción (piedra/grava triturada, arena, arcilla, cemento, ladrillos, tejas, etc.);
  - Suministro de grilletes para excavaciones;
  - Suministro de material eléctrico;
  - Suministro de material hidráulico.

- Servicios de comercialización/distribución:
  - Suministros de material de papelería/oficina;
  - Combustibles;
  - Gas;
  - Material de limpieza;
  - Productos alimenticios.

- Servicios operativos:
  - Servicios de alojamiento;
  - Servicios de transporte;
  - Servicios sanitarios, incluida la atención hospitalaria;
  - Servicios de vigilancia patrimonial;
  - Servicios de talleres mecánicos y eléctricos;
  - Servicios de fabricación de maquinaria y piezas;
  - Servicios de alimentación;
  - Servicios de camiones cisterna;
  - Servicios de recolección y destinación de efluentes y lodos;
  - Servicios de limpieza;
  - Empresas de residuos reciclables;
  - Servicios de eliminación de residuos especiales y contaminados.

ATOME PLC

La divulgación de la lista de insumos y servicios con posibilidad de contratación local se hará con el apoyo del P.03 - Programa de Participación de las Partes Interesadas. Las listas serán distribuidas en la municipalidad, en grandes establecimientos comerciales, entre otros lugares.

Para contribuir a la identificación de posibles proveedores para el proyecto, en el **Anexo 15** se incluyen listados con industrias y comercios registrados en Villeta.

Los bienes y servicios que se adquirirán localmente se definirán y enumerarán en un documento formal (Lista de adquisiciones locales), que constituirá el objetivo inicial del programa. Inicialmente, las cantidades/volúmenes destacados para la adquisición/contratación pueden representar sólo una parte del consumo total previsto para el Proyecto. Sin embargo, la contratación local de la demanda total de estos bienes y servicios se establece como objetivo a medio plazo de la medida.

Los Contratistas desarrollarán criterios de selección y contratación de proveedores locales. Durante la construcción, ATOME verificará el cumplimiento de estos criterios.

ATOME PLC

Registro de las empresas locales existentes con potencial para suministrar los bienes y servicios al Proyecto

La evaluación de las empresas y proveedores locales será una actividad continua de la medida.

Se creará un Registro Unificado de Proveedores Locales, en el que se inscribirán las empresas locales identificadas con potencial para suministrar cualquier artículo de la Lista de adquisiciones locales. El Registro recogerá principalmente información sobre capacidad técnica (recursos humanos, maquinaria y equipos, instalaciones, capacidad de producción, entre otros aspectos), situación financiera y mercado (clientes, distribución geográfica).

Definición del procedimiento de selección y contratación de proveedores locales

El proceso de selección de potenciales proveedores locales de bienes y servicios se iniciará con el ajuste de los parámetros básicos de contratación y posterior anuncio de la intención de adquisición, realizado con el apoyo del P.03.
Los proveedores deberán presentar su regularidad jurídica y cumplir con los parámetros básicos de contratación en relación a los bienes y servicios a ser adquiridos, incluyendo calidad adecuada, disponibilidad y cantidad necesarias, y precios competitivos.

Divulgación periódica de la Lista de adquisiciones locales

Con el apoyo del equipo del P.03, se difundirán cuatrimestralmente los contratos de suministro local ofertados y la Lista de adquisiciones locales actualizada. El equipo responsable de la medida se organizará para responder a las consultas de potenciales interesados, recibidas a través de los canales ofrecidos en el P.03.

5.12. Recuperación de áreas degradadas por las obras

- Toda la infraestructura del campamento de construcción será desmantelada al final de las obras, y su estado final dependerá del uso previsto del área (zona ajardinada u otra instalación prevista en el proyecto).

- Todas las áreas utilizadas para el almacenamiento de productos químicos u otros productos peligrosos, así como el área de lavado de maquinaria y equipo, serán inspeccionadas para verificación de contaminación. Si es necesario, la tierra contaminada será removida y tratada.
- Todos los escombros, materiales contaminados y otros residuos como hormigón, madera, revestimiento, plásticos, equipos y herramientas en general serán retirados de las áreas a recuperar. Todos los residuos derivados de las actividades de limpieza y demolición se enviarán a relleno sanitario u otros locales de eliminación final apropiados y que tengan todos los permisos y autorizaciones pertinentes.
- Se llevará a cabo la limpieza del sistema de drenaje en todos los frentes de construcción.
- Se llevará a cabo la inspección final de la fosa séptica y su desactivación mediante limpieza, desinfección con utilización de cal y llenado con material firme para la estabilización del suelo.
- Las áreas directamente afectadas por excavaciones y movimientos de tierra y que no serán ocupadas por instalaciones definitivas de la Planta, recibirán protección de superficie contra la lluvia y la escorrentía. Las actividades de protección de superficies pueden incluir la aplicación de suelo vegetal y la siembra de césped y / u otras plantas nativas, principalmente aquellas propias del lugar. La protección proporcionada por la vegetación plantada debe ser suficiente para proteger el suelo contra los agentes climáticos y minimizar la pérdida de suelo a través de la erosión. La verificación del éxito de las actividades de restauración de la cobertura vegetal, en las zonas que competen según el diseño del Proyecto, se realizará hasta su completa consolidación.
- Serán recuperados los tramos de carreteras existentes que han sido dañados por las obras. Estas secciones volverán a las condiciones normales, compatibles con su situación antes del inicio de los trabajos. Se eliminará la señalización de construcción, reinstalando o restaurando la señalización normal cuando corresponda.
- Se realizará la arborización perimetral del terreno de ATOME de manera a atenuar el impacto visual y servir como barrera entre la/s propiedad/es vecinas.

La desmovilización de los frentes de construcción y la recuperación de áreas degradadas serán supervisadas por el Equipo de Supervisión de ATOME, como parte del **P.02 – Programa de Gestión Ambiental y Social**.

ATOME PLC

6. Indicadores de Efectividad

Se proponen los siguientes indicadores para el seguimiento de la implementación de este Plan:

- Número de dispositivos de drenaje implantados en relación con el total de áreas de riesgo de erosión mapeadas en la obra;
- Áreas de suelo expuesto recuperadas en relación al total de áreas de suelo expuesto en las obras;
- Evidencia del mantenimiento periódico de vehículos y equipos;
- Evidencia de disponibilidad de kits de emergencia para derrames en todos los locales con riesgo de contaminación;
- Evidencia de instalación de tanques secundarios de contención en áreas de almacenamiento de combustibles, lubricantes, químicos u otros productos peligrosos;
- Evidencia de instalación de tanque secundario de contención de fugas en todos los equipos que utilizan combustible o aceite;

- Cantidad de trabajadores capacitados/entrenados para prevención y actuación en situaciones de fugas y derrames de materiales peligrosos en relación al total de trabajadores contratados;
- Certificado de destino final de lodos de tanque séptico o baños portátiles;
- Número de muestras de efluente de caja separadora de agua y aceite que cumplen los límites de la Resolución Nº 022/2012 en relación al total de muestras realizadas;
- Evidencia de la estabilización con cal de los tanques sépticos a ser desmovilizados;
- Inventarios periódicos de los tipos de residuos generados en los frentes de trabajo y campamento de construcción y manifiestos de transporte de residuos;
- Cantidad de residuos sólidos destinados en relación con el total de residuos generados;
- Número de quejas relacionadas con el tráfico de obras registradas a través del Mecanismo de Manejo de Reclamos del P.03;
- Número de accidentes relacionados con vehículos de construcción;
- Número de áreas recuperadas en relación al total de áreas degradadas por las obras;
- Evidencia de instalación de dispositivos de prevención y combate a incendios;
- Evidencia del monitoreo de emisiones de humo negro en la periodicidad requerida y número de vehículos y equipo monitoreados en relación con el total;
- Resultados de monitoreo de nivel de polvo;
- Número de equipos que cumplen los límites de emisiones de humo negro en relación con el total de mediciones realizadas;
- Evidencia del monitoreo de combustible consumido por fuentes fijas y número de equipos monitoreados en relación con el total;
- Número de equipos que cumplen los límites de emisiones de fuentes fijas establecidos por la Ordenanza Municipal Nº 18/18 en relación con el total de mediciones realizadas;
- Niveles de ruido ambiental registrados en el sitio de obras y en la propiedad del vecino; Número de quejas relacionadas con el ruido de obras registradas a través del Mecanismo de Manejo de Reclamos del P.03 así como reclamos de otras naturalezas tales como número de quejas de los residentes vecinos debido a incomodidades relacionadas con la construcción (polvo, vibraciones, tráfico o conducta de los trabajadores);
- Evidencia del monitoreo de potabilidad del agua en la periodicidad definida y cantidad de muestras realizadas (si el agua fuere proveída por el Contratista) o facturas de compra de agua potable embotellada;
- Número de muestras que cumplen los límites de potabilidad establecidos por la legislación en relación al total de muestreos realizados (si el agua fuere proveída por el Contratista);
- Demostración de la regularidad ambiental del campamento de construcción y otras áreas de apoyo;
- Evidencias de arborización perimetral;
- Número de no conformidades (NC) registradas a través del Programa de Gestión Ambiental y Social (P.02);
- Número de no conformidades (NC) corregidas dentro del plazo establecido;

ATOME PLC

7. Reportes

Los Contratistas prepararán informes mensuales con los documentos, información y evidencias de adopción de todas las medidas y procedimientos de control ambiental contenidos en este Programa, incluyendo resultados de los monitoreos. El informe contendrá lo siguiente:

- Control de la contaminación del aire:
  - evidencias del control de emisión de polvo;
  - evidencias de medición de emisiones de vehículos;
  - evidencias del mantenimiento preventivo y correctivo para reducir la emisión de humo negro;
  - resultados del monitoreo de combustible consumido y cálculo de emisiones de CO_2 de fuentes fijas.
- Control de la contaminación del suelo y del agua:
  - cuantificación y evidencia de la implementación y mantenimiento de equipos de control de la contaminación del suelo y el agua, tales como fosa séptica, sistemas de separación de agua y aceite, caja de separación de grasa;
  - Evidencia de medidas tomadas en caso de derrames con contaminación del suelo;
  - Resultados del monitoreo de la potabilidad del agua (si el agua fuere proveída por el Contratista) o facturas de compra de agua potable embotellada.
- Gestión de residuos sólidos: inventarios de residuos y cuantificación y pruebas de recogida, segregación, almacenamiento, manifiestos de transporte y eliminación de residuos.
- Regularidad ambiental: permisos de operación, licencias ambientales bajo la responsabilidad de los Contratistas.
- Registro de acciones de mantenimiento de accesos e información sobre el estado de conservación de calles y carreteras utilizadas por los vehículos de obras, hasta la terminación efectiva de su uso.
- Resumen del progreso de las actividades de construcción, destacando las actividades de mayor interés para el control ambiental;
- Datos relacionados con las actividades de contratación de trabajadores locales y capacitación de trabajadores para el **P.05 - Programa de Gestión del Trabajo y Condiciones Laborales**, indicando:
  - Número de trabajadores contratados, especificando el porcentaje de contratación local;
  - Número de trabajadoras mujeres y otras minorías sexuales contratadas, en relación al total de contrataciones;
  - Registros y evidencia de capacitación brindada a los trabajadores contratados (lista de presencia, registro fotográfico, entre otros);
- Datos relacionados con el entrenamiento de trabajadores, para el P.05:
  - Número de trabajadores capacitados/entrenados para prevención y actuación en situaciones de fugas y derrames de productos peligrosos;
  - Cantidad de trabajadores entrenados en los módulos de educación ambiental y social en relación al total de trabajadores contratados;
  - Cantidad de trabajadores entrenados en relación al contenido del Código de Conducta.
- Registros de actividades de recuperación de áreas degradadas;
- Registros de las quejas/sugerencias recibidas a través del mecanismo de quejas específico de los Contratistas y las respuestas a las mismas, para el P.03;
- Número de accidentes, investigaciones y acciones correctivas;

ATOME PLC

- Registro de medidas de control de supresión de vegetación, indicando:
  - Licencias de motosierras;
  - Registros y evidencia de capacitación de operadores de motosierra;
  - Resumen del progreso de las actividades de supresión de vegetación y destino de la madera.

8. Cronograma de Ejecución

El Programa de Control Ambiental de la Construcción será implementado durante toda la fase de obras y montaje del Proyecto.

La periodicidad de los monitoreos está indicada en cada una de las medidas de la **Sección 5.0**.

P.02 – Programa de Gestión Ambiental y Social de la Fase de Construcción

1. Justificación del Programa

La ejecución del Proyecto requiere la implementación de medidas para evitar y/o minimizar los posibles impactos físicos, bióticos y socioeconómicos derivados de su implementación.

El Programa de Gestión Ambiental y Social (P.02) será una herramienta para que ATOME tenga control total sobre las actividades realizadas por los Contratistas, subcontratistas y proveedores durante la fase de construcción, siguiendo el cronograma de obras y la implementación de medidas de prevención, mitigación y control establecidas en el PGAS.

También se justifica por la necesidad de mitigar y/o compensar los impactos derivados del establecimiento de la franja de servidumbre.

2. Objetivos Principales

El objetivo principal del Programa de Gestión Ambiental y Social es garantizar la calidad ambiental y social del área de inserción del Proyecto, a través de la gestión integrada de todos los Programas del PGAS y las acciones propuestas para la prevención, mitigación, control y compensación de los impactos ambientales y sociales para la fase de construcción y montaje.

Además, el Programa tiene los siguientes objetivos específicos:

- Asegurar que todas las actividades de construcción, incluyendo obras civiles y montaje, se realicen de acuerdo con las mejores prácticas de control ambiental y social;
- Asegurar que las obras se inicien solo después de que se hayan obtenido todas las licencias y permisos necesarios;
- Monitorear el progreso de todos los Programas del PGAS y proponer ajustes y/o mejoras a las medidas ambientales, sociales y de salud y seguridad según sea necesario durante la construcción;
- Asegurar que se encuentre disponible evidencia documental de la implementación adecuada de cada compromiso ambiental, social y de salud y seguridad;
- Asegurar la divulgación y la comprensión correcta de todos los compromisos y/o medidas de control ambiental y social relevantes con los responsables directos e indirectos del

ATOME PLC

proceso de construcción y montaje de la Planta, LT y infraestructuras de provisión de agua y vertido de efluentes;

- Monitorear y gestionar los impactos y/o riesgos ambientales y sociales y controlar las acciones o actividades que generan estos impactos y riesgos;
- Asegurar que cualquier cambio en el Proyecto tenga en cuenta los aspectos e impactos ambientales, sociales y de salud y seguridad;
- Evitar o minimizar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) relacionadas con el proyecto;
- Coordinar el proceso de interacción con el Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES) y otras instituciones con respecto a los aspectos ambientales y sociales del Proyecto y con la sociedad civil en general;
- Garantizar el pleno cumplimiento de todos los requisitos establecidos por el MADES;
- Catastrar la propiedad, las mejoras y los tipos de uso del suelo interceptados por la franja de servidumbre, informar al propietario afectado sobre los criterios y procedimientos adoptados para la indemnización y restricciones de uso del suelo, e instituir la franja de servidumbre.

3. Legislación Aplicable

Se aplica toda la legislación paraguaya relacionada con el proceso de licenciamiento ambiental, según lo establecido en la **Sección 4.1** de este EIAS, y toda legislación específica asociada con cada Programa de este PGAS que será coordinado a través de este Programa P.02.

De la legislación aplicable, se destaca la Resolución N° 201/2015, que establece la necesidad de presentar periódicamente Informes de Auditoría de cumplimiento del Plan de Gestión Ambiental a la Dirección General de Control de la Calidad Ambiental y de los Recursos Naturales (DGCCARN) de la Secretaría del Ambiente (SEAM). Para el Proyecto, la licencia ambiental establece una periodicidad anual para los Informes de Auditoría.

Se aplica también la Ley N° 6681/2020, que altera la Ley N° 976/1982. Según su Art. 1º, la zona de seguridad y servicio para las líneas de transmisión de 220,000 voltios es una distancia de 50 m, 25 m medidos a cada lado del eje. La Ley N° 966/1964, a su vez, establece que, tratándose de servidumbre en propiedad privada, se puede establecer la servidumbre de electroducto, que consistirá en el derecho de atravesar propiedades de terceros (Art. 76). El personal de la ANDE estará autorizado a acceder a la servidumbre de la LT para efectuar labores de construcción y mantenimiento, ya que esto está previsto en el acuerdo establecido entre ATOME y los afectados.

4. Responsabilidades

ATOME tendrá un Programa de Gestión Ambiental y Social (P.02) y contará con un equipo de profesionales de las áreas ambiental, social y de salud y seguridad, o contratará una empresa de consultoría especializada para la supervisión y el monitoreo ambiental de las obras.

Este equipo que formará ATOME será llamado Equipo de Gestión SSMA de ATOME en el transcurso de este PGAS.

Son responsabilidades del Equipo de Gestión SSMA de ATOME:

ATOME PLC

- En conjunto con los Contratistas y subcontratistas, diseñar estrategias y / o medidas que puedan mejorar el control sobre los aspectos ambientales, sociales y de salud y seguridad y contribuir a la mejora del desempeño social y ambiental de la construcción;
- Revisar y aprobar los Planes y Programas que formarán parte del Sistema de Gestión de Medio Ambiente, Salud y Seguridad de los Contratistas;
- Coordinar las relaciones con la población del área de influencia y otras partes interesadas, las medidas de prevención, mitigación, control y monitoreo apropiadas según lo especificado en el Programa de Control Ambiental de la Construcción y la gestión adecuada del sistema de manejo de consultas y reclamos;
- Realizar auditorías del desempeño ambiental, social y de salud y seguridad, incluyendo la requerida por la Resolución N° 201/2015, revisando más detalladamente la documentación relacionada, monitoreando los resultados de los Programas del PGAS bajo la responsabilidad de los Contratistas y verificando la idoneidad de la administración y el personal ambiental, social y de salud y seguridad;
- Asistir a las reuniones de planificación de la construcción según sea necesario para garantizar que los impactos y riesgos específicos asociados con actividades futuras se identifiquen adecuadamente y que la lista completa de medidas de mitigación y control aplicable se implemente de antemano;
- Realizar la supervisión de obras para verificar el cumplimiento, por parte de los Contratistas y subcontratistas, de todos los compromisos contenidos en el Programa de Control Ambiental de la Construcción (P.01);
- Organizar toda la documentación de supervisión ambiental, social y de salud y seguridad en una base de datos;
- Solicitar acciones correctivas cuando sea relevante y monitorear su implementación;
- Asegurarse de que los Contratistas produzcan la documentación adecuada de los impactos resultantes de las acciones de terceros según sea necesario para establecer claramente los límites de la responsabilidad de ATOME;
- Conocer la legislación ambiental, social y de salud y seguridad relacionada con el Proyecto;
- Monitorear el cronograma general de construcción, identificando cualquier permiso o autorización necesaria del MADES u otra institución;
- Participar en inspecciones y reuniones con las autoridades gubernamentales responsables de los problemas ambientales, sociales y de salud y seguridad y atender las solicitudes de las autoridades con respecto al proceso de construcción;
- Realizar las estimaciones de las emisiones de GEI para las fases de construcción (con aportes de los Contratistas) y de operación del Proyecto, utilizando metodologías reconocidas internacionalmente;
- Preparar informes simplificados de cumplimiento ambiental, social y de salud y seguridad, documentando el progreso de las obras,
- Supervisar la implementación de los Programas y medidas del PGAS que son responsabilidad de los Contratistas y las medidas ejecutadas por equipos de expertos contratados.

5. Metodología de Implementación

5.1. Organización y equipo

Como ya se ha mencionado, para la supervisión ambiental, social y de salud y seguridad en la construcción, ATOME tendrá su propio Equipo de Gestión SSMA o contratará una empresa de consultoría especializada para esta función.

ATOME PLC

El Equipo de Gestión SSMA de ATOME supervisará a los contratistas y subcontratistas involucrados en la construcción del Proyecto, verificando el cumplimiento, solicitando medidas correctivas y ayudando a diseñar estrategias y soluciones técnicas apropiadas para controlar los impactos y riesgos ambientales, sociales y de SST, incluidos los no previstos inicialmente.

5.2. Supervisión de la construcción

Los profesionales del Equipo de Gestión SSMA de ATOME responsables de la supervisión de obras, llevarán a cabo inspecciones en los frentes de trabajo para comprobar el cumplimiento, por parte de los Contratistas y subcontratistas, de todos los compromisos contenidos en el Programa de Control Ambiental de la Construcción (P.01). Además, verificará el cumplimiento del monitoreo de parámetros de calidad ambiental afectados por la construcción (calidad del agua, calidad del aire, ruido ambiental, efluentes, emisiones atmosféricas) y que se cumplan con los estándares aplicables del Proyecto y / o los niveles de impacto esperados.

Esto ocurrirá mediante inspecciones sistemáticas de las actividades de construcción y revisión de la documentación ambiental, social y de salud y seguridad asociada, que incluye no solo el trabajo de los Contratistas, sino también aquellos dentro del alcance contractual de subcontratistas y proveedores clave.

Las inspecciones de rutina se centrarán en:

- Verificación del cumplimiento de todos los componentes del Programa de Control Ambiental de la Construcción.
- Verificación del alcance e intensidad de los impactos ambientales y sociales inducidos por el Proyecto.

El Equipo de Supervisión de ATOME (propia o contratada) preparará listas de verificación de inspección detalladas de acuerdo con cada tipo de sitio o actividad del Proyecto. Las listas de verificación de desmovilización se desarrollarán durante las etapas finales de construcción. Los aspectos clave de la gestión ambiental y social de la construcción que serán verificados rutinariamente incluirán:

Principales procesos de construcción:

- Supresión de vegetación;
- Excavaciones y otros movimientos de tierra;
- Instalación de tuberías;
- Trabajos de hormigón y cemento;
- Obras civiles;
- Montaje de estructuras y equipos;
- Desmovilización, recuperación y recuperación.

Pautas generales para el control y gestión ambiental y social:

- Limpieza y organización general y prevención de la contaminación;
- Control de la erosión y escorrentía;
- Manejo de materiales peligrosos y gestión de derrames y otros tipos de contaminación;

ATOME PLC

- Gestión de residuos;
- Gestión de aguas y efluentes;
- Gestión de emisiones atmosféricas;
- Gestión de la calidad del aire;
- Gestión del ruido y vibraciones;
- Daños a propiedades de terceros;
- Gestión de tráfico;
- Incumplimiento de compromisos y manejo de expectativas de la comunidad (contratación de trabajadores y proveedores locales);
- Otros problemas que generen quejas de la comunidad.

Pautas de salud y seguridad que se abordarán:

- Uso adecuado del equipo de protección personal (EPP) y colectiva (EPC);
- Adopción de los Procedimientos de Trabajo Seguro (PTS) establecidos como parte del Plan Integral de Salud y Seguridad (PISS) del P.04;
- Seguridad de las actividades de movimiento de tierras;
- Seguridad de las obras civiles;
- Seguridad de las actividades de montaje;
- Control de tráfico;
- Señalización de seguridad;
- Características de respuesta a accidentes laborales;
- Manejo de no conformidades relacionadas a SST por parte de los Contratistas;
- Investigación de accidentes de los Contratistas;
- Estadísticas de accidentes.

5.3. Procedimiento de garantía de conformidad

Todas las infracciones de los compromisos establecidos en el Programa de Control Ambiental de la Construcción (P.01) se documentarán y desencadenarán una solicitud de acción correctiva. El Equipo de Supervisión de ATOME emitirá dos niveles de solicitudes de acciones correctivas:

- Observaciones sobre asuntos ambientales, sociales y de salud y seguridad;
- Notificación de no conformidad (NNC).

Las observaciones sobre asuntos ambientales, sociales y de salud y seguridad se emitirán para problemas menores que no resultan en ningún impacto material y pueden resolverse fácilmente. Las observaciones se consolidarán en una tabla de seguimiento, que contendrá especificaciones claras sobre el aspecto que falta, la ubicación del problema, las acciones correctivas recomendadas, la fecha límite de implementación y la persona responsable.

Las observaciones que ocurren repetidamente conducirán a la emisión de una Notificación de no conformidad (NNC). Lo mismo se aplica a las observaciones no resueltas dentro del tiempo estipulado. Se emitirán NNC por infracciones más significativas o aquellas que requieren una serie de acciones más complejas para resolver.

Las NNC se emitirán en un formato estándar y, cuando sea posible, incluirán documentación fotográfica. En todos los casos, indicará los elementos que faltan en la Lista de verificación de

ATOME PLC

inspección y la ubicación correspondiente en el proyecto. La codificación de NNC se basará en esta información. Las NNC que no tienen una ubicación específica recibirán un código especial.

Cuando sea relevante, las NNC diferenciarán dos tipos de acciones requeridas: acción inmediata y acción correctiva. La acción inmediata puede ser una solicitud de interrupción del trabajo o una limpieza de emergencia. La acción correctiva en algunos casos puede ser la presentación de un Plan de Acción Correctivo. Sin embargo, se anticipa que la mayoría de las NNC no requerirán la preparación del Plan de Acción Correctivo, con las medidas correctivas necesarias definidas en el momento de la acción. Como regla general, la NNC debe apuntar a problemas en lugar de soluciones, ya que la responsabilidad de la efectividad de la acción correctiva recae completamente en los Contratistas. La NNC también registrará los plazos para implementar las acciones correctivas solicitadas.

Los Planes de Acción Correctivos serán enviados por los Contratistas cuando la NNC indique su necesidad. Como ya se indicó, el Plan de Acción Correctivo se solicita de manera selectiva y debe incluir una descripción detallada de cualquier acción correctiva propuesta y el cronograma de implementación consistente con la fecha límite general establecida en la NNC. Esto también incluirá una descripción de la documentación que se presentará para demostrar el cumplimiento. Los Planes de Acción Correctivos serán aprobados por el Equipo de Supervisión de ATOME, que puede solicitar modificaciones o más detalles según corresponda.

Los formularios de cierre de NNC serán preparados por el Equipo de Supervisión para formalizar la aceptación de la acción correctiva tomada por los Contratistas (o subcontratistas) para remediar la NNC. Estos se basarán en la inspección de las acciones correctivas implementadas, que se activarán cuando los Contratistas notifiquen que la NNC se ha resuelto. Si se confirma el cierre, la fecha de la notificación de finalización del contratista se registrará en el formulario de cierra de la NNC.

ATOME PLC

5.4. Coordinación de Programas ambientales y sociales del PGAS

Para asegurar la correcta implementación de los Programas ambientales y sociales propuestos en el PGAS, con calidad técnica, el Equipo de Gestión SSMA de ATOME debe desarrollar una amplia gama de actividades.

El equipo gestionará la implementación de este Programa de Gestión Ambiental y Social (P.02) y de todos los otros Programas y medidas del PGAS a cargo de ATOME, incluyendo los siguientes:

- Programa de Participación de las Partes Interesadas (P.03);
- Plan de Acción de Biodiversidad – PAB (P.07);
- Medidas de Monitoreo de la Calidad Ambiental (Sección 5.7 del P.02).

El equipo de Gestión SSMA de ATOME también supervisará la implementación de los Programas y medidas del PGAS que son responsabilidad de los Contratistas, incluyendo:

- Programa de Control Ambiental de la Construcción (P.01);
- Programa de Salud y Seguridad Laboral en las Fases de Construcción y Operación (P.04);
- Programa de Gestión del Trabajo y Condiciones Laborales (P.05);
- Programa de Prevención de Impactos en la Flora y Fauna (P.08);

- Programas de Respuesta a Emergencias para las Fases de Construcción y Operación (P.06 y P.10);
- Medidas de gestión de residuos sólidos y productos peligrosos, monitoreo del efluente tratado, capacitación ambiental y social del equipo de O&M, control de olores y mantenimiento de la franja de servidumbre del Programa de Gestión Ambiental y Social de la Fase Operación (P.09);
- Programa de Conservación del Patrimonio Arqueológico y Cultural del ADA (P.11);
- Programa de Gestión del Transporte en la Fase de Operación (P.12).

Las actividades de coordinación de los Programas del PGAS se implementarán durante las fases de planificación, construcción y operación del Proyecto.

Para implementación de los Programas y medidas del PGAS que están a cargo de los Contratistas, cada un tendrá que formar un equipo SSMA propio, que será responsable de la implementación de las medidas, monitoreo y reporte del cumplimiento y desempeño a ATOME.

Para los Programas y medidas del PGAS que son responsabilidad de ATOME, su equipo de Gestión SSMA será responsable de la implementación, monitoreo, supervisión de obras y actividades de los Contratistas, evaluación de reportes y preparación de informes de auditoría y de cumplimiento y desempeño a las autoridades y entidades financiadoras.

Para implementar algunas medidas, como los monitoreos de calidad de agua, calidad del aire, ruido ambiental, y fauna y flora, puede ser necesario contratar empresas o equipos de expertos. Estos equipos deben satisfacer las necesidades de recursos humanos y materiales especificadas para cada programa ambiental y social incluido en cada contrato y se mantendrán durante el cronograma de implementación del respectivo programa/medida. Los equipos de expertos de los contratistas serán técnicamente responsables de realizar actividades de campo y también de analizar los resultados.

Los equipos de expertos dependerán de la infraestructura local que proporcionará ATOME, quien brindará el apoyo logístico necesario para las campañas de monitoreo y otras actividades planificadas.

ATOME PLC

<u>Supervisar la implementación del PGAS</u>

De manera continua durante el cronograma de implementación de los Programas del PGAS, el Equipo de Gestión SSMA de ATOME supervisará sistemáticamente la implementación de los Programas bajo la responsabilidad de los Contratistas y el trabajo contratado con equipos de expertos. Esta actividad requerirá:

- Control de calidad (“garantía”) de cada programa social y ambiental, gestionando plazos y entregables, verificando la asignación de recursos humanos y materiales según lo planeado, solicitando acciones correctivas y monitoreando su implementación;
- Compromiso técnico con los responsables de cada programa, promoviendo ajustes cuando sea necesario;
- Revisión detallada de todos los informes generados por el Contratista EPC para cada programa bajo su responsabilidad;

- Evaluación sistemática del cumplimiento y de los resultados de cada programa según el contenido de este PGAS y / o el contrato del ejecutor responsable;
- Identificación, basada en el análisis de los resultados del programa, de impactos y riesgos imprevistos y / o de diferente intensidad de lo esperado, y discusión de estrategias de gestión / mitigación;
- Organización de toda la documentación relacionada con el proceso de implementación de los Programas del PGAS.

Análisis de los resultados de los Programas del PGAS

Como ya se mencionó, todos los resultados de las actividades realizadas dentro de los Programas ambientales y sociales del PGAS estarán sujetos a una evaluación sistemática por parte del Equipo de Gestión SSMA de ATOME, junto con los equipos de especialistas responsables.

Esto incluirá revisar y evaluar las desviaciones de los estándares de desempeño establecidos por la ley o según lo previsto en el programa. Por ejemplo, alguna medida de la calidad del agua que excedió el límite, entre otros.

Los programas sistemáticos (periódicos) basados en monitoreo también incluirán la identificación de cambios desde la línea base desarrollada en el EIAS, y basados en la evolución de las actividades de construcción durante cada período de monitoreo bajo revisión, buscando establecer relaciones causales.

En los programas de monitoreo sistemático, el análisis tendrá en cuenta los datos de recolección anteriores, buscando comprender los cambios observados en el contexto acumulativo y estacional, e identificar sus causas con mayor precisión.

Con base en la evaluación de los resultados, se identificarán posibles mejoras en la implementación del programa. Las evaluaciones también pueden identificar la irrelevancia de las acciones incluidas en cualquiera de los programas ambientales y sociales, y recomendar su exclusión informando al MADES según corresponda.

A través de reuniones de coordinación el Equipo de Gestión SSMA de ATOME garantizará el intercambio de información entre los ejecutores de Programas que tengan relaciones sinérgicas.

Con base en la evaluación de los resultados, el Equipo de Gestión SSMA puede, cuando lo considere apropiado, proponer ajustes para mejorar los Programas del PGAS. Estos ajustes pueden incluir:

- Suficiencia de la malla de muestreo, si alguno de los sitios de muestreo es inadecuado o se deben considerar sitios adicionales;
- Adecuación de los parámetros de medición, según las variaciones observadas;
- Cambio de público objetivo;
- Cambios en otros aspectos específicos de las metodologías propuestas.

ATOME PLC

Gestión de acciones correctivas

Cuando se detecten problemas en las actividades de construcción que se están reflejando en los resultados de cualquiera de los planes o programas del PGAS, el Equipo de Gestión SSMA de ATOME promoverá la interacción necesaria con los Contratistas y subcontratistas y preparará un Plan de Acción Correctiva cuando sea necesario debido a la complejidad de la acción requerida.

Cierre de Programas sociales y ambientales

Una vez finalizados, según los plazos establecidos para los Programas, estos estarán sujetos a un procedimiento de cierre que se estipulará en los contratos que se firmarán con las empresas contratadas para su ejecución. Esto incluirá:

- Emisión del Informe Final del programa y su aprobación por parte del Equipo de Gestión SSMA de ATOME;
- Otras actividades de cierre específicas para cada programa;
- Presentación de una copia del Informe final del programa al MADES, otras autoridades, y a las instituciones financieras/lenders.

5.5. Gestión de las emisiones de gases de efecto invernadero

Con el objetivo de evitar o minimizar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) relacionadas con el Proyecto, se llevarán a cabo estimaciones de las emisiones de GEI para las fases de construcción y de operación, utilizando metodologías reconocidas internacionalmente.

El Equipo de Gestión SSMA de ATOME se encargará de realizar estos cálculos, contando con la información de los Contratistas para estimar los GEI relativos a la fase de construcción.

Para los cálculos, se puede utilizar la herramienta GHG Protocol, disponible en el sitio web de Greenhouse Gas Protocol [1].

En el caso de que la estimativa para cualquier de las fases del Proyecto resulte en una cantidad mayor que 25,000 toneladas de CO_2 equivalente anual, el Equipo de Gestión SSMA conducirá el inventario anual de las emisiones de GEI y establecerá medidas para reducir emisiones.

5.6. Procedimientos de negociación y adquisición de tierras y establecimiento de servidumbres

El terreno en el que se construirá la Planta está regularmente titulado y ha sido comprado a la empresa Monteclaro S.A. en una negociación amistosa entre las partes (“willing buyer – willing seller”). El vendedor (Monteclaro S.A.) es una empresa cualificada con plena capacidad para defender sus intereses en el proceso de negociación.

En cuanto al establecimiento de servidumbres, la ND5 reconoce el derecho a expropiación. Asimismo, entiende las expropiaciones como restricciones del uso de la tierra que dan lugar a desplazamientos físico o económicos y que deben realizarse vía negociaciones simétricas entre las partes para reducir las afectaciones sociales y socioeconómicas.

[1] https://ghgprotocol.org/ghg-emissions-calculation-tool.

ATOME PLC

El Código Civil Paraguayo (Ley Nº 1183/85) establece que las servidumbres podrán constituirse debiendo indemnizarse el valor del uso del terreno necesario y todo otro perjuicio. Según los artículos 2208 al 2214 de la Ley, se podrá constituir una "servidumbres de tránsito" cuando un inmueble estuviera privado de salida al camino público o si el acceso no bastare para su explotación rural o industrial. En el caso de las "servidumbre de acueducto" (artículos 2215 al 2229), se podrán constituir cuando sean necesarias para permitir el ingreso de las aguas procedentes de inmuebles ajenos a un inmueble propio.

Para el Proyecto, ATOME requiere establecer una servidumbre de paso para la LT eléctrica, afectando la propiedad de El Arreglo S.A., y una servidumbre de acueducto para las tuberías, que atravesaría la propiedad de la empresa Omega Green y Jörn Wenger. En ese sentido, ATOME negociará las servidumbres en términos amigables y de acuerdo con las condiciones establecidas en la ND5 y el Código Civil nacional.

En el caso de la servidumbre de tránsito para la LT, el propietario debe ser compensado por la pérdida temporal y permanente de áreas de cultivo de arroz, así como por la restricción de uso futuro de la franja de servidumbre, teniendo en cuenta los usos no permitidos en la franja mencionados anteriormente.

En el caso de la servidumbre de acueducto a ser establecida para las tuberías de agua y efluentes, el propietario del fundo sirviente está obligado a "permitir" el uso de la servidumbre, en la forma que fuera "menos perjudicial" para sus intereses. Las partes pueden y deben reglar contractualmente que edificaciones pueden hacerse o no, en el área de la servidumbre.

Como se ha mencionado en el impacto 6.04 (**Sección 6.1.3.3**), el ejercicio del dominio en el área de la servidumbre debe ser definido vía contrato, teniendo en cuenta las necesidades de uso y mantenimiento de las tuberías y de la LT. Por ejemplo, en el caso de tuberías subterráneas, como las del Proyecto, se puede construir encima, pero debe ser previsto un mecanismo para permitir el mantenimiento y reparación del acueducto. En la práctica, es preferible dejar libre el área de la servidumbre. Para la LT, la restricción en la servidumbre es parcial y permite usos agrícolas y pastizales. Solo se prohíbe en la franja el cultivo de árboles grandes (eucalipto, pino, entre otros), así como especies cuyo manejo ponga en riesgo la LT, como la caña de azúcar, por ejemplo, cultivo que generalmente se limpia mediante la quema.

Como se ha mencionado en el impacto 6.04, el uso por parte de ATOME de las áreas de las servidumbres de la LT y las tuberías está garantizado mediante un documento de CONSTITUCIÓN DE SERVIDUMBRE DE TRÁNSITO establecido con los propietarios. En este contrato se establece el monto que ATOME pagará como compensación como única suma, pero deja claro el compromiso de pago de eventuales daños causados a la propiedad durante las actividades de mantenimiento. También establece las obligaciones exclusivas del propietario y de ATOME y las que deben cumplir ambas partes.

ATOME PLC

5.7. Medidas de monitoreo de calidad ambiental

Calidad de aire

Durante la construcción se realizará el monitoreo de la calidad del aire con el fin de hacer el seguimiento de los contaminantes atmosféricos para los cuales se cuentan con estándares de referencia. Para ello, se contratará a una empresa especializada.

Las mediciones serán en el mismo punto usado para la línea base (ver **Figura 5.2.8.2.a** en la **Sección 5.2.8.2**), y se realizarán anualmente, preferentemente durante la estación seca.

En este punto se medirán los parámetros Partículas Inhalables (PM_{10}, $PM_{2.5}$), Dióxido de Azufre (SO_2), Dióxido de Nitrógeno (NO_2), Monóxido de Carbono (CO) y Ozono (O_3). Los resultados serán comparados con los estándares de calidad del aire de la legislación nacional y de la OMS incluidos en las Guías Generales de MASS de la CFI.

La campaña se llevará a cabo utilizando las técnicas de muestreo con equipos de referencia internacionales, como el muestreador de Gran Volumen (AGV/Hi-Vol) y el muestreador Trigás. Los equipos de monitoreo de la calidad del aire serán definidos por la operadora de la planta en coordinación con ATOME. Los mismos deberán estar debidamente calibrados y sus certificados serán presentados en los informes.

Calidad del agua del río y aguas subterráneas

El monitoreo de la calidad del agua del río y de las aguas subterráneas se realizará con empresas especializadas a ser contratadas.

El monitoreo se realizará semestralmente durante la fase de construcción con el fin de ampliar la línea de base previa a la operación del proyecto, y a fin de colectar información de la estación seca y lluviosa.

Para el monitoreo del agua del río, los puntos de muestreo serán los mismos en los que se llevaron a cabo los análisis para la línea de base, es decir, 3 (tres) puntos.

Para el monitoreo de las aguas subterráneas, las mediciones se realizarán en los pozos ya existentes dentro del terreno del Proyecto.

En ambos casos, los parámetros a monitorear serán los establecidos para aguas Clase 2 en el Art. 3º de la Resolución SEAM Nº 222/02.

Los métodos de recogida y preservación de las muestras se realizarán de acuerdo con con la Norma Paraguaya Nº 186-Toma de Muestras para el Análisis Físico, Químico y Bacteriológico de las Aguas y los *Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater (24ª Edition), Section 1060 - Collection and Preservation of Samples*.

Las determinaciones laboratoriales serán realizadas en laboratorio acreditado por el Organismo Nacional de Acreditación (ONA) de acuerdo a la Norma NP-ISO/IEC 17025:2018 equivalente a la

ATOME PLC

Norma ISO/IEC 17025:2017 “REQUISITOS GENERALES PARA LA COMPETENCIA DE LOS LABORATORIOS DE ENSAYO Y CALIBRACION”.

6. Indicadores de Efectividad

Para monitorear la implementación de este Programa, se considerarán los siguientes indicadores:

- Efectividad del cronograma de obras del Proyecto;
- Número de informes de Programas del PGAS emitidos dentro del cronograma de implementación;
- Número de no conformidades (NNC) registradas;
- Número de no conformidades (NNC) corregidas dentro del plazo establecido;
- Frecuencia de reuniones de coordinación entre Programas;
- Interferencias inesperadas;
- Ejecución de los cálculos de emisiones de GEI en la periodicidad necesaria;
- Consolidación de evidencia e información de progreso de todos los Programas del PGAS;
- Evidencias de monitoreo y % de parámetros en cumplimiento con la legislación.

7. Reportes

El registro y seguimiento de Programas del PGAS y respectivas medidas se realizarán a través de registros e informes estandarizados y sistemáticos, que se producirán con función y frecuencia definidas. Según los detalles existentes, se puede predecir la producción de los siguientes documentos:

Informes de monitoreo de Programas: los Equipos de Gestión SSMA de los contratistas producirán informes mensuales, con registros de la ejecución de los Programas del PGAS, con descripción de actividades desarrolladas en el período, comparación de las actividades planificadas y realizadas, análisis crítico de los resultados; desvíos y no conformidades registradas por plan y programa, con una fecha límite para la adecuación / corrección. En estos informes se resaltará el desempeño ambiental y social de los Contratistas, según resultados presentados en los informes del Programa de Control Ambiental de la Construcción.

Informes mensuales de supervisión de obras: estos serán preparados mensualmente por los profesionales del Equipo de Gestión SSMA de los contratistas. Incluirán toda la documentación generada durante el período, registrada en las Supervisión de la construcción, como la siguiente:

- Informe de inspección, con las medidas pertinentes para cada frente de trabajo;
- Recomendación de acción correctiva y solicitud de ajuste del procedimiento ejecutivo;
- Notificación de no conformidad (NNC), registrando la mala conducta grave y estipulando pautas de corrección;
- Observaciones sobre asuntos ambientales, sociales y de salud y seguridad, registrando problemas menores;
- Registro de acciones preventivas efectivas y correctamente implementadas;
- Monitoreo de acciones correctivas implementadas;

ATOME PLC

- Registro de desactivación de frentes de trabajo, para verificación efectiva de la finalización de todos los procedimientos de desactivación y / o recuperación ambiental aplicables en cada caso.

Informes de Auditoría del Plan de Gestión Ambiental y Social: estos incluyen los Informes de Auditoría de cumplimiento del PGAS en cumplimiento a la Resolución N° 201/2015. ATOME realizará auditorías frecuentes con el fin de recabar la información necesaria para la presentación del informe de auditoría anual según requerido en la licencia ambiental del Proyecto.

8. Cronograma de Ejecución

Este Programa se llevará a cabo durante las fases de construcción, montaje y desactivación de las obras.

La medida 5.6 comenzó en la etapa de planificación, con el contacto con los propietarios y establecimiento de los documentos de CONSTITUCIÓN DE SERVIDUMBRE DE TRÁNSITO Y ACUEDUCTO.

Como parte de la servidumbre de la LT afectará cultivos de arroz, cuando se deba realizar la limpieza de la franja de servicio se debe verificar si es posible esperar la fase de cosecha, de manera a evitar una pérdida sustancial de producción.

Las periodicidades de los monitoreos de calidad ambiental se especifican en la **Sección 5.7**.

P.03 – Programa de Participación de las Partes Interesadas

1. Justificación del Programa

Este Programa de Participación de las Partes Interesadas describe las principales etapas del proceso de identificación de los actores afectados o interesados en el proyecto, el compromiso de ATOME con la población, y las actividades que se llevarán a cabo durante las fases de planificación, construcción y operación del Proyecto.

El Plan incluye mecanismos para garantizar que todos los interesados estén debidamente informados y consultados sobre el Proyecto, que sus intereses se consideren de manera equilibrada y que se establezca un canal continuo de intercambio de información. El Plan debe garantizar que cualquier disputa relacionada con los impactos del proyecto se gestione adecuadamente.

En todos los casos en que los Programas del PGAS incluyan actividades de compromiso y comunicación con partes interesadas, existirá interacción estrecha entre el equipo responsable de la implementación del Programa de Participación de las Partes Interesadas, y los equipos responsables de la implementación de los otros Programas. En algunos casos, el equipo de implementación del Programa de Participación de las Partes Interesadas será también responsable de los otros Programas sociales bajo la responsabilidad de ATOME.

ATOME PLC

2. Objetivos Principales

Los objetivos principales del Programa de Participación de las Partes Interesadas son:

- Mapear y analizar las partes interesadas y afectadas por el Proyecto;
- Realizar la audiencia pública de acuerdo con las buenas prácticas internacionales y las consultas requeridas por entidades financiadoras para asegurar la participación pública en el proceso de Evaluación de Impacto Ambiental y Social (EIAS);
- Informar a la población, empresas y otras partes interesadas en el área de influencia del Proyecto sobre los compromisos y responsabilidades de ATOME con respecto a temas ambientales, sociales y de salud y seguridad;
- Identificar sistemáticamente las percepciones de las partes afectadas o las partes interesadas en relación con el Proyecto y sus impactos, así como las medidas de prevención, mitigación y compensación y planes de control, para que, cuando sea posible, puedan adaptarse y revisarse para responder adecuadamente a las demandas locales;
- Establecer un mecanismo de atención para recibir consultas y quejas de los interesados, así como desarrollar procedimientos de revisión específicos y un mecanismo de respuesta formal;
- Monitorear y evaluar las actividades de comunicación y relación con partes interesadas y elaborar informes.

3. Legislación Aplicable

- Ley Nº 294/1993, de Evaluación de Impacto Ambiental, modificada por la Ley Nº 345/1994 y reglamentada por el Decreto Nº 453/2013;
- Resolución SEAM Nº 2127/2005, que establece plazos para la presentación de los estudios contemplados en el marco de la Ley Nº 294/1993 “de Evaluación de Impacto Ambiental”;
- Decreto Nº 453/2013, por el cual se reglamenta la Ley Nº 294/1993 “de Evaluación de Impacto Ambiental” y su modificatoria, la Ley Nº 345/1994, y se deroga el Decreto Nº 14281/1996;
- Decreto N° 954/2013, por el cual se modifican y amplían los artículos 2°, 3°, 5°, 6° inciso E), 9°, 10, 14 y el anexo del Decreto Nº 453/2013;
- Resolución N° 640/2014, por la cual se establece el Reglamento General para audiencias públicas en el marco de la Ley Nº 294/1993 de Evaluación de Impacto Ambiental, y su decreto reglamentario Nº 453/2013 y modificatoria y ampliatoria Nº 954/2013;

4. Responsabilidades

ATOME es la responsable de la implementación de este Programa de Participación de las Partes Interesadas. El equipo del Programa estará compuesto por profesionales calificados que serán responsables de visitas, consultas y otras actividades de comunicación con las partes interesadas y afectadas. Estos profesionales serán de la propia plantilla de ATOME o de una empresa que se contratará. El número de personas del equipo dependerá de las demandas durante las diversas fases del proyecto.

Como parte de este equipo, un profesional estará dedicado a administrar el mecanismo de respuesta de quejas y consultas de la comunidad. Este profesional será responsable de formalizar la recepción y el manejo de consultas y quejas durante la construcción, además de

ATOME PLC

supervisar, rastrear, documentar y ayudar regularmente a resolver las quejas.

ATOME tomará la iniciativa en las actividades de comunicación y relación con las partes interesadas previstas en este Plan, con el apoyo de los Contratistas, según corresponda.

5. Metodología de Implementación

A continuación, se detallan las medidas que forman parte de este plan.

5.1. Identificación y análisis de las partes interesadas

Los objetivos de la identificación y análisis de las partes interesadas del Proyecto son identificar a las personas, grupos u organizaciones que pueden afectar o verse afectados por el Proyecto; y analizar los intereses y las expectativas de las partes interesadas, la manera y el nivel en que se verán afectadas por el Proyecto y su posible impacto o influencia en el Proyecto, todo esto para, finalmente, desarrollar las estrategias de gestión adecuadas para involucrar eficazmente a las partes interesadas en las decisiones y la ejecución del Proyecto.

La identificación y análisis de las partes interesadas es un proceso iterativo, dinámico y continuo, que se actualiza periódicamente a lo largo del ciclo de vida del Proyecto, sobre todo, en casos en que se introduzcan cambios en algún componente del Proyecto, ampliaciones de las operaciones, inicio de nuevas fases del ciclo del Proyecto, entre otros. La frecuencia mínima de revisión y actualización será anual en la fase de construcción, pero podrá realizarse en cualquier momento en que se observe su necesidad; esto podrá considerarse también para la fase de O&M.

La identificación de las partes interesadas del Proyecto inició en la fase de preparación del Proyecto, durante la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental y Social (EIAS, marzo de 2023) y una primera actualización y ampliación de dicha identificación y análisis se realizó durante la preparación de la Consulta Pública sobre el EIAS (noviembre de 2023).

La versión ampliada del mapeo de actores realizado se presenta en el **Anexo 11**.

5.2. Consulta pública

Como se menciona en la Sección 4.1 Licenciamiento Ambiental del EIAS, el Decreto N° 453/2013, sobre el proceso de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos y actividades en Paraguay, establece que el Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES) podrá decidir si convoca o no una Audiencia Pública para el Proyecto. Esta decisión se toma dentro del plazo de 10 (diez) días durante el cual se publicar el Relatorio de Impacto Ambiental (RIMA) del Proyecto en la página web del MADES. Si se convoca la Audiencia Pública, se celebra de conformidad con el Reglamento General para Audiencias Públicas establecido por la Resolución SEAM N° 640/2014.

ATOME ha presentado un Estudio de Impacto Ambiental y Social (EIAS) y su correspondiente RIMA al MADES el 08 de mayo de 2023, por el cual ha obtenido la Declaración de Impacto Ambiental (DIA o Licencia Ambiental) del Proyecto el 06 de setiembre de 2023 para la producción de hidrógeno y amoniaco verde. En este proceso de Evaluación de Impacto

ATOME PLC

Ambiental, el MADES no solicitó a ATOME la celebración de la Audiencia Pública.

No obstante lo anterior, ATOME decidió se celebrar una Consulta Pública para cumplir con los requisitos internacionales exigidos por las entidades que financiarán el Proyecto respecto de la participación debida que se debe dar a las partes interesadas y potencialmente afectadas por el Proyecto en el proceso de su planificación y desarrollo. Dicha Consulta se realizó el 13 de diciembre de 2023 a las 18.00 hs en el municipio de Villeta.

El objetivo de la consulta pública fue presentar información a las partes interesadas y afectadas por el Proyecto y abrir un canal de diálogo con la población para que exprese sus preocupaciones y sugerencias sobre el proyecto. La información presentada se centró en:

- Descripción de la Planta, LT y sistema de captación de agua y las tuberías de agua y efluentes;
- Descripción general de la línea de base del medio físico, biológico y socioeconómico y cultura;
- Impactos y riesgos sociales y ambientales identificados;
- Plan de Gestión Ambiental y Social;
- Canal de comunicación con ATOME (correo electrónico y número de WhatsApp) para atención de consultas, comentarios, sugerencias y cualquier otra manifestación que las partes interesadas deseen realizar respecto del Proyecto.

La divulgación y convocatoria para la consulta pública se basó en un Plan de Consulta elaborado previamente, el cual previó la identificación del lugar para celebrar el evento, la difusión del evento a través de medios locales (radio de Villeta, vehículos con altoparlantes, entrega de invitaciones, etc.), transporte gratuito para comunidades más alejadas del centro municipal y la transmisión directa del evento a través del Facebook.

Durante la consulta, la información sobre el Proyecto se presentó en un lenguaje sencillo y fácil de entender.

Toda la consulta pública quedó debidamente documentada en formato escrito, fotográfico y audiovisual (transmisión en directo con posibilidad de reproducción posterior del video).

Se otorgó un espacio de preguntas y respuestas. En general, las principales preguntas y comentarios de los participantes se refirieron a:

- Impactos del Proyecto en la cantidad y calidad del agua del río Paraguay.
- Impactos del Proyecto en la actividad pesquera de la comunidad Ypeka'e.
- Impactos acumulativos del Proyecto, considerando otras industrias instaladas y previstas en el área de influencia.
- Riesgos para la población relacionados con el hidrógeno y el amoníaco.

Las manifestaciones y sugerencias de los participantes en la consulta se tuvieron en cuenta en la versión final de este EIAS y serán también consideradas en el proceso de detalle del diseño de los componentes del Proyecto.

El Informe de la Consulta Pública se presenta en el **Anexo 13**.

ATOME PLC

5.3. Subprograma de Comunicación

El objetivo general de la divulgación de información relevante sobre el Proyecto es que las partes interesadas comprendan los riesgos, los impactos y las oportunidades que implica el Proyecto.

La planificación de la divulgación continua de información sobre el Proyecto prevé, en primer lugar, una revisión/actualización periódica de la identificación y análisis de las partes interesadas. Esto es a fin de identificar los distintos públicos y los correspondientes tipos y frecuencia de información que se divulgará, los que se consolidarán en el Subprograma de Comunicación. La planificación de la divulgación deberá considerar como posibles aliados para esta tarea a contactos de las autoridades locales con que se cuenta, las estructuras existentes de trabajo con la población (e.g. Dirección de Comisiones Vecinales de la Municipalidad de Villeta) y las organizaciones sociales, quienes podrán ayudar a garantizar que la información se difunda a la población local.

A medida que comience la implementación del Proyecto, ATOME y los Contratistas trabajarán estrechamente para desarrollar canales de comunicación con la población local y garantizar que se brinde información sobre temas clave como prácticas de contratación, capacitación de trabajadores locales, campamento de construcción, Código de Conducta, procesos y mecanismos previstos de participación y de planteo de consultas o quejas y futuras actividades de construcción.

ATOME liderará el proceso de comunicación y relación con las partes interesadas durante la construcción. Sin embargo, los Contratistas EPC deberán tener profesionales ambientales y de salud y seguridad calificados, designados para contribuir con las actividades de relación con las partes interesadas cuando se traten de aspectos del sitio de obras.

En general, se utilizarán estrategias y mecanismos para entrega de información tales como distribución de boletines, visitas y/o reuniones puntuales. Estas acciones de rutina tendrán una periodicidad mínima trimestral, ya que, si hay necesidades urgentes, se tratarán con antelación. En particular, se utilizarán otras estrategias y mecanismos adicionales, con periodicidad de acuerdo con la necesidad.

A continuación, se describen los principales materiales, modos y contenidos de divulgación de información previstos para la fase de construcción del Proyecto.

Materiales informativos

La divulgación de materiales informativos será una parte importante del proceso de relación durante la construcción. Durante la construcción, la divulgación se centrará en el público que se considera será la población más susceptible a los impactos y molestias causadas por las actividades constructivas, estos son:

- Propietario y los residentes de la finca vecina al terreno del Proyecto;
- Propietarios afectados por las servidumbres de paso y acueducto;
- Residentes cercanos a la servidumbre de acueducto;
- Residentes, transeúntes y conductores vehiculares de la Ruta PY19 en la zona de acceso/salida.

ATOME PLC

Sin embargo, la comunicación también se centrará en la población de Villeta en su conjunto, ya que se anunciarán oportunidades de trabajo y de suministro de insumos y servicios para la población y las empresas locales.

El principal material informativo que se elaborará durante los trabajos consiste en un Boletín, preparado por los Contratistas y aprobado por ATOME, los cuales servirán para divulgar sus actividades. Por otro lado, ATOME también preparará un Boletín con informaciones de temas ambientales y sociales de interés específico para la población. Este será divulgado con periodicidad trimestral o de acuerdo con la necesidad, en formato digital e impreso.

Los boletines se distribuirán al público mencionado anteriormente. Los temas abarcados consistirán en:

- Políticas de contratación y oportunidades de empleo;
- Oportunidades para proveedores de bienes y servicios para las obras;
- Actividades de construcción previstas en el periodo;
- Actividades con emisión de ruido previstas, cronograma y duración;
- Transporte y tráfico en el área del proyecto, incluidas restricciones de acceso, transporte de cargas sobredimensionadas, etc.;
- Riesgos para la salud y la seguridad de la población que vive a lo largo de los accesos para las obras;
- Medidas de salud y seguridad para evitar afectaciones sobre la población residente aledaña y/o de paso en la zona;
- Información sobre las medidas aplicadas para prevenir, mitigar, controlar y supervisar los impactos;
- Capacitación de trabajadores locales;
- Código de Conducta para trabajadores, con medidas para garantizar buenas relaciones entre la población aledaña y los trabajadores del Proyecto;
- Mecanismo de gestión de consultas y quejas del Proyecto;
- Resultados de monitoreos realizados de la calidad ambiental del área de influencia del Proyecto;

ATOME PLC

Estos boletines se enviarán vía email, WhatsApp, por correo a aquellos residentes con una dirección viable, o mediante puntos con alta concurrencia de personas (municipalidad, establecimientos comerciales, escuelas/colegios, puestos de salud, otros lugares) apropiadamente anunciados.

El responsable de la comunicación social del equipo de ATOME mantendrá una base de datos integral de materiales de comunicación preparados y difundidos por el Proyecto.

Visitas y/o reuniones puntuales

Se realizarán visitas y/o reuniones puntuales para entrega de informaciones específicas a las partes interesadas según se identifique su conveniencia y/o necesidad.

Estas visitas y/o reuniones tendrán una periodicidad mínima trimestral, ya que, si hay necesidades urgentes, se tratarán con antelación.

Las informaciones a entregar a estas partes interesadas en estas visitas y/o reuniones serán previamente preparadas y aprobadas por el Equipo de Gestión SSMA de ATOME, y serán registradas de manera a asegurar que las informaciones entregadas sean las pertinentes. En estas visitas y/o reuniones se podrá hacer entrega también de los demás materiales informativos descritos en este Programa.

Toda actividad de visita y/o reunión deberá ser primeramente aprobada por el Equipo de Gestión Ambiental, Social y de Salud y Seguridad.

Toda actividad de visita y/o reunión deberá ser primeramente aprobada por el Equipo de Gestión Ambiental, Social y de Salud y Seguridad.

5.4. Mecanismo de gestión de quejas, consultas y sugerencias

ATOME implementará un mecanismo de gestión de quejas, consultas y sugerencias dirigido a la comunidad, a sus propios trabajadores, a los Contratistas, subcontratistas y proveedores, con inicio desde la fase de planificación y que se extenderá hasta la fase de operación del Proyecto.

Por su parte, se exigirá contractualmente al Contratista EPC contar asimismo con un mecanismo de atención y gestión de quejas, cuyos lineamientos generales se detallan en el P.02 Programa de Control Ambiental. Este será parte de los programas y planes que compondrán su sistema de gestión de MASS.

ATOME informará a las partes interesadas y afectadas del Proyecto sobre el mecanismo de reclamos a lo largo de su proceso de comunicación y relación con las comunidades. Los canales para responder quejas, consultas y sugerencias fueron comunicados en la Consulta Pública y deberán continuamente ser difundidos. Estos canales incluirán:

- Dirección de la oficina de ATOME;
- Correo electrónico;
- Página web de ATOME;
- Teléfono de ATOME, habilitado para llamadas y WhatsApp;
- Sitio de obras, comunicación directa con los Contratistas EPC.

En el comienzo de la construcción, se instalará un cartel frente al terreno del Proyecto, con la siguiente información:

- Número de teléfono de las empresas Contratistas para consultas y quejas;
- Número de teléfono de ATOME para consultas y quejas;
- Página web de ATOME;
- Dirección de correo electrónico de ATOME;
- Nombre de la persona responsable de la construcción (ingenieros de los Contratistas);

Todas las quejas y solicitudes recibidas se clasificarán de inmediato, separando según los temas y direccionando a los profesionales responsables para procesamiento de acuerdo con el procedimiento aplicable.

ATOME PLC

Todas las reclamaciones recibidas por los canales del mecanismo o verbalmente por los profesionales de la comunicación de ATOME o por los Contratistas, serán registradas por escrito.

El sistema de registro de reclamos contendrá al menos la siguiente información:

- La fecha de recepción;
- La categoría de la consulta o queja;
- La vía por cual fue recibida la consulta o queja;
- El nombre de la persona que registró la consulta o queja o si desea realizar anónimamente;
- Los responsables por la preparación de la respuesta;
- La fecha en que se envió la respuesta;
- La persona o dirección a quien fue derivada la consulta o queja;
- Registro de conformidad de resolución del reclamo, una vez que se emita la respuesta;
- El resultado final.

Las quejas y consultas serán clasificadas y registradas según categorías, que incluyen:

- Solicitudes de información;
- Quejas relacionadas con actividades de construcción;
- Quejas relacionadas con la operación del Proyecto;
- Quejas de los trabajadores de los Contratistas y subcontratistas;
- Quejas de ATOME;
- Sugerencias de mejora;
- Otros.

Las solicitudes de empleo no se considerarán consultas o quejas y se enviarán directamente al departamento de recursos humanos de los Contratistas u operadores, en la fase de operación.

Todas las consultas serán respondidas dentro de los diez (10) días, excepto cuando haya una razón justa para un tiempo de respuesta más largo. La negativa a proporcionar información solo se considerará en los casos en que se requiera confidencialidad y dicha negativa esté legalmente justificada.

Después de ser respondidas por el responsable de cada área, respuestas a las consultas y quejas serán revisadas por el profesional de ATOME responsable del mecanismo de reclamos. Cuando la respuesta no es favorable (total o parcialmente), debe contener una justificación adecuada. En este caso, el demandante será informado de su derecho a insistir en la consulta o queja. El demandante será informado de la posibilidad de llevar su reclamo a la corte si así lo desea.

Como los contactos para enviar quejas y consultas incluirán la posibilidad de enviarlas directamente a los Contratistas, el profesional de relaciones comunitarias de las empresas recibirá entrenamiento específico sobre el mecanismo de reclamos del Proyecto. Deberá proporcionar una respuesta inicial a cualquier queja direccionada a los Contratistas.

El profesional de relaciones comunitarias de los Contratistas mantendrá libro de registro consolidado de reclamos recibidos en el campamento de construcción, y este registro consolidado será enviado semanalmente a ATOME para consolidación en el registro único de reclamos del Proyecto.

ATOME PLC

Los Contratistas informarán al responsable social de ATOME lo más rápido posible sobre cualquier reclamo relativo a aspectos no directamente relacionados con las obras bajo su responsabilidad y también sobre aquellos que, aunque se traten de aspectos de responsabilidad del Contratista, son considerados de mayor gravedad conforme criterios a ser establecidos por ATOME al inicio de las obras y actualizados periódicamente durante la construcción. También se informará sobre cualquier actitud hostil de las partes interesadas, incluso si no hay una queja formalizada.

Todas las quejas relacionadas con la construcción serán evaluadas y respondidas por los Contratistas. Los subcontratistas que reciban quejas deberán, por contrato, pasarlas a los Contratistas dentro de las 24 horas. Las quejas contra subcontratistas también se registrarán en el registro de reclamos. Las quejas recibidas por los Contratistas, pero dirigidas a ATOME se enviarán a ATOME dentro de las 24 horas.

En todos los casos, los Contratistas responderán a las quejas en un plazo de 10 (diez) días, con plazos más largos siempre que haya justificación.

El responsable social de ATOME mantendrá reuniones periódicas con los Contratistas para verificar las quejas y consultas recibidas y sus respuestas. ATOME revisará y aprobará previamente la respuesta de los Contratistas únicamente en los siguientes casos:

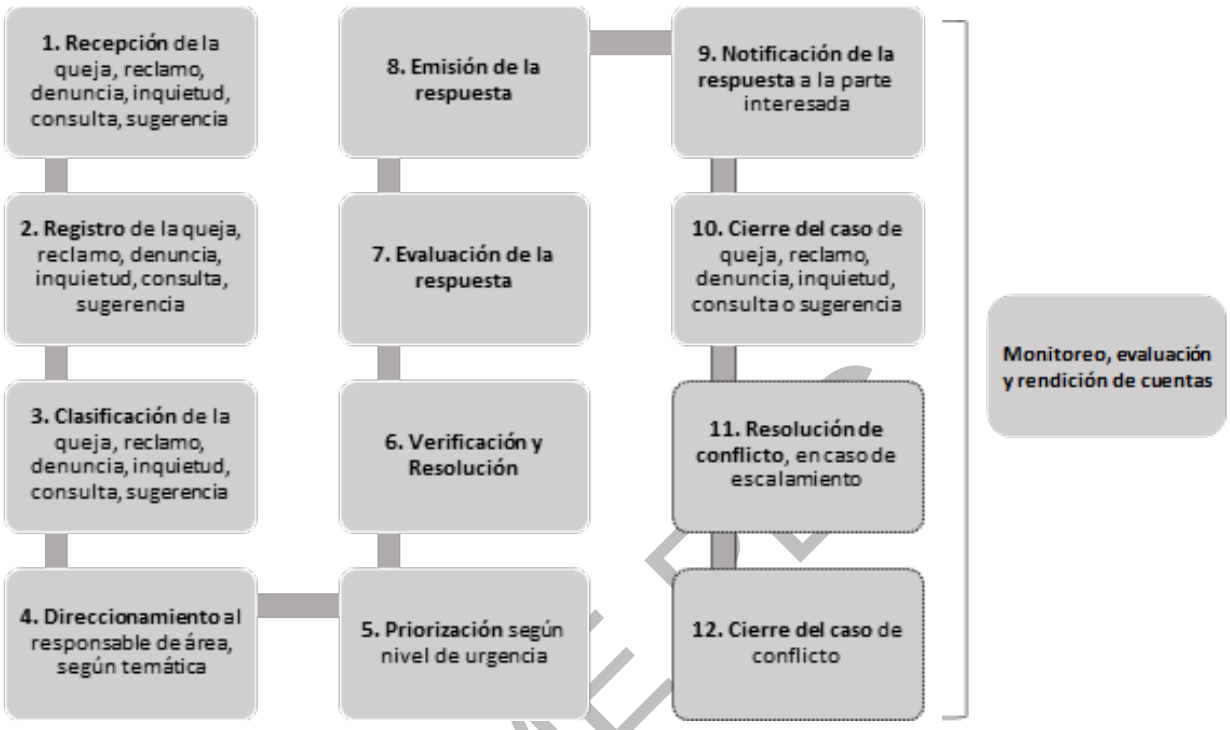
- Quejas recibidas de autoridades locales;
- Quejas presentadas por ONGs, organizaciones de la sociedad civil, o similares;
- Quejas sobre temas de interés colectivo para la comunidad;
- Quejas que involucren algún tipo de incumplimiento legal por parte de los Contratistas;
- Quejas por daños a bienes de terceros;
- Quejas contra la conducta de cualquier trabajador del Contratistas;
- Quejas con las cuales los Contratistas no están de acuerdo y tiene la intención de negarse a tomar las medidas correctivas solicitadas por el demandante.

Para la fase de operación, ATOME adaptará el mecanismo de manejo de reclamos basado en la experiencia durante la fase de construcción.

En la **Figura 5.4.a del P.03** se ilustra el proceso del Mecanismo de Gestión de Quejas, Reclamos y Conflictos de ATOME para las cualesquiera partes interesadas del Proyecto.

ATOME PLC

Figura 5.4.a del P.03
Mecanismo de gestión de quejas, reclamos y conflictos de ATOME



6. Indicadores de Efectividad

Se proponen los siguientes indicadores para el Programa:

Consulta Pública

- Número de invitados a la Consulta Pública en relación al total de contactos del mapeo de actores;
- Número de participantes en la Consulta Pública en relación al número de invitados;

Subprograma de Comunicación

- Número de boletines preparados y distribuidos a las partes interesadas y afectadas por el Proyecto en la periodicidad planificada;
- Número de visitas y/o reuniones realizadas para entrega de información a las partes interesadas;

Mecanismo de Gestión de Quejas, Reclamos y Conflictos

- Número de quejas, reclamos, denuncias, consultas o sugerencias (por separado) recibidas en el mes;
- Tasa de manejo de quejas, reclamos, denuncias, consultas, sugerencias y conflictos (por separado) y sus respuestas dentro del plazo especificado, por mes;
- Número de casos de quejas, reclamos, denuncias, consultas, sugerencias y conflictos (por separado) resueltas satisfactoriamente por mes;

ATOME P

- Tasa de escalamiento a conflicto de una queja, reclamo o denuncia recibido por mes.

7. Reportes

Se elaboró un informe con los resultados de la Consulta Pública, presentado en el **Anexo 13**.

Los registros y las respuestas a las quejas y consultas de los Contratistas se comunicarán a ATOME en sus informes mensuales que se elaborarán en el marco del P.01.

Trimestralmente durante la construcción y anualmente durante la operación, ATOME consolidará los resultados del Plan en un Informe de Comunicación Social que incluya al menos lo siguiente:

- Una lista de actividades realizadas durante el trimestre (construcción) o anual (operación);
- Resultados;
- Estadísticas relacionadas con el Mecanismo de Manejo de Reclamos (tasa de respuesta a las quejas y respuestas dentro del plazo acordado, de acuerdo con la complejidad de la demanda);
- Identificar, con base en la incidencia de preguntas similares, el grado de información de la población del área de influencia con respecto al proyecto;
- Programa de actividades para el siguiente trimestre (construcción) o semestre (operación).

8. Cronograma de Ejecución

La divulgación sobre el Proyecto se ha iniciado con la ejecución de una campaña de campo para el EIAS en la cual se entrevistaron autoridades y otras partes interesadas de Villeta.

Antes del inicio de las obras, se realizó una Consulta Pública convocada por ATOME en el marco del cumplimiento de las normativas internacionales.

Durante la implementación del Proyecto, la comunicación social será constante. Se distribuirán boletines trimestralmente o con periodicidad menor a ser establecida.

El mecanismo de manejo de consultas y reclamos se llevará a cabo durante la fase de construcción y se extenderá a la fase de operación del proyecto.

P.04 – Programa de Salud y Seguridad Laboral

1. Justificación del Programa

Las obras de construcción y la operación y mantenimiento del Proyecto implicarán actividades y funcionamiento de instalaciones con riesgos para la salud y seguridad para los trabajadores, incluyendo movimientos de tierra, manejo de cargas, transporte, operación de maquinaria y equipo, manipulación de productos peligrosos, trabajo en alturas, trabajo en espacios confinados, instalación eléctrica, mantenimiento, explosión de los tanques de H_2, fugas de NH_3, HNO_3 y NH_4NO_3, exposición a ruidos excesivos, entre otras.

Por lo tanto, los Contratistas EPC contratados para las obras y las empresas posteriormente contratadas para la operación y mantenimiento de la Planta prepararán e implementarán planes

ATOME PLC

y procedimientos de salud y seguridad de acuerdo con las buenas prácticas internacionales, los requisitos paraguayos y los requisitos de las normas de desempeño, las Guías Generales de Medio Ambiente, Salud y Seguridad (MASS) y las Guías MASS para la Producción de Fertilizantes Nitrogenados de la CFI. Esta será una obligación contractual. Estos Planes y procedimientos serán revisados y aprobados por el equipo de Gestión SSMA de ATOME.

2. Objetivos Principales

El objetivo principal del Programa de Salud y Seguridad Laboral durante la construcción y en la operación y mantenimiento del Proyecto es establecer estándares mínimos de cumplimiento con la legislación de control de seguridad y salud ocupacional, con aplicación a los empleados y proveedores de servicios de los Contratistas, subcontratistas, proveedores y otras empresas contratadas, y la propia ATOME, empresas de transporte terrestre y fluvial e empresas de mantenimiento en la operación, con el fin de anticipar, reconocer, evaluar y controlar los riesgos ambientales que existen o pueden existir en el lugar de trabajo, teniendo en cuenta la protección de los trabajadores, del medio ambiente y los recursos naturales.

El Programa también tiene como objetivos:

- Evitar la ocurrencia de accidentes laborales y problemas de salud debido a temas ocupacionales durante la construcción, operación y mantenimiento, y mitigación de sus consecuencias si éstos ocurren;
- Establecer pautas de salud y seguridad laboral con valor contractual y que deben ser adoptadas sistemáticamente por los Contratistas y otras empresas contratadas durante toda la duración del proyecto;
- Asegurar la conformidad con todos los requisitos de salud y seguridad;
- Estipular requisitos mínimos de salud y seguridad que serán cumplidos por todos los contratados, estandarizando algunos Procedimientos de Trabajo Seguro – PTS y facilitando el manejo de seguridad laboral para todo el Proyecto;
- Implementar el auto monitoreo sistemático de modo que todos los servicios ejecutados sean inspeccionados y evaluados de forma rutinaria;
- Implementar un procedimiento eficiente para responder a las solicitudes de acciones correctivas y/o notificaciones de incumplimiento con respecto de los PTS;
- Capacitar a los trabajadores para que cumplan los PTS y los requisitos legales correspondientes;
- Evaluar y monitorear la salud de los trabajadores contratados a través de la admisión y exámenes periódicos que permitirán la detección de enfermedades virales, bacterianas, y parasitarias, entre otras, así como el oído, visión y exámenes de otras capacidades físicas relevantes a las actividades que los trabajadores desempeñarán;
- Colaborar para mantener condiciones sanitarias favorables para el personal;
- Educar y orientar al personal con respecto de enfermedades de transmisión sexual y enfermedades infecciosas contagiosas en general;
- Prestar asistencia médica de emergencia al personal en caso de accidentes;
- Transportar casos que requieren asistencia médica hospitalaria a servicios de salud contratados;
- Notificar a las autoridades competentes en caso de enfermedades de notificación obligatoria.

ATOME PLC

3. Legislación Aplicable

Se aplica toda la legislación establecida en la **Sección 4.6** del EIAS, además de los requisitos internacionales aplicables en materia de salud y seguridad en el trabajo, incluyendo la ND 2 de la CFI, las Guías MASS Generales y las Guías MASS para la Producción de Fertilizantes Nitrogenados de la CFI y los convenios de la OIT aplicables.

4. Responsabilidades

El manejo de salud y seguridad incorpora dos componentes: gestión y supervisión. Los Contratistas serán responsables de la implementación de los procedimientos de salud y seguridad durante la construcción. ATOME será responsable de la supervisión, comprobando la conformidad con los requisitos mínimos de salud y seguridad que serán cumplidos por los Contratistas, subcontratistas y proveedores, incluyendo el cumplimiento de los PTS. Los Contratistas serán responsables de garantizar el cumplimiento de los subcontratistas.

Los Contratistas deben estructurar equipo de salud y seguridad en el trabajo, que tenga un Gerente de Salud y Seguridad y un médico responsable de salud ocupacional. ATOME contará con un técnico de seguridad laboral para verificar el cumplimiento de los PTS en los frentes de trabajo.

En la fase de operación, ATOME contratará a empresas con experiencia comprobada en la operación de instalaciones similares y se encargará de supervisar el cumplimiento de los procedimientos de salud y seguridad por parte de esas empresas contratadas.

5. Metodología de Implementación

5.1. Preparación del Plan Integral de Salud y Seguridad (PISS)

Los Contratistas documentarán los procedimientos de Salud y Seguridad mediante un Plan Integral de Salud y Seguridad (PISS) para la fase de construcción, que tendrá los siguientes componentes:

- *Manual de procedimientos*, detallando los procedimientos específicos que se adoptarán para todas las tareas de manejo de salud y seguridad, incluyendo formularios, sistemas y procedimientos de registro, flujo de comunicación y otros aspectos;
- *Responsabilidades,* distribuyendo responsabilidades entre personal clave de salud y seguridad.
- *Programa de capacitación en salud y seguridad,* presentando los contenidos, frecuencia y contexto de aplicación de cada módulo de capacitación en salud y seguridad;
- *Gestión de salud ocupacional,* que incluirá el monitoreo de la salud del trabajador y asistencia médica, así como respuesta a emergencias;
- *Procedimientos de trabajo seguro*, para las actividades principales de alto riesgo en el Proyecto.

El PISS será preparado antes del inicio de las obras y enviado para análisis y aprobación del Equipo de ATOME. Esto incluirá todos los aspectos listados en los objetivos y garantizará la

ATOME PLC

conformidad de todas las normas legales aplicables y términos contractuales. Contendrá los detalles de todas las secciones del documento de PTS y sus requisitos mínimos.

Los Contratistas conducirán el auto monitoreo mediante inspecciones rutinarias de salud y seguridad.

El profesional de salud y seguridad del equipo de ATOME, a su vez, establecerá procedimientos de supervisión incluyendo instrumentos para la notificación de no conformidad (NNC) y solicitudes de acciones correctivas por parte de los Contratistas y subcontratistas.

Los requisitos de salud y seguridad serán incluidos en los contratos con Contratistas.

Las actividades primarias que serán desarrolladas por los responsables de la salud y seguridad ocupacional de los Contratistas serán las siguientes:

- Preparación del Plan Integral de Salud y Seguridad (PISS);
- Contratación de personal y capacitación del equipo de Gestión de Salud y Seguridad;
- Inspecciones de salud y seguridad (auto monitoreo);
- Inspecciones/supervisión de subcontratistas;
- Garantía de la participación del trabajador en el manejo de salud y seguridad mediante un Comité para la Prevención de Accidentes.

La empresa operadora contratada preparará el PISS para la fase de operación y mantenimiento (O&M) de acuerdo a las actividades, riesgos, equipos y empresas involucradas en esta nueva etapa del proyecto. Este será parte de su sistema de gestión de MASS a ser aprobado por ATOME.

5.2. Personal para el manejo de salud y seguridad

La estructura organizativa de los Contratistas para el manejo de los temas de salud y seguridad incluirán, como mínimo, un Gerente de Salud y Seguridad y un médico responsable de la salud ocupacional. La cantidad de personal de salud y seguridad dependerá de las normas y leyes locales, en base a la cantidad de trabajadores y el tipo de servicio que se desarrolle.

Son funciones del Gerente de Salud y Seguridad de los Contratistas:

- Asegurar que toda la maquinaria, equipo, instalaciones y actividades de construcción sean inspeccionadas rutinariamente en los aspectos de salud y seguridad;
- Informar a los trabajadores de todo riesgo que se presente;
- Instruir a los trabajadores en los PTS para evitar lesiones;
- Proporcionar los equipos de protección personal y colectivo (EPP y EPC) necesarios y adecuados para cada tipo de actividad;
- Asegurar que se provean condiciones de trabajo adecuadas a todos los trabajadores;
- Coordinar la capacitación en salud y seguridad;
- Asegurar que se cuente con primeros auxilios y asistencia médica para trabajadores;
- Contar con recursos apropiados para responder a las emergencias;
- Coordinar la investigación de accidentes.

ATOME PLC

5.3. Requisitos legales y buenas prácticas internacionales para Procedimientos de Trabajo Seguro (PTS)

Los temas listados a continuación deben ser incorporados necesariamente en los PTS, que serán detallados por los Contratistas en el PISS, y serán cumplidos por todos los subcontratistas.

1. Transporte, manipulación y almacenamiento de materiales;
2. Transporte de materiales peligrosos;
3. Transporte de personas;
4. Almacenamiento y manipulación de combustibles y materiales inflamables;
5. Operación de maquinaria y equipo;
6. Excavaciones;
7. Obras de concreto;
8. Trabajos en altura;
9. Tala de árboles;
10. Trabajo con riesgo eléctrico;
11. Trabajo en espacios confinados.

En el PISS de la fase de O&M deben incorporarse mínimamente estos mismos PTS y añadirse otros, como los siguientes:

12. Trabajo embarcado (en el transporte fluvial de fertilizante), a cargo de las empresas contratadas para el transporte o el puerto;
13. Trabajo en áreas con riesgo de explosión;
14. Trabajo en áreas con riesgo de fuga de NH_3, HNO_3 y NH_4NO_3;

Se proporcionará un botiquín de primeros auxilios en el campamento de construcción y las frentes de trabajo en todo momento.

Cuando cualquier parte del cuerpo pueda estar expuesta a materiales tóxicos o corrosivos, se proporcionarán duchas y lavaojos en el área de trabajo para uso inmediato de emergencia. Cuando las personas estén expuestas a resinas epoxi, solventes, hidrocarburos, cemento, cal viva, y otras substancias que produzcan dermatitis, se contará y utilizará ungüentos recomendados por el fabricante para la exposición específica.

5.4. Capacitación en seguridad ocupacional

La capacitación relacionada con el cumplimiento de los PTS será responsabilidad continua de los Contratistas durante todo el periodo de construcción y de las empresas operadoras durante la fase de O&M.

Por lo tanto, los Contratistas deberán contar con inspectores de salud y seguridad en número compatible con el tamaño de la mano de obra de construcción.

Durante el proceso de admisión, todos los trabajadores recibirán capacitación en salud y seguridad sobre los PTS y otros requisitos de salud y seguridad.

ATOME PLC

Durante la construcción, todos los trabajadores en los frentes de trabajo recibirán orientaciones semanalmente de por lo menos 15 minutos de duración. Además, se prevén charlas diarias de seguridad.

De ocurrir accidentes o se estimen como demasiado frecuentes las observaciones de cumplimiento de salud y seguridad, el equipo de supervisión de ATOME puede requerir que los Contratistas intensifiquen la capacitación.

La capacitación en salud y seguridad a cargo de los Contratistas será detallada en el PISS, que especificará los contenidos, grupos objetivo, frecuencia y formas de evaluación para cada tipo de capacitación a aplicarse. Incluirá como mínimo los siguientes módulos:

- Capacitación de inducción
- Primeros auxilios
- Animales venenosos
- Uso de EPPs y EPCs
- Procedimientos de Trabajo Seguro
- Charlas diarias de seguridad

5.5. Supervisión de las condiciones de salud y seguridad

El cumplimiento de las medidas del PISS serán objeto de dos tipos de supervisión: (i) la supervisión a través de inspecciones en salud y seguridad a cargo de los Contratistas (auto monitoreo), y (ii) la supervisión por parte de ATOME.

Los Contratistas llevarán a cabo Inspecciones de Seguridad de forma continua en los frentes de trabajo (auto monitoreo) para verificar la conformidad con las disposiciones de los PTS. Las inspecciones de seguridad, principalmente de naturaleza preventiva, tienen por objetivo detectar condiciones y/o conductas no seguras que, a su vez, podrían indicar los pasos necesarios para controlar y reducir los riesgos observados y reforzar la capacitación.

El equipo de salud y seguridad de los Contratistas supervisará también las actividades de los subcontratistas, evaluando la conformidad con los PTS y también con los otros compromisos, como capacitación, participación de los trabajadores, uso de EPP, entre otros. Los subcontratistas no necesitarán su propio servicio médico ya que la salud de los empleados del subcontratista será controlada por el servicio médico del Contratista.

Los equipos de salud y seguridad de los Contratistas y los subcontratistas producirán evidencia de la conformidad con todos los compromisos aplicables.

La supervisión de salud y seguridad a cargo de ATOME, a su vez, tanto en la construcción como en la operación (auto monitoreo y supervisión de empresas de transporte y mantenimiento) incluirá las siguientes actividades:

- Manejo de no conformidades
- Investigación de accidentes
- Estadísticas de accidentes

ATOME PLC

Manejo de no conformidades

Se implementará un procedimiento que responda a todas las Notificaciones de no conformidad emitidas por el supervisor de SST de ATOME con relación al incumplimiento de algún aspecto en el PISS. Este procedimiento será detallado en el PISS y deberá incluir como mínimo lo siguiente:

- Plan de Acción Correctiva, que detallará las acciones/medidas a adoptarse para corregir los problemas, señalará a las personas responsables de cada acción, especificará la evidencia a presentarse para demostrar el cumplimiento y el periodo de tiempo para cada acción;
- Notificación de cumplimiento, que es el documento a ser enviado al equipo de ATOME informando la conclusión del Plan de Acción Correctiva y adjuntando la evidencia correspondiente.

El procedimiento de manejo de no conformidades se aplicará también en el caso de incumplimientos debido a las actividades de los subcontratistas y proveedores.

En la fase de O&M, el equipo de supervisión de ATOME adoptará el procedimiento de manejo de no conformidades en el auto monitoreo y en la inspección de las actividades de empresas y terceros contratados.

Investigaciones de accidentes

Todos los accidentes serán metódicamente investigados y las investigaciones serán coordinadas por el responsable de SST en el frente de construcción/O&M en el que ocurrió el accidente, bajo la supervisión del Gerente de Salud y Seguridad. El médico responsable de la salud ocupacional y el ingeniero de construcción responsable del frente de trabajo también participarán. El médico será responsable también de emitir el Reporte de Accidentes.

Los reportes de accidentes industriales o víctimas fatales serán reportados al Ministerio de Trabajo, en el último caso, también al Ministerio Público. Todos los accidentes serán investigados y documentados, con la siguiente información como mínimo:

- Lesión personal
- Nombre de la persona involucrada
- Nombre de la lesión
- Lugar de la lesión
- Descripción del accidente
- Tipo de accidente
- Motivo del accidente
- Medidas correctivas (según lo justificado)

Los resultados de la investigación de accidentes serán registrados en formatos definidos en el PISS. Los resultados concluirán la causa del accidente y las acciones correctivas serán planificadas de acuerdo a esta conclusión.

ATOME PLC

Estadísticas de accidentes

Las estadísticas de accidentes del Proyecto serán actualizadas permanentemente por el Gerente de Salud y Seguridad de los Contratistas. En la fase de O&M, la responsabilidad de elaborar estas estadísticas recae en el coordinador de SST de la empresa operadora.

5.6. Gestión de salud del trabajador

El manejo de salud del trabajador incluye:

- Proveer seguro médico del Instituto de Previsión Social (IPS);
- Realizar exámenes médicos requeridos por ley u otros al momento de la admisión, periódicamente, después de regresar a trabajar (ausencia superior a 15 días), al momento de cambios de funciones y al momento de despido;
- Monitorear grupos de trabajadores sujetos a riesgos de salud específicos;
- Elaborar y custodiar de los registros de salud de los trabajadores;
- Solicitar reubicación o despidos de trabajadores cuando sea necesario por razones médicas y emitir notificaciones de accidentes de trabajo;
- Mantener el equipo, materiales y personal capaz de administrar primeros auxilios;
- Establecer acuerdos con hospitales y otras instituciones médicas que puedan atender a los trabajadores que requieran asistencia adicional.

Además, tanto durante la construcción (Contratistas) como en la operación del Proyecto, deberán realizarse mediciones periódicas de los niveles de ruido ocupacional, durante 8 horas seguidas, para garantizar el cumplimiento de los límites de ruido en el ambiente de trabajo y las medidas de protección auditiva, establecidos por las Guías generales de la CFI:

Tabla 5.6.a del P.04
Límites de ruido para los diferentes ambientes de trabajo

Lugar/actividad	Nivel equivalente LAeq,8h	Máximo LAmax, fast
Industria pesada (sin necesidad de comunicación oral)	85 dB(A)	110 dB(A)
Industria ligera (necesidad decreciente de comunicación oral)	50-65 dB(A)	110 dB(A)
Oficinas abiertas, salas de control, bancos de trabajo o lugares similares	45-50 dB(A)	-
Oficinas individuales (sin ruidos molestos)	40-45 dB(A)	-
Clases académicas, salas de conferencias	35-40 dB(A)	-
Hospitales	30-35 dB(A)	40 dB(A)

Fuente: Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad de la CFI.

Las campañas de medición del ruido ocupacional durante la construcción serán realizadas de acuerdo con las características de las frentes de trabajo para determinación de las medidas de protección auditivas. Durante la operación, las campañas serán semestrales, después de la verificación de los niveles de ruido en cada unidad de la planta. Tanto en la fase de construcción como en la operación, se llevarán a cabo otras campañas siempre que se produzca un cambio en los procesos, procedimientos o tiempo de exposición que pueda provocar un aumento de la exposición al ruido de los empleados.

ATOME PLC

Específicamente para las obras de construcción, la OSHA establece los siguientes límites. Los contratistas y las empresas operadoras tendrán un programa de protección auditiva para los trabajadores expuestos a altos niveles de ruido.

Table 5.6.b del P.04
Límites de ruido en las obras de construcción

Duración por día, en horas	Nivel sonoro dBA respuesta lenta
8	90
6	92
4	95
3	97
2	100
1½	102
1	105
½	110
¼ o menos	115

Fuente: Occupational Safety and Health Administration (OSHA).

5.7. Comité para la prevención de accidentes

Las siguientes actividades se encuentran dentro del alcance del Comité previsto como parte del PISS:

- Capacitación específica de aquellos elegidos por el comité;
- Identificación de riesgos en procesos laborales y propuestas para ajustar los PTS;
- Solicitudes para apagar maquinarias o sectores que representan riesgos graves e inminentes a la salud y seguridad de los trabajadores;
- Comunicación y cumplimiento de los PTS, así como las cláusulas de acuerdos laborales colectivos y convenciones relacionadas con seguridad laboral;
- Análisis de causas de enfermedad y accidentes laborales, y propuestas de medidas para resolver los problemas identificados;
- Investigación de accidentes;
- Estadísticas de accidentes.

6. Indicadores de Efectividad

Este Programa utilizará los siguientes indicadores:

- Número de accidentes con licencia médica;
- Número de accidentes sin licencia médica;
- Número de accidentes con atención ambulatoria simple;
- Número de accidentes mayores;
- Número de accidentes mortales;
- Número de casos de enfermedades relacionadas con el trabajo;
- Número de casos de enfermedades infecciosas entre trabajadores;
- Número de notificaciones de no conformidades derivadas del incumplimiento de cualquiera de los PTS.

ATOME PLC

7. Reportes

Los Contratistas prepararán mensualmente informes de salud y seguridad en el trabajo para presentarlos al equipo de supervisión de ATOME durante la construcción.

Los informes enumerarán todas las empresas subcontratistas que operan en los frentes de construcción y en el campamento, especificando el número respectivo de trabajadores y las actividades realizadas o bajo su responsabilidad.

Se presentará información / evidencia de los indicadores de efectividad listados en la sección anterior para el período.

En la fase de O&M, el coordinador de salud y seguridad de ATOME elaborará informes internos periódicos con información/evidencia de los indicadores de efectividad.

8. Cronograma de Ejecución

El Programa debe mantenerse durante todo el período de construcción y después en la fase de O&M, a fin de evitar o minimizar el riesgo de accidentes y garantizar la salud laboral de las personas.

P.05 – Programa de Gestión del Trabajo y Condiciones Laborales

1. Justificación del Programa

La construcción y operación de los componentes del Proyecto implicarán actividades que involucrarán varias empresas, incluyendo los Contratistas, subcontratistas y proveedores, todos aquellos con una plantilla de trabajadores contratados.

Por lo tanto, el Proyecto debe contar con medidas para asegurar que la contratación de estos trabajadores y su relación con los empleadores se realice de acuerdo a la legislación laboral paraguaya y con los requerimientos internacionales aplicables. El objetivo es garantizar el cumplimiento de los derechos fundamentales de los trabajadores, asegurando un trato justo; la no discriminación; la igualdad de oportunidades para los trabajadores; el derecho de formar organizaciones; el respeto a las minorías y a las personas en condiciones de vulnerabilidad y el no empleo de trabajo infantil y forzoso. Además, se debe garantizar condiciones de trabajo seguras y saludables, y promover la salud de los trabajadores.

2. Objetivos Principales

El objetivo principal del Programa de Gestión del Trabajo y Condiciones Laborales es garantizar que se apliquen políticas y procedimientos de gestión laboral de acuerdo con las leyes laborales de Paraguay y los convenios de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), que son la base de los requisitos de Norma de Desempeño 2 de la CFI. Para ello, tendrá los siguientes objetivos específicos:

- Preparar e implementar una Política de Recursos Humanos alineada con la legislación paraguaya, los Convenios de la OIT y otros requerimientos internacionales aplicables,

ATOME PLC

incluyendo procedimientos de contratación, capacitación y reducción de la fuerza laboral;
- Beneficiar a la población de Villeta, mediante el uso de mano de obra local en actividades de construcción y también en la operación;
- Prevenir impactos que puedan ocurrir como resultado de la migración de personas de otras regiones;
- Establecer las condiciones de trabajo y de empleo;
- Implementar un Mecanismo de Manejo de consultas, reclamos y sugerencias para los trabajadores;
- Detallar un Código de Conducta para los trabajadores.

3. Legislación Aplicable

Se aplica toda la legislación establecida en la **Sección 4.7** del EIAS, además de los principales requisitos internacionales aplicables en materia de condiciones de trabajo y empleo y que están alineados con las leyes laborales paraguayas, incluyendo la ND 2 de la CFI y los convenios de la OIT aplicables.

4. Responsabilidades

ATOME cuenta con una Política de Recursos Humanos alineada con la legislación aplicable mencionada en el ítem anterior. Los Contratistas de las fases de construcción y Empresas contratadas para la operación y mantenimiento deberán preparar una Política de Recursos Humanos que se adecue a la Política de ATOME e incluya procedimientos detallados de contratación, capacitación y reducción de trabajadores, alineada con la legislación paraguaya, Convenios de la OIT y otros requerimientos internacionales aplicables. Estos procedimientos deberán cumplirse durante las obras de construcción del Proyecto y en la operación y mantenimiento, asimismo se deberá garantizar el cumplimiento por parte de los subcontratistas y proveedores.

ATOME revisará los procedimientos de la Política de RRHH de los Contratistas EPC y las empresas de operación y mantenimiento. El equipo de supervisión de ATOME será responsable de evidenciar la adopción de los procedimientos de la Política por Contratistas, subcontratistas y proveedores durante la construcción y en la operación y mantenimiento.

5. Metodología de Implementación

El Programa de Gestión del Trabajo y Condiciones Laborales se implementará a través de las siguientes medidas:

5.1. Preparación de una Política de Recursos Humanos

Se requiere una Política de Recursos Humanos (o instrumento equivalente) para formalizar el compromiso del Proyecto con la legislación paraguaya relativa a la gestión laboral, con los Convenios de la OIT y con otros requisitos internacionales aplicables, y para establecer procedimientos para garantizar su cumplimiento. Se aplica a los trabajadores contratados directamente por ATOME, por Contratistas, subcontratistas, empresas de mantenimiento, empresas de transporte terrestre y fluvial, y proveedores (trabajadores de la cadena de suministro) en las fases de construcción y operación del Proyecto.

ATOME PLC

La Política y los procedimientos de Recursos Humanos de cada empresa deberán detallar al menos los siguientes procesos y actividades:

(i) Contratación y cualificación de la plantilla;
(ii) Salarios y prácticas de beneficios;
(iii) Medidas disciplinarias;
(iv) Prevención de conflictos (mecanismos de consulta y reclamación);
(v) Proceso de admisión y despido;
(vi) Capacitación;
(vii) Reducción/desmovilización.

Los procedimientos de contratación y de los demás aspectos de la relación de empleo (remuneración, condiciones de trabajo y términos de empleo, acceso a capacitación, asignación de puestos, promoción, despido o jubilación y prácticas disciplinarias) deben garantizar que no haya discriminación, exclusión o preferencia basada en motivos de sexo, edad, raza, color, ascendencia nacional, origen social, opinión política, militancia sindical o creencia religiosa, orientación sexual, identidad de género y discapacidad; la prohibición del trabajo infantil o forzoso; el respeto a las minorías y a las personas en condiciones de vulnerabilidad.

La política debe dejar clara la prohibición del trabajo de los menores de 18 años, tal y como se establece en el Código del Trabajo paraguayo para ambientes industriales. También debe garantizar el respeto al derecho de formar organizaciones laborales; condiciones de trabajo seguras y saludables, y la salud de los trabajadores.

5.2. Contratación y capacitación laboral

El Proyecto hará el mayor esfuerzo para la contratación de mano de obra local calificada y no calificada que pertenezca a su área de influencia (Villeta), siempre que sea necesario y se cumpla con los requisitos para el tipo de trabajo ofrecido. Al contratar, también se harán esfuerzos para garantizar que las mujeres y los hombres tengan las mismas oportunidades.

Se informará a las comunidades locales sobre los perfiles requeridos para la mano de obra calificada y no calificada, de acuerdo con las necesidades de Proyecto.

Los requisitos de contratación serán divulgados por el Proyecto, explicando las calificaciones y documentos a presentarse.

La recepción de los currículums será manejada por el responsable del equipo SSMA de cada Contratista. Se designará un lugar de recepción de estos currículums en las áreas de apoyo de construcción y / u otra ubicación conveniente. En cualquier caso, los currículos eventualmente recibidos a través del mecanismo de manejo de reclamos o del equipo de comunicación del **P.03 – Programa de Participación de Partes Interesadas** serán enviados a este profesional de los Contratistas responsable del manejo de currículos.

Buscando cumplir con la máxima contratación de trabajadores locales, los Contratistas buscarán datos sobre la mano de obra disponible en la región a través del contacto con la municipalidad

ATOME PLC

de Villeta y / u otras instituciones, y anunciarán los puestos en plataformas como el Servicio Público de Empleo – Paraguay, del Facebook.

También para maximizar la contratación local, se desarrollará programa de capacitación y aprendizaje para residentes locales con el fin de potenciar la provisión de mano de obra local y promover y recompensar a individuos motivados que se gradúen con éxito de los programas de capacitación.

En la capacitación de los empleados contratados se expondrán los fundamentos de las técnicas necesarias para el desempeño del trabajo, como el propósito del trabajo, el uso seguro de herramientas, las relaciones interpersonales, el trabajo en equipo, la seguridad en el trabajo y el cuidado del medio ambiente, entre otros.

Los Contratistas presentarán a ATOME un Informe mensual de composición de mano de obra, que indique la cantidad total de trabajadores, sus funciones/grados de calificación y lugar de origen.

5.3. Condiciones de trabajo y de empleo

Se cumplirán las condiciones de trabajo mínimas en el campamento de construcción y frentes de trabajo establecidas en el Decreto N° 14390/1992 y modificaciones, y en requisitos internacionales como el documento *Workers Accomodation: Process and Standards* del IFC/EBRD. Las condiciones serán cumplidas en las instalaciones del campamento incluyendo comedor, baños, vestuarios, sanitarios, sitios para descanso, y en los alojamientos de trabajadores de fuera de la región en hoteles y apartamentos de Asunción o Villeta.

Los requisitos a ser cumplidos se refieren a espacio mínimo; suministro de agua; sistema adecuado de saneamiento y eliminación de residuos; número y distancia adecuados de los sanitarios, separando los de los hombres de los de las mujeres; protección adecuada contra el calor, el frío, la humedad, el ruido, el fuego y contra animales transmisores de enfermedades; instalaciones sanitarias y de aseo personal adecuadas; ventilación; iluminación; limpieza; y servicios médicos básicos y sistema anti-incendios. Además, serán cumplidas las condiciones de instalaciones y distanciamiento físico que cumplan con las buenas prácticas internacionales recomendadas por la OMS para la prevención del COVID-19 en el entorno laboral.

Las normas y condiciones mínimas se aplicarán igualmente a los empleados de terceros durante la fase de construcción.

Los equipos de los Contratistas EPC presentarán informes de inspecciones para garantizar el cumplimiento de las normas en el campamento de construcción, instalaciones para alojamiento de trabajadores incluyendo alojamientos hoteleros y apartamentos de Asunción o Villeta.

5.4. Mecanismo de manejo de reclamos de trabajadores

Los Contratistas deben implementar un mecanismo de reclamaciones de los trabajadores (propios y de terceros), a que debe ser accesible y permitir que presenten cualquier tipo de queja o preocupación con respecto al lugar de trabajo, a conflictos laborales, la falta de seguridad en el desempeño de la función, además de permitir hacer denuncias de cualquier

ATOME PLC

naturaleza, de manera confidencial y sin ningún tipo de represalia.

Los canales para la presentación de dudas, sugerencias, quejas y denuncias deben ser ampliamente difundidos al trabajador ya en la capacitación de inducción y en todos los entrenamientos ambientales y sociales para trabajadores (ver **Sección 5.6**). ATOME y sus contratistas EPC mantendrán una política de "puertas abiertas", proporcionando un trato confidencial y justo a todos los trabajadores, que recibirán información sobre canales viables para expresar sus quejas sin tener que discutirlas directamente con su supervisor inmediato.

El sistema debe involucrar a un nivel apropiado de gestión y abordar las preocupaciones con prontitud, utilizando un proceso comprensible y transparente que proporcione información oportuna a los trabajadores.

También debe quedar claro para el trabajador que el mecanismo no impedirá el acceso a otros recursos judiciales o administrativos de los cuales se pueda disponer conforme a la legislación o los procedimientos de arbitraje existentes, ni sustituir los mecanismos de reclamación dispuestos por acuerdos colectivos.

El mecanismo interno de reclamación debe extenderse a los trabajadores de subcontratistas y de proveedores, según sea necesario para garantizar que todas las empresas gestionan sus relaciones laborales de forma diligente y responsable.

Según el **P.03 – Programa de Participación de Partes Interesadas**, los canales para recibir quejas y sugerencias de los trabajadores pueden también incluir buzones de sugerencias que se distribuirán en el campamento de construcción, que deben sellarse y garantizar la confidencialidad del demandante, además de los otros medios ya mencionados.

El mecanismo de reclamos específico de los trabajadores debe indicar un plazo para responder a las quejas, permitiendo la extensión del plazo si está justificado.

Al informar a los trabajadores sobre el mecanismo de reclamos, se dejará claro que pueden enviar sus quejas y sugerencias directamente a ATOME, a través de un contacto específico que se creará como parte del mecanismo de reclamos gestionado por ATOME como parte del P.03. La apertura de este canal directo no implica que ATOME asumirá la responsabilidad de las relaciones laborales o contractuales establecidas. Esto simplemente tendrá la función de permitir que ATOME también reciba los reclamos de empleados de los Contratistas y subcontratistas y solicitar que se consideren acciones correctivas cuando se considere que dicha gestión es inapropiada o puede implicar un riesgo para el Proyecto.

5.5. Código de Conducta para los trabajadores

Los Contratistas desarrollarán un Código de Conducta que deberá incluir políticas y normas a ser cumplidas por los empleados y empleadores involucrados en las obras del Proyecto, incluyendo la Planta, la LT y la infraestructura de provisión de agua y tuberías de agua y efluentes. Estas directrices establecen un marco de comportamiento e interacción adecuada cuyos objetivos son:

ATOME PLC

- Garantizar la calidad de las relaciones entre el personal de obra (incluyendo empleadores, proveedores, etc.), el personal de obra y la sociedad civil (incluyendo la finca vecina, población cercana a los accesos a las obras, sociedad civil en general, etc.);
- Proteger el medio ambiente;
- Garantizar las condiciones de salud e higiene de los trabajadores;
- Proteger los bienes de propiedad pública o privada;
- Cumplir con la legislación ambiental, laboral y garantizar la disciplina.

Para divulgar adecuadamente el Código de Conducta, los Contratistas lo incluirán en el contenido de capacitación de inducción y en la capacitación ambiental para trabajadores prevista en este Programa (ver **Sección 5.6**), y se publicará en sitios estratégicos en el campamento de construcción.

El Código de Conducta debe ser adoptado por todos los trabajadores de los Contratistas, subcontratistas y proveedores. Este normalmente se basa en los valores de los Contratistas y en la declaración de misión de cada empresa, no obstante, se mencionan a continuación los requisitos mínimos que debe contener un Código de Conducta:

ATOME PLC

Aspectos generales

- La conducta de los trabajadores antes, durante y después de las horas de trabajo será ejemplar y se ajustará rigurosamente a la ley. Se mantendrá, en especial, una relación educada y respetuosa con todos; no se aceptará una conducta hostil con la comunidad local, sino que se mostrará respeto por los valores, las costumbres y la cultura local en todo momento.
- Se prohíbe estrictamente cualquier forma de discriminación por sexo, edad, raza, color, ascendencia nacional, origen social, opinión política, militancia sindical o creencia religiosa, orientación sexual, identidad de género y discapacidad.
- Todos los trabajadores portarán credenciales que permitan la fácil identificación de sus nombres, cargo y compañía para la cual trabajan.
- Está estrictamente prohibido portar armas, consumir bebidas alcohólicas o drogas, así como poseer, materiales con contenido pornográficos (imágenes, videos, revistas, etc.) en todas las áreas del Proyecto.
- Se controlará la venta de productos dentro o cerca de los límites del campamento de construcción. Para esto, se realizará un registro de los comerciantes y se limitará el número de personas que pueden realizar este servicio.
- Cualquier daño a los establecimientos del campamento y/o a propiedad de terceros será reportado oportunamente al supervisor directo.
- Se prohíbe realizar grafiti en las instalaciones del campamento de construcción, así como cualquier forma de vandalismo que afecte los bienes de los Contratistas, de ATOME o de terceros.
- Ningún trabajador de los Contratistas podrá hacer declaraciones relacionadas con el Proyecto a la prensa o a cualquier otro medio, pues sólo están permitidas a ATOME o al equipo del Programa de Participación de las Partes Interesadas.
- Todo empleado debe informar a su supervisor inmediatamente la existencia de alguna conducta que infrinja el Código de Conducta en general.

Violencia basada en género y acoso sexual

- Está estrictamente prohibida la violencia basada en género. Con este fin, el contenido que se proporcionará a los trabajadores en la educación ambiental y social incluirá la sensibilización y familiarización con las acciones que constituyen ese tipo de violencia, para que puedan identificar cuándo estas se manifiestan.
- La violencia basada en género no solo se dirige a mujeres y niñas, sino también a personas con diversa orientación o identidad sexual (homosexuales, lesbianas, personas transgéneros, entre otros).
- Está estrictamente prohibida cualquier acción que pueda constituir control y/o uso físico, emocional, sexual y/o de poder (financiero) contra trabajadoras, mujeres y personas LGBTQI+ del área de influencia de las obras.
- Cada trabajador será penalizado por cualquier acción que constituya acoso sexual, violación o cualquier forma de agresión física o verbal contra trabajadoras y contra mujeres y personas LGBTQI+ de la comunidad del área de influencia de las obras.
- Se informará a los trabajadores sobre los riesgos de contraer o transmitir enfermedades de transmisión sexual en contacto con la población de las comunidades que rodean las obras.
- Está prohibido negar oportunidades a las mujeres, e impedir que compitan por puestos de trabajo reconocidos como masculinos, que participen de entrenamiento de capacitación laboral, entre otras oportunidades.
- Todas las acciones referidas a temas de violencia en género y acoso sexual serán tratadas de manera adecuada, mediante mecanismos que mantengan resguardada la seguridad de las víctimas y serán merecedoras de las sanciones más estrictas (como es el despido por causa grave, entre otros), sin perjuicio de las consecuencias penales de dichos actos generen.

Higiene y seguridad

- Todo empleado debe cumplir rigurosamente las normas de seguridad ocupacional. Cualquier incumplimiento de estas normas será considerado como una falta grave por el Coordinador de Seguridad Ocupacional de los Contratistas.
- Todos los trabajadores deben cumplir las normas de prevención al Covid-19 y otras enfermedades transmisibles.
- Todo empleado deberá informar al Supervisor de Seguridad inmediato la existencia de alguna conducta que sea insegura o que no se ajuste a las normas de salud y seguridad.
- Se deberá realizar exámenes médicos para la admisión, despido y para cualquier cambio de función laboral.
- Todo empleado que muestre síntomas de enfermedad deberá reportarlo de inmediato.
- Todos los trabajadores deben aceptar tomar vacunas si es necesario.
- Todo empleado debe tener buenos hábitos de higiene personal. No se permitirá la eliminación de basura fuera de los contenedores de basura determinados. Se deberá utilizar los baños en las instalaciones.
- Los conductores de maquinaria pesada y los operadores de equipos que trabajen fuera de las instalaciones de trabajo seguirán estrictamente las señalizaciones viales y normas de tránsito y respetarán la prohibición de tirar basura en las carreteras durante el viaje.
- Se prohíbe estrictamente el transporte de terceros en los vehículos de trabajo durante las actividades relacionadas con la construcción. Sólo se permite el transporte de terceros con

ATOME PLC

autorización expresa y bajo la responsabilidad directa del Gerente de Contrato y/o Ingeniero de los Contratistas.
- Se debe cumplir en todo momento el uso de caminos de servicio para la construcción, los límites de velocidad y cualquier instrucción contenida en las señalizaciones.

Patrimonio ambiental y cultural

- Se prohíbe estrictamente la pesca, la caza y daño físico de cualquier tipo a la fauna silvestre, así como el corte desautorizado de vegetación, además de la tenencia de animales silvestres. Cualquier trabajador que sea encontrado realizando dichas acciones será despedido inmediatamente.
- Todo contacto visual con fauna terrestre local dentro de las áreas del Proyecto debe ser reportado sin demora al supervisor inmediato para que el equipo de supervisión ambiental tome la acción adecuada.
- Se prohíbe alimentar a la fauna local.
- Se prohíbe mantener, capturar o afectar de cualquier forma (maltrato, atropellamiento, etc.) a todo tipo de animal doméstico en las áreas del Proyecto.
- Se prohíbe deambular en áreas ambientales sensibles fuera de las áreas del Proyecto.
- Se prohíbe estrictamente encender pequeñas fogatas o iniciar quemas abiertas.
- Cualquier resto o vestigio arqueológico, paleontológico o histórico encontrado durante la construcción deberá ser preservado e informado sin demora al supervisor inmediato.

Salvaguardia general

- Algunas situaciones o aspectos no previstos anteriormente pueden surgir durante el proceso de ejecución de las obras. En todas estas situaciones, se espera una conducta diligente por parte de los trabajadores, siguiendo el mismo estándar ético que guio la elaboración preliminar de este Código de Conducta.

5.6. Educación ambiental y social de trabajadores

Los empleados de los Contratistas y de los subcontratistas recibirán nociones de educación ambiental y social en módulos estándar de 1 (una) hora, cada 6 (seis) meses (o cuando necesario de acuerdo con las actividades ejecutadas), administrado en el campamento de construcción, en el que la participación será obligatoria, con registro de todos los participantes.

Los módulos de educación ambiental y social cubrirán el siguiente contenido:

- Resumen de la legislación ambiental y social pertinente, con énfasis en las prohibiciones sobre tala de vegetación no autorizada, pesca, caza de animales silvestres, colecta de plantas, daños al patrimonio histórico, cultural, arqueológico y paleontológico, emisión de ruido;
- Prohibición de recolección y caza de la fauna silvestre, directrices para evitar accidentes con la fauna y directrices para no atraer animales domésticos a los frentes de trabajo y campamento de construcción;
- Prevención de incendios forestales;
- Importancia de prevenir y controlar la erosión y la contaminación ambiental;
- Eliminación de residuos sólidos;

ATOME PLC

- Reconocimiento de animales venenosos y procedimientos en caso de mordeduras;
- Patrimonio arqueológico, histórico, cultural y paleontológico - sensibilización sobre la necesidad de preservación, nociones para la identificación y acciones a tomar en caso de hallazgos fortuitos;
- Explicación de cómo actuar en caso de emergencias como accidentes de trabajo, incendio accidental, entre otros;
- Posesión y uso de armas en general - armas de fuego y armas blancas, excepto cuando lo exija la función ejercida;
- Entrenamiento en conducción defensiva;
- Límites de velocidad en frentes de servicio, accesos internos y externos;
- Presentación del Código de Conducta para los trabajadores y reglas sobre las relaciones con la comunidad del área de influencia;
- Educación sexual y enfermedades transmisibles.
- Convivencia respetuosa con las personas que residen y/o trabajan en la finca vecina, ya que el número puede variar y con las comunidades del área de influencia;
- Medidas de mitigación de impactos negativos e instrucciones de control ambiental contenidas en este Plan, explicadas en lenguaje simple y directo, con la ayuda de ilustraciones, para informar sobre buenas prácticas a ser utilizadas y supervisadas en las obras;
- Descripción de los procedimientos de supervisión / monitoreo ambiental de las obras, centrándose en el sistema de manejo de no conformidades;
- Uso de equipos de protección individual y colectiva (EPI y EPC);
- seguridad individual (EPI);
- Entre otros temas.

6. Indicadores de Efectividad

Los indicadores del Programa deberán gestionar / monitorear los siguientes aspectos clave:

- Procedimientos de la Política de Recursos Humanos detallados y aprobados;
- Cantidad de trabajadores que participan en actos de capacitación laboral en relación al total de trabajadores contratados;
- Cantidad de trabajadores contratados localmente en relación al total de trabajadores contratados;
- Número de no conformidades (NC) registradas a través del Programa de Gestión Ambiental y Social relacionadas con las condiciones de Trabajo y de Empleo;
- Cantidad de quejas/sugerencias recibidas a través de los buzones de sugerencias instalados en el campamento de construcción y plazo de respuesta;
- Cantidad de trabajadores que participan en eventos de Educación Ambiental y Social en relación al total de trabajadores;
- Cantidad de trabajadores entrenados en el contenido del Código de Conducta en relación al total de trabajadores contratados.

7. Reportes

ATOME y los Contratistas deberán detallar los procedimientos de sus Políticas de Recursos Humanos.

ATOME PLC

El cumplimiento de los procedimientos por parte de los Contratistas se evidenciará mediante los informes periódicos durante la construcción, que deben incluir los datos de contratación, capacitación y reducción de la fuerza laboral en el periodo, y los resultados del mecanismo de manejo de reclamos.
El cumplimiento también se evidenciará a través de las inspecciones periódicas y verificación de documentación laboral por parte de los contratistas EPC y ATOME.

8. Cronograma de Ejecución

Los procedimientos de la Política de Recursos Humanos y el Código de Conducta se elaborarán y aprobarán antes de iniciar la construcción. La aplicación de las medidas durará toda la fase de construcción.

La educación ambiental y social de trabajadores tendrá inicio después de la formación de los equipos de los Contratistas y cada seis meses durante la construcción, o cuando necesario de acuerdo con las actividades ejecutadas, en un módulo estándar de una (1) hora de duración.

Las medidas de contratación de trabajadores tendrán inicio en la etapa de planificación y podrán extenderse a gran parte de la fase de construcción mientras las obras civiles y el montaje de la Planta aún están en progreso.

La Política de Recursos Humanos de ATOME seguirá aplicándose en la fase de operación del Proyecto, y las normas de contratación, capacitación, condiciones de trabajo y conducta se exigirán a las empresas subcontratadas en esta fase, como las empresas de transporte terrestre y fluvial y de mantenimiento.

P.06 – Programa de Respuesta a Emergencias para la Fase de Construcción

1. Justificación del Plan

El Programa de Control Ambiental de la Construcción (P.01) proporciona procedimientos para prevenir o mitigar impactos durante la construcción del proyecto. Sin embargo, pueden surgir situaciones de emergencia en las que los Contratistas deben estar preparados para actuar rápidamente. El Programa de Respuesta a Emergencias para la Fase de Construcción minimizará las consecuencias ambientales de cualquier escenario accidental a través de una acción de emergencia rápida y efectiva.

2. Objetivos Principales

El objetivo del Programa de Respuesta a Emergencias para la Fase de Construcción es el establecimiento de procedimientos técnicos y administrativos para acciones inmediatas, disciplinadas y eficientes, mediante el uso de mano de obra capacitada y equipo y materiales apropiados para ser aplicados en cualquier situación de emergencia durante la fase de obras de la Planta, LT e infraestructuras de provisión de agua y vertido de efluentes. El objetivo principal es, en caso de accidente, obtener una acción rápida y efectiva dirigida a preservar vidas, prevenir o minimizar la destrucción del Proyecto, protegiendo a los trabajadores y la comunidad y el medio ambiente de la región.

ATOME PLC

El objetivo de este Plan también es comunicar a todos los involucrados sobre situaciones de emergencia, liberación accidental de contaminantes, y ocurrencias que pueden poner en peligro a la población y el medio ambiente.

3. Legislación Aplicable

Se aplica la legislación establecida en la **Sección 4.8** del EIAS, además de los principales requisitos internacionales aplicables, incluyendo las ND 1 y 4 de la CFI y las Guías Generales de Medio Ambiente, Salud y Seguridad (MASS) de la CFI.

4. Responsabilidades

Los responsables de la ejecución del Programa de Respuesta a Emergencias para la Fase de Construcción son los Contratistas, bajo la supervisión de ATOME. Para ello, los Contratistas designarán profesionales que desempeñarán la función de Coordinador de Emergencias.

5. Metodología de Implementación

Este Plan incluye:

- Descripción de los escenarios de emergencia o desastre considerados;
- Los órganos a ser involucrados según el tipo de situación y acuerdos de colaboración;
- La secuencia lógica de acciones a implementar en cada caso;
- El equipo y los recursos materiales y técnicos en los que deben confiar los Contratistas, los subcontratistas y ATOME para apoyar acciones de emergencia;
- La delimitación de responsabilidades.

Los escenarios de accidentes considerados en la construcción son:

- Derrame de productos peligrosos;
- Incendios / explosiones;
- Eventos extremos, como tormentas tropicales y sequías.

Para cada situación se desarrollaron Planes de Acción de Emergencia, que se presentan a continuación, que cubren los diferentes escenarios previstos para cada tipo de accidente/emergencia y los procedimientos mínimos para combatir cada hipótesis considerada, incluyendo los siguientes pasos en todos los casos:

- Evaluación previa;
- Análisis de gravedad de accidentes/emergencias;
- Selección del procedimiento a adoptar;
- Secuencia de activación: formas de comunicación;
- Medidas de estabilización y control de accidentes/emergencias;
- Medidas correctivas según corresponda;
- Monitoreo de recuperación / estabilización.

ATOME PLC

Los órganos a activar varían según la hipótesis considerada. Sin embargo, dependiendo de las hipótesis accidentales consideradas, se incluirán las siguientes entidades, órganos o elementos intervinientes:

- ATOME;
- Contratistas y subcontratistas;
- Secretaría de Emergencia Nacional – SEN;
- Organizaciones departamentales y locales de emergencia;
- Cuerpo de Bomberos;
- MADES;
- Dirección de Gestión de Cuencas Hidrográficas;
- Hospital y primeros auxilios;
- Policía de tránsito;
- Junta de Saneamiento.

5.1. Plan de Acción de Emergencia en caso de derrame de productos peligrosos

El presente Plan de Acción de Emergencia tiene como objetivo definir acciones para responder a eventos accidentales que impliquen la fuga de productos peligrosos con contaminación de curso de agua y/o suelo durante las actividades de construcción.

Recursos necesarios para abordar la hipótesis accidental contemplada

- Barreras de contención;
- Absorbentes industriales;
- Estopas para la recogida del combustible/aceite;
- Barriles para recibir combustible/aceite recogido o tierra contaminada;
- Espuma absorbente para fugas de combustible y / o lubricante en cantidad suficiente.

Órganos a activar

- ATOME;
- Contratistas y subcontratistas;
- MADES;
- Dirección de Gestión de Cuencas Hidrográficas;
- Junta de Saneamiento de Villeta (en caso de contaminación de curso de agua utilizado para captación de agua);
- Cuerpo de Bomberos, si fuere necesario.

Procedimientos de combate a emergencia

Este Plan de Acción de Emergencia se implementará con el apoyo de los sistemas de comunicaciones existentes en los frentes de construcción y campamento. Todas las fugas de combustibles y / o productos peligrosos serán reportadas inmediatamente a la persona responsable del campamento o frente de construcción, que activará al Coordinador de Emergencias.

ATOME PLC

Los procedimientos a adoptar el en caso de derrame de productos peligrosos sobre cursos de agua y sobre el suelo son:

1. Paralizar inmediatamente las actividades que dieron lugar a la fuga, según corresponda (bombeo, descarga, otros);
2. Eliminar todas las fuentes de ignición cercanas (apagar vehículos y equipos);
3. Identificar el punto de fuga y detener cuando sea posible (mangueras rotas, tanques, otros);
4. Después de las acciones iniciales anteriores, el responsable por el frente de trabajo aislará el área y prohibirá el acceso;
5. Identificar el producto derramado;
6. Comunicar con el Coordinador de Emergencias, describiendo el tamaño y la gravedad de la situación;
7. Activar el protocolo y comunicar al MADES y el Cuerpo de Bomberos si es necesario;
8. Comunicar al equipo de Supervisión ambiental de ATOME;
9. Activar el equipo de servicio capacitado y de la brigada de incendios;
10. Identificar los puntos alcanzados por la fuga/derrame;
11. Después de evaluar la situación, el equipo capacitado, equipado con el EPP necesario, llevará a cabo las medidas pertinentes;
12. Implementar medidas de contención seguidas de la absorción y colocación de los productos derramados en tambores u otros dispositivos;
13. Implementar medidas de contención con barreras flotantes, seguidas de procedimientos de absorción (o succión de bombeo);
14. Cuando la fuga alcanza los márgenes del cuerpo de agua, identificar el índice de sensibilidad, el tipo de margen afectado y las posibles consecuencias de la contaminación;
15. Llevar a cabo el rescate de la fauna eventualmente afectada por el vertido;
16. Implementar procedimientos de remediación, incluido el raspado y el almacenamiento de suelos contaminados y la limpieza de los márgenes alcanzados mediante la aplicación de absorbentes industriales y otras medidas que el fabricante del producto derramado pueda indicar;
17. En caso de fuga/derrame sobre el suelo, aplicar absorbentes industriales;
18. Empacar todos los absorbentes y tierra contaminada en barriles apropiados y luego enviarse a empresas de tratamiento, reciclaje o eliminación.

5.2. Plan de Acción de Emergencia para incendios / explosiones

El presente Plan de Acción de Emergencia tiene como objetivo definir acciones secuenciales para responder a eventos accidentales que involucran incendios en las áreas del Proyecto, seguidos explosión o que lleguen a la vegetación circundante.

<u>Recursos necesarios para abordar la hipótesis accidental contemplada</u>

- Extintores en número y tipo suficiente para el combate inicial de incendios;
- Camión cisterna o tanque de agua remolcable;
- Tractor para hacer cortafuegos de emergencia.
- Sirenas de advertencia de incendios;
- EPP específico: guantes, casco, respirador, gafas de seguridad para productos químicos.

ATOME PLC

Órganos a activar

- ATOME;
- Contratistas y subcontratistas;
- Secretaría de Emergencia Nacional – SEN;
- Organizaciones departamentales y locales de emergencia;
- Cuerpo de Bomberos;
- MADES;
- Hospital y primeros auxilios;
- Policía de tránsito.

Procedimientos de combate a emergencia

Este Plan de Acción de Emergencia se implementará con el apoyo de los sistemas de comunicaciones existentes en los frentes de construcción y campamento. Todos los incendios serán reportados inmediatamente a la persona responsable del campamento o frente de construcción, lo que activará al Coordinador de Emergencias.

Los procedimientos a adoptar el en caso de incendios / explosiones son:

1. Mantener los sistemas de prevención y extinción de incendios en perfecto estado de funcionamiento, así como las salidas de emergencia sin obstáculos y señalizadas;
2. Al identificar el incendio, comunicar al Coordinador de Emergencias con una descripción del tamaño y la gravedad de la situación;
3. Activar el cuerpo de bomberos y de la brigada de incendios de los Contratistas;
4. Retirar las víctimas;
5. Aislar el área en un radio mínimo de 300 (metros) si hay una explosión, permaneciendo cerca del lugar solo los miembros de los equipos de servicio;
6. Accionar atención médica de emergencia según la naturaleza de las lesiones;
7. Trasladar al local el camión de agua y el tractor para implantación de cortafuegos;
8. Combatir inicialmente con agua y uso de amortiguadores manuales;
9. Enfriar (lateralmente con agua) los equipos expuestos a las llamas, incluso después de extinguir el fuego;
10. Ejecutar el cortafuego de emergencia alrededor del área incendiada utilizando el tractor;
11. Monitorear situaciones de reactivación de braseros;
12. Eliminar materiales inflamables cercanos que puedan verse afectados por el fuego;
13. En caso de incendio con afectación de áreas de bosque, informar al MADES;
14. Accionar la policía de tránsito si el fuego alcanza la vegetación del borde de la carretera.

5.3. Plan de Acción de Emergencia para eventos extremos, como tormentas severas y sequías

El presente Plan de Acción de Emergencia tiene como objetivo definir acciones secuenciales para responder a situaciones de emergencia por tormentas o sequías, eventos extremos considerados de alto o medio riesgo en el área del Proyecto (ver **Sección 5.2.1.4**).
Se considera en estos eventos las siguientes situaciones de emergencia:

- Afectación física a estructuras de las obras y del campamento de construcción;

ATOME PLC

- Afectación del suministro de agua para consumo humano y brote de enfermedades transmisibles y otros agravios relacionados con el consumo de agua de mala calidad debido a sequía (por ejemplo, brotes de diarrea, dengue, infecciones gastrointestinales, tracoma, deshidratación).

Recursos necesarios para abordar la hipótesis accidental contemplada

- Estación Meteorológica Aeropuerto Silvio Pettirossi (Luque);
- Radios comunicadores;
- Camionetas y otros vehículos 4x4 para atendimiento local;
- Camión grúa;
- EPP específicos: guantes, casco, respirador, gafas de seguridad para productos químicos;
- Sistema de alarma de emergencia y comunicación;
- Medicamentos, insumos y equipamientos;
- Agua potable.

Órganos a activar

- ATOME;
- Contratistas y subcontratistas;
- Secretaría de Emergencia Nacional – SEN;
- Dirección de Meteorología e Hidrología (DMH);
- Organizaciones departamentales y locales de emergencia;
- Cuerpo de Bomberos;
- MADES;
- Hospital y primeros auxilios;
- Patrullas rurales;
- Policía de tránsito.

Procedimientos de combate a emergencia

Los procedimientos a adoptar en el caso de afectación física a estructuras de las obras y del campamento de construcción son los siguientes:

1. Comunicar al Coordinador de Emergencias, presentando una descripción del tamaño y de la gravedad de la situación;
2. Desligar todos los equipos inmediatamente;
3. Evacuar las zonas con riesgo de derrumbe de estructuras por la acción del viento;
4. Activar el cuerpo de bomberos;
5. Permitir el acceso al área afectada solamente a los Bomberos, Policía, Patrullas Rurales, Ambulancia y entidades de apoyo;
6. En la llegada al local, ejecutar un reconocimiento para verificación de la ocurrencia de víctimas;
7. Accionar atención médica de emergencia según la naturaleza de las lesiones;
8. Retirar las víctimas;
9. Permitir el acceso a las zonas sólo después de retirar los escombros y las partes inestables de las estructuras.

ATOME PLC

Los procedimientos a adoptar en el caso de afectación del suministro de agua para consumo humano y brote de enfermedades transmisibles y otros agravios relacionados con el consumo de agua de mala calidad debido a sequía (por ejemplo, brotes de diarrea, dengue, infecciones gastrointestinales, tracoma, deshidratación) son los siguientes:

1. Monitorear constantemente los riesgos de sequía severa a través de datos climatológicos de la región;
2. Mantener actualizados los protocolos y procedimientos operativos necesarios para la aplicación de las acciones de gestión de alerta y respuesta;
3. Mantener un stock de agua potable;
4. Mantener un stock de medicamentos e insumos estratégicos para responder a enfermedades y agravios derivados de las condiciones de sequía;
5. Mantener operativa la sala de primeros auxilios y la ambulancia en el campamento de construcción;
6. Contar con un médico laboral como parte de los recursos permanentes;
7. Establecer un acuerdo con un hospital;
8. Formar a los trabajadores en relación con el consumo de agua y nociones de higiene en situaciones de escasez de agua;
9. Accionar atención médica de emergencia según la gravedad de las enfermedades;
10. Retirar las víctimas;
11. Prestar apoyo a los cuatro residentes de la finca vecina en caso de enfermedades o agravios, mediante la asistencia en la sala de primeros auxilios del campamento y el transporte al hospital.

6. Indicadores de Efectividad

Los indicadores de este Programa son:

- Número de capacitaciones realizadas por año;
- Número de trabajadores capacitados para realizar actividades de respuesta a emergencias;
- Número de emergencias controladas, considerando los siguientes aspectos: extensión del daño, aplicabilidad de los procedimientos, tiempo de respuesta y eficiencia de los trabajadores involucrados en la acción;
- Evidencia de la preparación del Informe de Emergencias Ambientales - IEA por cada evento emergencial/accidental ocurrido.

7. Reportes

Para cada evento emergencia/accidente se preparará el Informe de Emergencias Ambientales - IEA, que incluirá al menos la siguiente información:

- Identificación de la emergencia/accidente;
- Fecha y hora de la emergencia/accidente;
- Lugar de la emergencia/accidente;
- Descripción de la participación de terceros;
- Víctimas, incluidos los nombres y el lugar de asistencia;
- Áreas afectadas, discriminando cuerpos de agua, bosques adyacentes, etc.;
- Estructuras afectadas;

ATOME PLC

- Equipo utilizado en la asistencia;
- Investigaciones/Causa(s), discriminando entre:
  - Natural / inducida;
  - Falla del equipo;
  - Falla humana;
  - Falla en las estructuras de contención;
  - Falla de las instalaciones;
  - Otro (especificar).
- Personal involucrado en la asistencia:
  - Interno: miembros de la brigada de incendio, ingeniero y técnico de seguridad laboral, y otros;
  - Externo: Cuerpo de bomberos, técnicos de la SEN, DGCH, MADES, etc.
- Información adicional del informe:
  - Descripción de la emergencia/accidente;
  - Disposiciones / consecuencias, informando brevemente las acciones tomadas para neutralizar el daño a la seguridad y al medio ambiente;
  - Información sobre la divulgación de la emergencia/accidente (si fue de conocimiento público);
  - Medidas preventivas necesarias para prevenir emergencias/accidentes similares.
- Información sobre el responsable del informe.

El IEA será preparado por la Gerencia Ambiental de los Contratistas y enviado al Equipo de Gestión SSMA de ATOME.

8. Cronograma de Ejecución

El Programa de Respuesta a Emergencias para la Fase de Construcción comenzará antes del inicio de las obras del Proyecto, con la preparación de los Planes de Acción de Emergencia por los Contratistas, y se aplicará durante todo el período de construcción, incluido el período de desactivación de los frentes de trabajo.

Las capacitaciones del equipo de respuesta a emergencias serán llevadas a cabo semestralmente.

P.07 – Plan de Acción de Biodiversidad (PAB)

1. Justificación del Plan

Las actividades de construcción del Proyecto resultarán en impactos negativos directos e indirectos sobre la biota y los hábitats del AID.

El terreno donde se implantará el proyecto presenta hábitats naturales en buen estado de conservación, con especies amenazadas de flora y de fauna. La afectación esperada del proyecto se espera sea de dimensiones pequeñas, con una afectación inicial de 25.51 ha (incluyendo 24.75 ha de vegetación nativa existente en las zonas A y B del terreno donde se instalará la Planta – ver **Figura 6.1.3.2.a**, 0.07 ha correspondientes a las sabanas existentes en la franja de servicio de la LT y 0.69 ha en la servidumbre de las tuberías). De estas 25.51 ha, 2.9 ha son de bosque sub-húmedo y 22.61 ha de sabanas. En una fase posterior de expansión de la Planta,

ATOME PLC

puede ser necesario suprimir la vegetación de la zona C que se muestra en la **Figura 6.1.3.2.a**, con una superficie total de 5.1 ha, 3.38 ha de bosque subhúmedo y 1.72 ha de sabanas. Como resultado, la supresión total para la Planta y servidumbres de la LT y tuberías ascendería a 30.61 ha, de los cuales 6.28 ha son de bosque subhúmedo y 24.32 ha de sabanas.

A pesar de la pequeña afectación, cabe destacar que el bosque sub-húmedo, se considera un hábitat natural de gran importancia para la biodiversidad que se encuentra protegido por leyes nacionales y presenta alto grado de degradación.

Las actividades de construcción del Proyecto resultarán en impactos negativos directos e indirectos sobre la biota y los hábitats del AID. De acuerdo con la Norma de Desempeño (ND) 6 de la CFI, se diseñarán medidas de mitigación para lograr que no exista pérdida neta de biodiversidad en hábitats naturales.

Estas medidas se detallarán en un Plan de Acción de Biodiversidad (PAB), que debe elaborarse basándose en las recomendaciones de las Notas de Orientación (NO) de la ND6 de la CFI (versión 27 de junio de 2019), y también en la Política de Sostenibilidad Ambiental y Social del BID Invest, que hace alusión a la ND6 de la CFI.

2. Objetivos Principales

Los principales objetivos del Plan son los siguientes:

- Estructurar la estrategia de mitigación del proyecto, según las etapas de la jerarquía de mitigación establecidas en la Política de Sostenibilidad Ambiental y Social del BID Invest y en la NO16 de la ND6 de la CFI;
- Detallar las medidas necesarias para lograr una pérdida neta cero de hábitats naturales;
- Utilizar los datos resultantes del monitoreo de la fauna y la flora para apoyar la elaboración del PAB.

3. Legislación Aplicable

Se aplica la legislación relacionada con la protección de la flora y fauna mencionada en la **Sección 4.1, 4.2** y **4.3** del EIAS. Además, se aplica también la Norma de Desempeño 6 de la CFI y respectivas Notas de Orientación (versión 27 de junio de 2019) y la Política de Sostenibilidad Ambiental y Social del BID Invest.

4. Responsabilidades

ATOME es responsable por el Plan de Acción de Biodiversidad, debiendo asignar los recursos físicos, humanos, administrativos y financieros necesarios para su elaboración y ejecución. Para el monitoreo ATOME contratará equipos de biólogos especialistas en flora y en cada grupo de fauna.

El PAB debe elaborarse de acuerdo con las mejores prácticas internacionales, con el apoyo de expertos y en consultas con las partes interesadas.

ATOME PLC

5. Orientaciones generales para la elaboración del PAB

El PAB debe elaborarse de acuerdo con las mejores prácticas internacionales, con el apoyo de expertos y en consultas con las partes interesadas, y deberá considerar la ND6 de la CFI, específicamente la Nota de Orientación (NO) 91 y la Política de Sostenibilidad Ambiental y Social del BID Invest que hace alusión a la ND6 de CFI. El PAB debe incluir acciones ejecutables con plazos determinados y con asignaciones presupuestarias adecuadas, que debe detallarse en el Programa de Conservación de la Biodiversidad (el Programa de Monitoreo y Evaluación de Biodiversidad).

El PAB debe contener la siguiente estructura:

- Presentación y justificativa;
- Objetivos;
- Descripción general del proyecto;
- Descripción de las leyes y la reglamentación aplicable en relación con la biodiversidad, incluidas las leyes internacionales aplicables;
- Descripción general de la línea base de biodiversidad y evaluación del hábitat crítico, que se presenta con más detalles en el ESIA;
- Descripción general del análisis de alternativas del proyecto, que se presenta con más detalles en el ESIA;
- Descripción general de los impactos del proyecto en la biodiversidad, que se presenta con más detalles en el ESIA;
- Proposición de las acciones para lograr pérdida neta nula para los hábitats naturales. En esta sección, debe incluirse una evaluación de viabilidad ecológica/técnica, social y política, así como abordarse los supuestos, incertidumbres y riesgos. Además, se debe demonstrar claramente el cálculo de la cero pérdida;
- Programa de Monitoreo y Evaluación (detallado a continuación);
- Relación con los otros programas del PGAS;
- Cronograma, presupuestos y requisitos organizativos.

Programa de Conservación de Biodiversidad

Monitoreo de Fauna y Flora

El monitoreo de la fauna y flora en puntos de muestreo específico tiene como objetivo verificar los impactos del proyecto sobre las especies de flora y fauna amenazadas de extinción, contribuir con información para la preparación del PAB para lograr la cero pérdida, y también a evaluar la eficacia de las medidas de mitigación del proyecto.

El monitoreo debe llevarse a cabo en las zonas de vegetación natural remanentes. Esta medida es importante para verificar la permanencia y el uso de la fauna local en las áreas que pretenden ser preservadas, la identificación de la salud de los individuos de flora reubicados y la identificación y control de agentes antropogénicos, como la presencia de especies exóticas invasoras.

ATOME PLC

El monitoreo debe seguir la misma metodología y grupos objetivo de la evaluación ambiental, utilizando métodos no invasivos e incluyendo aves, murciélagos, grandes mamíferos, reptiles y anfibios.

El equipo ejecutor deberá estar compuesto por un especialista en flora, un ornitólogo, un especialista en mamíferos y un herpetólogo (reptiles y anfibios).

El muestreo de flora debe tener como objetivo evaluar la salud de los individuos reubicados, evaluar el estado de conservación del hábitat nativo y evaluar la presencia de especies exóticas invasoras y, si es necesario, desarrollar medidas de control.

Dado que la mayoría de las especies de mamíferos terrestres medianos y grandes pueden identificarse sobre el campo, el muestreo debe ser a través de métodos de observación directa e indirecta con tiempo limitado, con cámaras trampa y binoculares. También se utilizarán métodos indirectos como el hallazgo de huellas, heces, madrigueras, etc., las cuales deberán ser registradas.

Para el grupo de murciélagos insectívoros aéreos, deben utilizarse grabadoras ultrasónicas y la identificación debe realizarse manualmente en programas específicos.

Para los reptiles y anfibios se deben realizar búsquedas con tiempo limitado en diferentes estratos/ambientes y en diferentes horarios para cubrir los diferentes horarios de actividades de las especies. Deben utilizarse grabadoras para registrar las vocalizaciones de los anfibios.

Para el grupo de las aves, las observaciones deben realizarse en las primeras horas del día y en las últimas de la tarde para la observación directa y auditiva, a través de binoculares y grabadores.

Además del equipo específico para cada grupo, todos los profesionales deben llevar cámaras para grabar las especies sobre el campo.

- Indicadores de Efectividad

Se sugieren los siguientes indicadores para la evaluación de la efectividad del monitoreo:

- Número de especies registradas en el monitoreo de fauna;
- Número de especies registradas en el monitoreo de flora;
- Número de especies exóticas invasoras registradas en los bosques de conservación.

- Reportes y Documentación

Para el monitoreo de especies de flora y fauna serán preparados informes de progreso trimestrales referentes a la selección de áreas de muestreo e instalación de los señalizadores. Se elaborarán informes parciales luego a la realización de cada campaña de monitoreo, con los resultados levantados en campo.

- Cronograma de Ejecución

ATOME PLC

El monitoreo de fauna y flora debe abarcar todo el periodo estacional (seco y lluvioso) durante al menos un año tras la instalación del proyecto.

Medidas de Compensación a ser propuestas en el PAB

Compensación ambiental mediante conservación de bosques

La implantación del Proyecto resultará en impactos negativos a la biota, como la conversión de los hábitats de bosques y afectación de poblaciones de especies de flora y de fauna amenazada de extinción. Aunque la región del proyecto se encuentra muy antropizada, los hábitats naturales remanentes albergan importancia regional para el mantenimiento y dispersión de la biota.

En la Ley No 422/1973, se declara de interés público el aprovechamiento y el manejo racional de los bosques y tierras forestales del país, así como también de interés público y obligatoria la protección, conservación, mejoramiento y acrecentamiento de los recursos forestales.

La ND6 de la CFI también establece la conservación como medida de mitigación para hábitats naturales. Según el párrafo 15 de la ND6, entre las medidas de mitigación apropiadas para lograr que no exista pérdida de biodiversidad en áreas de hábitats naturales está la prevención de impactos sobre la biodiversidad mediante la identificación y protección de áreas de reserva.

Así, para compensar esos impactos negativos, se proponen acciones de conservación de los fragmentos de bosque en el terreno del Proyecto. Estos fragmentos de conservación serán objeto de medidas de reubicación de los individuos de flora rescatados, además de un monitoreo de la flora y la fauna para evaluar su estado de conservación y la posible presencia de especies exóticas u otros agentes antropogénicos.

En ese sentido, se proponen las siguientes acciones:

- Ajustar las áreas de expansión futura del Proyecto, de modo a posibilitar la conservación de tanta vegetación nativa como sea posible en el terreno, especialmente bosques. A este respecto, como ya se ha mencionado, se prevé inicialmente la supresión de vegetación solo en las Zonas A y B del terreno de la Planta (ver **Figura 6.1.3.2.a**), manteniendo conservada la Zona C, donde está la mayor parte de los bosques sub-húmedos existentes en el área;
- Implantar señalización informativa de que se trata de bosques de conservación;
- Desarrollar los monitoreos de flora y fauna.

La conservación de los bosques deberá llevarse a cabo durante la operación del Proyecto.

Compensación ambiental mediante adquisición de Certificados de Servicios Ambientales

La Ley N° 3.001/2006 (“De Valoración y Retribución de los Servicios Ambientales”) determina en su Capítulo V la obligación de invertir en servicios ambientales:

Art 11. - Los proyectos de obras o actividades definidos como de alto impacto ambiental, tales como construcción y mantenimiento de caminos, obras hidráulicas, usinas, líneas de transmisión, ductos, obras portuarias, industrias con altos niveles de emisión de gases, vertido de efluentes industriales,

ATOME PLC

urbanos u otros, deberán incluir dentro de sus esquenas de inversiones la compensación por servicios ambientales, por medio de la adquisición de certificados de servicios ambientales, no inferior al 1% del costo de la obra o del presupuesto anual operativo de la actividad.
La Resolución Nº 81/2019 ("Se reglamenta el artículo 8º del Decreto 11.202/13 por el cual se reglamenta parcialmente el artículo 11º de la Ley Nº 3001/2006) establece en su artículo 1º como *proyectos de obras y actividades de alto impacto ambiental "aquellas provenientes de acciones físicas o humanas, de efecto significativo tanto en el área de influencia así como en la severidad de la acción considerada prácticamente irreversible, es decir con la imposibilidad del medio ambiente para retornar a la situación inicial".*

En el Anexo I de la Resolución Nº 81/2019 se enumeran las obras de alto impacto ambiental, entre las que se encuentran las siguientes:

- Ítem d: Construcción e instalación de líneas de transmisión aéreas y subestaciones eléctricas a partir de 220 kV.
- Ítem e: Construcción de establecimientos industriales cuyas inversiones sean iguales o superiores a cincuenta millones de dólares americanos.

En el Anexo II de la citada Resolución se enumeran las actividades de alto impacto ambiental, destacando el "ítem f: operación de industrias químicas: todas las fábricas de sustancias químicas industriales básicas."

Sin embargo, como se muestra en el análisis de riesgos e impactos (**Secciones 6.1.3 y 6.1.4**), con la aplicación de las medidas mitigadoras detalladas en los diversos Programas del PGAS, el Proyecto no constituye una actividad de alto de impacto en su fase operativa teniendo en cuenta el diseño y las características de los equipamientos de la planta, que considera las mejores tecnologías disponibles en el mercado, las actividades inherentes a la operación y las medidas de gestión ambiental y social a ser implementadas, así como las cantidades de generación de residuos (ver cantidades en la **Sección 2.4.1.5**), efluentes (77.30 m^3/h) y emisiones atmosféricas (ver **Tabla 2.4.1.6.a** en la **Sección 2.4.1.6**).

Ante lo mencionado, la compensación por servicios ambientales del Proyecto se aplica a los ítems d y e del Anexo I de la Resolución Nº 81/2019, referente a las obras de la línea de transmisión (ítem d) y la Planta de ATOME (ítem e). Para este último, los rubros de alto impacto ambiental se componen de los servicios de movimientos de tierras que engloban acciones de limpieza de terreno, excavaciones, terraplenes y disposición del material resultante.

A continuación, se indica el costo total de los rubros de alto impacto ambiental para las obras a ejecutarse. Hay que señalar que estos costos son aún preliminares y se afinarán durante el diseño detallado del proyecto.

La cuantificación final de la compensación ambiental, bien como el proceso de adquisición de certificados de servicios ambientales deberá ser ejecutada por el equipo del Programa de Gestión Ambiental.

ATOME PLC

Actividad	Costo (U$)
Ítem d: Construcción e instalación de líneas de transmisión de alta tensión y subestaciones transformadoras	
Subestación de planta (SE)	**1,063,197**
Obras civiles de equipos de 220 kV	202,644
Obras civiles de pórticos	254,869
Obras civiles de casa eléctrica (sala de celdas y sala de control de dimensión 62 x 15 m)	602,997
Montaje eléctrico, electromecánico, comisionamiento y puesta en servicio	2,687
Línea de transmisión de energía 220 kV (LT)	**63,667.24**
TOTAL (SE+LT)	**1,126,864.24**
Compensación ambiental (1%) ítem d	**11,268.64**
Ítem e: Construcción de establecimientos industriales	
Servicios de Movimientos de tierras	
Desbroce y limpieza de terreno	252,618.06
Retirada de arbolado	6,699.90
Excavaciones	224,108.56
Suministro y terraplén	1,728,304.56
Transporte a vertedero	342,606.07
Total	**2,554,337.15**
Compensación ambiental (1%) ítem e	**25,543.37**
Compensación ambiental total del Proyecto	**35,812.01**

Compensación ambiental por árboles talados

Si bien la propiedad de ATOME se encuentra en una zona rodeada de industrias y actividades agropecuarias, no constituyendo una zona urbana, la empresa pretende utilizar como referencia la Ley 4928/2013 "De Protección al Arbolado Urbano" y la Ordenanza No 07/2022 que reglamenta esta ley en el municipio para definir las medidas de compensación.

Como compensación por los árboles afectados, ATOME trabajará con la Dirección de Medio Ambiente del municipio para definir las acciones a implementar, estas considerarán: i) arborización perimetral del terreno de ATOME, ii) entrega de árboles pequeños (plantines) o plantones de árboles nativos de 1 metro de alto con sus respectivos protectores a la Municipalidad para ser destinados al Vivero Municipal, iii) plantación de plantines o plantones en lugares aprobados por el Plan de Arborización Municipal de Villeta.

El artículo 4º alinea "a" define como árbol "*planta perenne de tronco leñoso y elevado, cuya ramificación tiene lugar a cierta altura sobre el nivel del suelo*".

La coordinación y comunicación con las autorizaciones para la definición de las medidas de compensación mencionadas anteriormente estarán a cargo del equipo de gestión ambiental de ATOME responsable del Programa de Gestión Ambiental y Social.

- Indicadores de Efectividad

Se sugieren los siguientes indicadores para la evaluación de la efectividad de las medidas de compensación:

- Superficie de vegetación nativa protegida, en especial bosques;

ATOME PLC

- Progreso en la adquisición de certificados ambientales;
- Evidencia del pago del monto de la compensación mediante adquisición de servicios ambientales;
- Número de plantines/plantones plantados por ATOME en su propiedad, con relación al número de árboles talados;
- Número de plantines/plantones y respectivos protectores plantados en lugares designados por la Municipalidad, con relación al número de árboles talados;
- Número de plantines/plantones y respectivos protectores efectivamente entregados a la Dirección de Medio Ambiente de Villeta, con relación al número de árboles talados.

- Reportes y Documentación

Para la medida de compensación por medio de la conservación de bosques, los informes de progreso de las actividades serán bimestrales, que debe contener las acciones llevadas a cabo para formalizar la conservación y señalización de la zona, con informes de resultados parciales a cada seis meses.

Para todas las medidas del plan, se prepararán informes anuales con los resultados consolidados, con información de los indicadores de efectividad listados en la sección anterior para el período.

Para las medidas de compensación mediante adquisición de certificados de servicios ambientales y árboles talados los informes de progreso de las actividades serán bimestrales, y deberán contener las acciones llevadas a cabo para formalizar el proceso de adquisición de certificados y destino de la compensación a la Municipalidad de Villeta.

- Cronograma de Ejecución

Las medidas de compensación deben completarse antes de la fase de operación del Proyecto.

P.08 – Programa de Prevención de Impactos en la Flora y Fauna

1. Justificación del Programa

El terreno donde se implantará el proyecto presenta hábitats naturales en buen estado de conservación, con especies amenazadas de flora y de fauna. La afectación esperada del proyecto se espera sea de dimensiones pequeñas, no obstante, cabe destacar que el ecosistema existente; el bosque sub-húmedo, se considera un hábitat natural de gran importancia para la biodiversidad que se encuentra protegido por leyes nacionales y presenta alto grado de degradación.

Las actividades de construcción del Proyecto resultarán en impactos negativos directos e indirectos sobre la biota y los hábitats del AID y, para su mitigación y compensación, se propone el presente Programa de Conservación de Biodiversidad.

2. Objetivos Principales

Los principales objetivos del Programa son los siguientes:

ATOME PLC

- Reducir la pérdida de diversidad florística de las áreas de desbroce para la implantación del proyecto, mediante la realización de rescate y reubicación de germoplasma vegetal;
- Reducir la afectación de la fauna silvestre durante las actividades de desbroce, con la ejecución de ahuyentamiento de fauna para áreas adyacentes que no serán afectadas.

3. Legislación Aplicable

Se aplica la siguiente legislación relacionada con la protección de la flora y fauna mencionada en la **Sección 4.3** del EIAS, además de los requerimientos de la ND 6 de la CFI y la Política de Sostenibilidad Ambiental y Social del BID Invest que hace alusión a la ND 6 mencionada.

4. Responsabilidades

ATOME asignará los recursos físicos, humanos, administrativos y financieros necesarios para la elaboración de un protocolo de rescate de germoplasma y rescate y ahuyentamiento de fauna. Dicho protocolo incluirá todos los detalles necesarios para asegurar que la implementación se realice de acuerdo con la legislación aplicable mencionado y las recomendaciones del MADES.

El protocolo será entregado al Contratista EPC para su implementación, constituyendo un requisito contractual la contratación de un equipo de biólogos y médico veterinario especializado en animales silvestres para su implementación.

ATOME supervisará la ejecución del protocolo a través de su Equipo de Gestión SSMA.

5. Metodología de Implementación

5.1. Rescate de germoplasma

El desbroce de vegetación para la implementación del proyecto resultará en la afectación de hábitats naturales, sin embargo, permitirá el acceso a materiales biológicos, especialmente propágulos de árboles y especímenes de epifitas y hemiepífitas, que, en principio se perderían con la supresión de vegetación. Ese material tiene un gran valor para el aumento del conocimiento científico sobre la flora local y también alberga informaciones importantes sobre la diversidad genética de las poblaciones. Por lo tanto, se propone el rescate de germoplasma antes de las actividades de desbroce para mitigar y compensar parte del impacto generado por la pérdida de vegetación nativa. Esta actividad comenzará antes de que se elabore el PAB (P.07). Sin embargo, es una parte importante de la jerarquía de mitigación del proyecto, en la fase de minimizar impactos, y se llevará a cabo simultáneamente con el proceso de elaboración del PAB.

Es importante rescatar germoplasma de todas las especies de flora. Sin embargo, es importante prestar especial atención al rescate de las especies amenazadas de extinción tales como las categorizadas como amenazadas en la Resolución 470/2019 del MADES, así también se considerarán especies forestales no maderables tales como orquídeas, kangorosa, arbustos de fácil traslado y de resistencia a la adaptabilidad.

Para la elaboración de un listado de especies prioritarias para esta medida, deberán considerarse las listas de especies de la región donde se ubicará el proyecto, presentadas en la sección de diagnóstico de la flora y vegetación.

ATOME PLC

El germoplasma vegetal puede ser rescatado en la forma de frutos y semillas y también de individuos de epifitas y hemiepífitas. Se recomienda la recolecta de muestras botánicas para herborización, con el debido registro de datos de localización. El germoplasma rescatado será reubicado en los bosques restantes dentro del terreno destinados a la conservación, y también en los bosques circundantes y/o donado a viveros, colecciones botánicas *ex situ* y herbarios de instituciones de investigación regionales, también podrá utilizarse en las acciones de revegetación y recuperación del paisaje, y de las áreas intervenidas por la obra.

El rescate de germoplasma debe cumplir lo siguiente:

- Identificar/Marcar in situ las zonas/individuos en donde se encuentran las especies amenazadas de extinción.
- Preferencialmente, abarcar diferentes periodos de fructificación;
- Identificar las especies rescatadas hasta el nivel taxonómico más bajo posible;
- Preferencialmente, recolectar muestras botánicas para la preservación de material testigo, que se depositarán en herbarios o colecciones botánicas *ex situ*;
- Recolectar informaciones sobre la cantidad (peso o número de individuos) de los materiales recolectados;
- Recolectar datos sobre la ubicación y tipo de ambiente de las áreas de rescate y de reubicación.

El rescate de germoplasma debe realizarse en todas las áreas donde la implementación del proyecto requiera el desbroce de vegetación nativa.

5.2. Ahuyentamiento previo y rescate de fauna durante la fase de construcción

El ahuyentamiento previo y rescate de la fauna en áreas donde se suprimirá la vegetación es una importante medida para minimizar los efectos negativos del proyecto sobre la vida silvestre presente en el Área Directamente Afectada. Esta actividad comenzará antes de que se elabore el PAB (P.07). Sin embargo, es una parte importante de la jerarquía de mitigación del proyecto, en la fase de minimizar impactos, y se llevará a cabo simultáneamente con el proceso de elaboración del PAB.

El rescate de fauna está dirigido a especies de escasa movilidad, como los anfibios, serpientes, pequeños mamíferos de hábitos fosoriales y semifosoriales. En el caso del ahuyentamiento de la fauna se enfocará a los animales con mayor capacidad de locomoción, principalmente, los mamíferos medianos y grandes, como venados, felinos, primates, etc.; así como las aves y los lagartos grandes. Estos animales serán ahuyentados pasivamente hacia áreas adyacentes sin necesidad de captura.

La ejecución de los procedimientos para ahuyentar previamente y rescatar a la fauna silvestre será responsabilidad de un equipo conformado por biólogos especializados en fauna silvestre y un médico veterinario con experiencia en manejo de fauna silvestre, quienes llevarán a cabo esta actividad con el apoyo de los equipos de desbroce, que estarán debidamente orientados y capacitados para realizar el ahuyentamiento previo, ya que recibirán orientación como parte del entrenamiento en procedimientos de desbroce establecido como parte del Plan de Control

ATOME PLC

Ambiental de la Construcción. Se asignará un equipo de ahuyentamiento previo de fauna en cada frente de supresión.

El procedimiento de rescate de fauna de baja movilidad, especialmente anfibios, serpientes, pequeños mamíferos está diseñado para rescatarlos y posteriormente liberarlos en zonas previamente delimitadas que no hayan sido objeto de ninguna intervención.

Los procedimientos de ahuyentamiento previo constituyen medidas pasivas orientadas a algunos grupos de fauna, principalmente mamíferos y aves medianos y grandes. Es necesario hacer un análisis previo de las áreas de desbroce para optimizar la dirección del ahuyentamiento, aumentando la eficiencia del método. A partir de procedimientos sincronizados y dirigidos, la fauna con mayor capacidad de movilidad será desplazada para otros fragmentos de vegetación o áreas cercanas que no serán afectados por el desbroce.

Los miembros del equipo de ahuyentamiento utilizarán instrumentos y materiales que emitirán un sonido agudo (por ejemplo, cuernos, objetos metálicos, silbatos y otros). Los cohetes también se pueden usar para ahuyentar a los grandes vertebrados silvestres como primates, felinos, halcones, etc. Todos los miembros trabajarán con ropa protectora adecuada, como botas, guantes, pierneras y pantalones gruesos para evitar accidentes.

Los equipos deben proceder de la siguiente manera:

- En cada tramo de desbroce, el equipo de biólogos orientará a los asistentes de campo acerca de la dirección que se debe tomar para hacer ruidos sincronizados;
- El equipo comenzará esta actividad 60 minutos antes de las actividades de desbroce en la zona con actividades de supresión de vegetación;
- Cualquier visualización de espécimen de fauna en la sección inspeccionada se comunicará al coordinador responsable, con posterior rescate si necesario;
- Si se encuentran nidos o madrigueras activas en el área, estos serán marcados con cinta de señalización, georreferenciados y luego rescatados;
- Si el equipo de fauna encuentra especímenes de fauna vertebrada terrestre en la zona afectado, serán capturados y guardados en una caja de contención para su posterior liberación;
- Los animales heridos serán capturados por el equipo de fauna y veterinario y enviados a la clínica veterinaria más cercana.

Los animales serán preferentemente ahuyentados. El rescate sólo se realizará con animales de poca movilidad o que se hayan encontrado heridos.

Las cajas de transporte de animales rescatados serán ventiladas y humidificadas hasta que se pueda hacer la liberación del animal en otro sitio o enviar el mismo a clínica veterinaria en caso de estar herido.

Los animales que se consideren sanos y aptos para su liberación serán liberados en zonas próximas a los lugares de captura. Es importante que las zonas de liberación estén situadas en áreas con vegetación similar a la de las zonas de captura, situadas cerca del registro y que no se verán impactadas por las obras. Los fragmentos de vegetación aptos para recibir a los animales

ATOME PLC

serán evaluados en el campo por el equipo de fauna, eligiendo prioritariamente los más próximos al lugar de captura.

Durante el proceso de supresión de la vegetación y tras el desbroce, pueden producirse accidentes con la fauna residente, lo que puede impedir de algún modo la dispersión pasiva de los especímenes a las zonas no afectadas. Todos los animales que se encuentren heridos o posiblemente heridos debido a las actividades de construcción serán rescatados y enviados a clínicas veterinarias de los municipios de AII para evaluar su estado de salud. Posteriormente, todos los animales recibirán los cuidados necesarios antes de ser enviados a las zonas de liberación y/o a instituciones depositarias en caso de muerte.

La clínica veterinaria será identificada antes del inicio de los trabajos y deberá tener experiencia con animales silvestres.

Los animales rescatados serán sometidos a procedimientos biométricos, identificación taxonómica y clasificación para su destino.

Se creará una base de datos de todos los animales rescatados y/o recogidos, que contendrá la siguiente información: lugar de captura (con coordenadas), identificación taxonómica (la menor posible), destino final (incluyendo coordenadas en caso de liberación), así como sus condiciones físicas y clínicas en el momento del rescate y otra información que se considere relevante.

Las medidas generales mencionadas en los ítems 5.1 y 5.2 constituirán guías para la elaboración del protocolo de rescate de germoplasma y rescate y reubicación y ahuyentamiento de la fauna. El protocolo incluirá mayores detalles acerca de la metodología, materiales y/o herramientas necesarias, así como recursos humanos requeridos para la conformación del equipo de biólogos que liderará las acciones.

6. Indicadores de Efectividad

Se sugieren los siguientes indicadores para la evaluación de la efectividad del Programa:

- Tasa de frentes de desbroce donde se realizó el rescate de germoplasma vegetal;
- Número de especies rescatadas, con énfasis en las prioritarias (amenazadas);
- Número de individuos o cantidad de frutos o semillas rescatadas;
- Tasa de individuos reubicados o de materiales donados con relación al total rescatado;
- Tasa de frentes de desbroce donde se realizó el ahuyentamiento de fauna;
- Número de especies y de individuos de fauna rescatados.

7. Reportes y Documentación

Los equipos ejecutores de las medidas previstas en el Programa prepararán informes de progreso de las actividades, informes de resultados parciales e informes consolidados, destinados al equipo de gestión ambiental de ATOME.

Para el rescate de germoplasma y el ahuyentamiento y rescate de fauna, se elaborarán mensualmente informes de progreso, que informarán las actividades desarrolladas y las

ATOME PLC

dificultades encontradas, con evidencias de la ejecución de los trabajos. Los resultados parciales se presentarán en informes semestrales.

8. Cronograma de Ejecución

El rescate de germoplasma y el ahuyentamiento y rescate de fauna se ejecutarán concomitantemente a las actividades de desbroce, durante la fase de construcción.

P.09 – Programa de Gestión Ambiental y Social de la Fase Operación

1. Justificación del Programa

Este programa se enfoca en la necesidad de gestionar los posibles impactos ambientales y sociales asociados con la fase de operación del Proyecto.

2. Objetivos Principales

El objetivo principal de este Programa es gestionar las acciones potencialmente impactantes que surgen de la fase de operación del Proyecto en componentes ambientales y sociales.

Los objetivos específicos son:

- Estandarizar los criterios y procedimientos metodológicos que se aplicarán en el proceso de control de los aspectos ambientales y sociales de la operación del Proyecto;
- Monitorear y gestionar los impactos y / o riesgos ambientales y sociales y controlar sus acciones o actividades;
- Contratar y capacitar trabajadores en la fase de operación y mantenimiento (O&M), buscando incluir personas de la región entre los contratados;
- Gestionar los residuos generados en la fase de operación del Proyecto;
- Controlar emisiones de olor, ruido y emisiones atmosféricas para evitar molestias a la población local;
- Monitorear el efluente tratado y la calidad del agua en el cuerpo receptor;
- Mantener operativo los canales del Mecanismo de Manejo de Reclamos y comunicación con las partes interesadas del P.03.

3. Legislación Aplicable

- Ley Nº 294/93, de Evaluación de Impacto Ambiental, reglamentada por el Decreto Nº 453/13

Establecen que las acciones relacionadas con la obtención de la Declaración de Impacto Ambiental se extienden a la fase de operación de los proyectos.

- Ley N° 6681/2020, que modifica el Artículo 1º de la Ley N° 976/1982, por la cual se amplía la Ley Nº 966/1964;

El Art 1º de la Ley N° 6681/2020 determina, como zona de seguridad y servicio para las líneas de transmisión de 220.000 voltios, una distancia de 50 m, 25 m medidos a cada lado del eje. Según el Art. 2º de la Ley N° 976/1982, la ANDE procederá, sin indemnización alguna, a la demolición

ATOME PLC

de cualquier obra o construcción que se efectúe en la citada zona con servidumbre ya constituida y al retiro de los materiales, así como a adoptar en ella todas las medidas necesarias para asegurar el permanente y efectivo funcionamiento del servicio.

4. Responsabilidades

ATOME contratará a empresas con experiencia comprobada en la operación y mantenimiento de instalaciones similares. Esas empresas serán las responsables de implementar algunas medidas de este Programa, como la gestión de residuos sólidos y productos peligrosos, el monitoreo del efluente tratado, la capacitación ambiental y social del equipo de O&M, el control de olores y el mantenimiento de la franja de servidumbre. Para esto, estarán obligadas contractualmente a tener un equipo suficiente para cumplir estas medidas y las de otros programas de la fase de operación bajo su responsabilidad, como el Programa de Salud y Seguridad Laboral en la Fase de Operación, el Programa de Gestión del Trabajo y Condiciones Laborales, el Programa de Respuesta a Emergencias para la Fase de Operación, y el Programa de Gestión del Transporte en la Fase de Operación.

ATOME supervisará el cumplimiento de las medidas por parte de las empresas de O&M contratadas y llevará a cabo las medidas de este Programa bajo su responsabilidad, incluyendo los programas sociales y la implementación del PAB durante la operación.

5. Metodología de Implementación

5.1. Supervisión del cumplimiento de medidas ambientales y sociales de la fase de operación

El Equipo de Gestión SSMA de ATOME será el responsable de:

- Supervisar el desempeño social, ambiental y de salud y seguridad de los Programas de la fase de operación que serán implementadas por las empresas operadoras;
- Analizar y evaluar los resultados de cada plan y programa, incluida la verificación de su suficiencia y / o pertinencia y la necesidad de ajustar su alcance o especificaciones técnicas;
- Gestionar junto a la ANDE las actividades de mantenimiento de la LT y hacer el seguimiento sistemático de las condiciones de la franja de servidumbre;
- Producir Informes anuales de los Programas Ambientales de la Fase de Operación, de acuerdo con los procedimientos estandarizados y los estándares de documentación definidos en la fase de construcción;
- Realizar auditorías anuales del desempeño ambiental, social y de salud y seguridad, incluyendo la requerida por la Resolución N° 201/2015, revisando más detalladamente la documentación relacionada, monitoreando los resultados obtenidos en la implementación de los Programas de la fase de operación.

5.2. Capacitación ambiental y social del equipo de operación y mantenimiento (O&M)

Además del entrenamiento de integración ambiental, las empresas contratadas para operación y mantenimiento de la Planta, de la LT y el sistema de captación de agua y tuberías de agua y efluentes, deberán proporcionar orientación técnica al personal de O&M para adaptar sus procedimientos de rutina a las pautas de minimización del impacto ambiental y social, y será

ATOME PLC

informado de las posibles consecuencias ambientales de realizar servicios sin las precauciones apropiadas.

Los temas que se abordarán en la capacitación ambiental y social para la fase de O&M incluyen:

- Fundamentos de la legislación ambiental, social y de salud y seguridad;
- Cuidados con la flora, fauna y recursos hídricos;
- Prevención de incendios;
- Importancia de la prevención y el control de la contaminación ambiental;
- Reutilización, reciclaje, segregación, control y eliminación de residuos;
- Medidas de gestión de tráfico;
- Procedimientos de actuación en caso de accidentes ambientales;
- Contacto y relación con las comunidades vecinas.

Los eventos de capacitación ambiental y social se extenderán también a los conductores de vehículos y otros trabajadores de empresas subcontratadas para el transporte terrestre de NH_3 o se exigirá la presentación de un certificado de capacitación en temas ambientales y sociales realizado por las propias empresas con sus trabajadores.

Inicialmente, se espera que los eventos de capacitación se apliquen anualmente. Sin embargo, la frecuencia debe definirse según la necesidad, verificarse de acuerdo con el número de casos relacionados con el incumplimiento de las pautas técnicas transmitidas.

5.3. Gestión de residuos sólidos

El proceso de gestión de residuos sólidos y productos peligrosos es el instrumento mediante el cual las empresas contratadas para operación y mantenimiento de la Planta, de la LT y el sistema de captación de agua y tuberías de agua y efluentes, gestionarán todos los flujos de residuos sólidos generados en las actividades de O&M del Proyecto.

El proceso de gestión de residuos sólidos está estructurado en las siguientes etapas principales:

- Identificación y clasificación de los residuos sólidos;
- Acondicionamiento, clasificación y recogida;
- Almacenamiento temporal;
- Transporte;
- Tratamiento y eliminación final.

<u>Tipos de residuos a ser generados</u>

Durante el funcionamiento de la Planta, se generarán residuos comunes procedentes de las oficinas, los sanitarios, el comedor; residuos orgánicos como restos de comida; EPPs y EPCs usados; residuos de barrido y poda de zonas verdes; residuos contaminados resultantes de las actividades de mantenimiento, como trapos sucios de aceite, contenedores vacíos de aceite lubricante, envases de productos químicos; productos químicos caducados; piezas y componentes; restos de tuberías; lodos de estaciones de tratamiento de agua; lodos de estaciones de tratamiento de aguas residuales; pilas usadas; bombillas usadas; entre otros.

ATOME PLC

También incluye basura eventualmente eliminada en la franja de servidumbre de la LT por la población; residuos de las actividades de limpieza de vegetación y mantenimiento de la franja de servidumbre (operaciones de limpieza y poda); chatarra y piezas defectuosas (reemplazos), que pueden incluir conductores, aisladores, componentes de estructuras metálicas; y residuos diversos contaminados con aceites, lubricantes, grasas, etc., resultante del mantenimiento de la LT.

Acondicionamiento, clasificación y almacenamiento

Los residuos generados en tratamiento se recogerán en distintos contenedores que se mantendrán en un área de almacenamiento de residuos en la Planta, hasta su recogida y eliminación final en el relleno sanitario o recogida por una empresa debidamente autorizada para el destino final de cada tipo de residuo.

El área de almacenamiento de residuos estará debidamente identificada, cubierta, ventilada y con superficie impermeable. Los residuos oleosos y otros residuos peligrosos se acondicionarán en contenedores identificados con el símbolo "residuos peligrosos", que serán a prueba de fugas.

Se evitará principalmente la mezcla de residuos de diferentes clasificaciones, como los residuos peligrosos con los no peligrosos. En caso de que sean mezclados, todos los residuos serán tratados como peligrosos. Por lo tanto, ATOME garantizará la disponibilidad en todas las áreas de la Planta, según corresponda, de contenedores separados e identificados para los siguientes tipos de residuos: reciclables, no reciclables y peligrosos.

Transporte de residuos

El transporte a partir del área de almacenamiento de residuos sólo debe realizarse si se garantizan las condiciones adecuadas para el acondicionamiento de los residuos.

El transporte externo de residuos será realizado por un proveedor debidamente autorizado por la autoridad ambiental, que garantizará las condiciones de los residuos hasta el destino final, previniendo impactos ambientales y riesgos a la salud y seguridad en el trabajo y a la comunidad, durante el viaje.

Todo transporte externo de residuos ocurrirá a través de la emisión de manifiestos de transporte de residuos, que contendrá, como mínimo, los siguientes datos:

- Nombre y número de identificación del material o materiales que componen los residuos;
- Estado físico (es decir, sólido, líquido, gaseoso o una combinación de uno o más de estos);
- Cantidad (por ejemplo, kilogramos o litros, número de contenedores);
- Documentación de seguimiento del traslado de residuos con la fecha de envío, la fecha de transporte y la fecha de recepción, registro del emisor, del receptor y del transportista;
- Método y fecha de almacenamiento, re-embalaje, tratamiento o eliminación en la instalación, con referencias cruzadas a los números de documentos de manifiesto específicos aplicables a los residuos.

ATOME PLC

Tratamiento y eliminación final

Se dará preferencia a la jerarquía de técnicas asociadas a la recuperación, reutilización, reaprovechamiento o reciclaje, siempre que sea técnica/económicamente viable, en relación con las alternativas de tratamiento y eliminación final en relleno sanitario o incineración.

Entre el conjunto de alternativas técnicas disponibles para el tratamiento/disposición final de los residuos sólidos, las empresas contratadas para O&M analizarán y seleccionarán las recomendaciones que se consideren más adecuadas teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

- Requisitos legales y normativos aplicables;
- Clasificación de los residuos sólidos;
- Volúmenes de residuos implicados;
- Frecuencia de generación;
- Riesgos asociados de responsabilidad civil;
- Costes implicados.

Al igual que en la fase de construcción, la solución identificada en la región para la eliminación de los residuos orgánicos y comunes no peligrosos es la eliminación por la empresa EMAASA, en el relleno sanitario de Villa Hayes.

5.4 Gestión de residuos peligrosos

Se consideran residuos peligrosos aquellos que por sus características físicas o químicas representan riesgos para la salud humana, los bienes o el ambiente. Entre los residuos peligrosos considerados se mencionan a los residuos de los botiquines (por ejemplo, medicamentos caducados), residuos contaminados con aceite, envases vacíos de productos peligrosos y otros tipos de residuos que no pueden eliminarse en el relleno.

Para el manejo de estos materiales los Contratistas EPC deberán preparar especificaciones más detalladas adecuadas al tipo de materiales peligrosos que prevén manejar, estas constituirán parte de un programa de manejo de materiales peligrosos de su Sistema de Gestión de MASS.

En un principio, se deberá apuntar a evitar la generación de residuos peligrosos, si no fuere posible, los residuos peligrosos deberán separarse de los no peligrosos y su manejo deberá considerar cuanto sigue:

Almacenamiento de residuos peligrosos

- Se deberán almacenar de manera que se eviten o controlen las emisiones accidentales al aire, suelo o recursos hídricos, teniendo en cuenta lo siguiente:
    - Almacenamiento de modo que se evite la mezcla o contacto entre residuos incompatibles y de manera que se permita llevar a cabo inspecciones entre los contenedores y llevar un seguimiento de fugas o vertidos. Algunos ejemplos son el espacio suficiente entre los materiales incompatibles o una separación física mediante muros o bordillos de contención;

ATOME PLC

- Almacenamiento en contenedores cerrados protegidos de la luz solar directa, del viento y de la lluvia;
- Sistemas de contención secundaria con los materiales apropiados para los residuos a contener y adecuados para que se eviten las emisiones al medio ambiente;
- Sistemas de contención secundaria siempre que se almacenen residuos líquidos en volúmenes superiores a 220 litros. El volumen disponible de contención secundaria deberá ser, como mínimo, del 110 por ciento del contenedor de almacenamiento más grande o del 25% de la capacidad total de almacenamiento (el porcentaje que sea más alto), en el emplazamiento concreto.
- Cuando se almacenen residuos volátiles, se deberán facilitar los sistemas de ventilación apropiados.
- Las actividades de almacenamiento estarán manejadas por empleados debidamente entrenados en la manipulación y almacenamiento de residuos peligrosos. Se deberá: i) entregar información disponible sobre la compatibilidad de los productos químicos incluido el etiquetado de cada contenedor, ii) limitar el acceso a empleados debidamente capacitados, iii) etiquetar y delimitar la zona, incluyendo la documentación de su localización en un mapa de las instalaciones, iv) realizar inspecciones periódicas de las zonas de almacenamiento y documentar las conclusiones, v) elaborar e implementar planes de emergencia y respuesta frente a vertidos para tratar emisiones accidentales, vi) evitar los tanques de almacenamiento subterráneo de residuos peligrosos.

ATOME PLC

Transporte de residuos peligrosos

El transporte interno y externo se deberá realizar de manera que se evite o reduzca al mínimo los vertidos, emisiones y riesgos para los empleados y el resto de las personas. Todos los contenedores deberán estar bien sellados y llevar etiquetas apropiadas en las que figuren los contenidos y los peligros asociados, se deberán cargar de manera apropiada en los vehículos de transporte antes de dejar el emplazamiento y deberán ir acompañados de un documento de embarque (es decir, una declaración) en el que se describa la carga y los peligros asociados a la misma.

Considerando que el tratamiento y disposición final de residuos peligrosos se realizará a través de empresas tercerizadas y especializadas en el área, debidamente habilitadas por el MADES, se prevé que cuenten con los procedimientos y elementos necesarios para desarrollar esta actividad en cumplimiento con lo descripto anteriormente. No obstante, el Contratista deberá asegurarse de verificar que las empresas contratadas cumplan con estas disposiciones.

Seguimiento

Las actividades de seguimiento asociadas al manejo de los residuos peligrosos y no peligrosos deberán considerar:

- Inspecciones visuales regulares de todas las zonas de almacenamiento o recogida de residuos para comprobar que no existen indicios de escapes accidentales y para verificar que los residuos están debidamente etiquetados y almacenados. Cuando se generan cantidades significativas de residuos peligrosos y se almacenan in situ, las actividades de seguimiento incluirán:

  - Inspección de los recipientes para comprobar la ausencia de fugas, goteos u otros indicadores de pérdida;
  - Identificación de grietas, corrosión o daños en los contenedores de almacenamiento, en los equipos de protección o en los suelos;
  - Verificación de los cierres, las válvulas de emergencia y otros dispositivos de seguridad para el correcto funcionamiento;
  - Comprobación de la operabilidad de los sistemas de emergencia;
  - Documentar los resultados de las pruebas de integridad, emisiones o estaciones de seguimiento (aire, vapor del suelo o aguas subterráneas);
  - Documentar los cambios que se lleven a cabo en las instalaciones destinadas a almacenamiento, y los cambios significativos en la cantidad de los materiales almacenados.
- Auditorías regulares de las prácticas de segregación de residuos y recogida de los mismos;
- Seguimiento de las tendencias de generación de residuos por tipo y cantidad de residuos generados, preferiblemente por departamento;
- Caracterización de los residuos al principio de la generación de una nueva corriente de residuos, y periódicamente documentando las características y el manejo apropiado de los residuos, especialmente si se trata de residuos peligrosos;
- Conservar las declaraciones y demás documentos que justifiquen la cantidad de residuos generados y su destino;
- Auditoría periódica de las operaciones de tratamiento y servicios de eliminación llevados a cabo por terceros, incluido las instalaciones de reciclado y reutilización en caso de que existan terceras partes responsables de manejar cantidades significativas de residuos peligrosos. Siempre que sea posible, las auditorías incluirán visitas a las zonas de almacenamiento y eliminación de los distintos emplazamientos;
- Los expedientes del seguimiento de los residuos peligrosos recibidos, almacenados o enviados incluirán lo siguiente:
  - Nombre y número de identificación de los materiales que componen el residuo peligroso;
  - Estado físico (sólido, líquido, gaseoso o una combinación de uno o más de los anteriores);
  - Cantidad (por ejemplo, kilogramos o litros, número de contenedores);
  - Documentación del seguimiento del envío de los residuos, donde se incluya tipo y cantidad, fecha de entrega, fecha del transporte y fecha de recepción, detalles sobre el origen, el destinatario y el transportista;
  - Método y fecha de almacenamiento, re- empaquetado, tratamiento o eliminación en las instalaciones, con referencia a los números de declaración específicos de los residuos peligrosos;
  - Localización de los residuos peligrosos dentro de la instalación y la cantidad depositada en cada zona.

5.5. Manejo de materiales peligrosos

La empresa encargada de O&M deberá preparar un Plan de Manejo de Materiales Peligrosos que formará parte su Sistema de Gestión de MASS, a ser aprobado por ATOME. A continuación, se presentan lineamientos generales establecidos en las Guías Generales de MASS de la CFI a considerar para la elaboración del Plan, no obstante, la empresa deberá contar con información más específica basada en su competencia en la operación de Plantas y operaciones similares.

ATOME PLC

Evaluación de los peligros

Se deberá realizar una evaluación continua del nivel de riesgo que representan la gestión de los materiales peligrosos utilizados en la obra o planta. La evaluación deberá considerar: i) Nombre y descripción del material, ii) Clasificación, iii) Cantidad máxima admisible, iv) Cantidad utilizada al mes, v) Características que hacen al material peligroso, vi) Estudio de posibles escenarios de vertidos y escapes utilizando estadísticas disponibles para la industria, vii) Estudio de la posibilidad de que se produzcan reacciones no controladas como incendios y explosiones, viii) Estudio de las posibles consecuencias en función de las características físicas y geográficas del emplazamiento del proyecto. La evaluación será llevada a cabo a través de metodologías aceptadas como HAZOP y HAZID, los cuales constituyen estudios a ser realizados para el Proyecto.

Actuaciones de manejo

El Plan de manejo deberá incluir actuaciones de manejo de acuerdo con los resultados de la evaluación anterior. Este Plan deberá ajustarse a los peligros asociados al Proyecto e incluirá lo siguiente:

- **Planificación, control y prevención de escapes**

  - Formación de operadores en materia de prevención de escapes, incluido prácticas específicas con materiales peligrosos como parte de la formación en materia de preparación y respuesta ante emergencias;
  - Programas de inspección de los recipientes de presión, tanques, sistemas de conductos, válvulas de ventilación y descarga, infraestructura de contención, sistemas automáticos de parada de emergencia, controles y bombas y equipos de proceso asociados;
  - Preparación de procedimientos estándares de operación escritos;
  - Identificación de las ubicaciones de materiales peligrosos y actividades asociadas en un mapa de situación del plan de emergencia;
  - Documentación de la disponibilidad de equipos de protección personal específicos y de la formación necesaria para responder frente a una emergencia;
  - Documentación de la disponibilidad del equipo de respuesta frente a vertidos suficiente para manipular, como mínimo, las etapas iniciales de un vertido y un listado de los recursos externos de equipos y personal, en caso necesario, para complementar los recursos internos
  - Descripción de las medidas de actuación en caso de vertidos, escapes u otras emergencias químicas.

- **Higiene y seguridad ocupacional**

El Plan deberá abordar los siguientes elementos esenciales sobre higiene y seguridad ocupacional:

  - Un análisis de seguridad ocupacional para identificar los posibles peligros específicos que se puedan presentar y estudios sobre higiene industrial, cuando corresponda, para controlar y comprobar los niveles de exposición a riesgos químicos y compararlos con las normas aplicables en materia de exposición a riesgos ocupacionales;

ATOME PLC

- Programas de formación e información sobre los peligros para preparar a los trabajadores para que puedan reconocer y responder ante los peligros químicos ocupacionales;
- Definición e implementación de las actividades de mantenimiento permitidas, tales como el trabajo a temperaturas elevadas o los accesos a espacios confinados;
- Suministro del equipo de protección personal (EPP) apropiado (calzado, mascarillas, ropa y gafas protectoras en las zonas apropiadas), duchas corporales y duchas para ojos en situaciones de emergencia, sistemas de ventilación e instalaciones sanitarias;
- Actividades de seguimiento y mantenimiento de registros, incluidos los procedimientos designados para verificar y registrar la efectividad de la prevención y el control de la exposición a los peligros ocupacionales;
- Informes de investigación de accidentes e incidentes que se deberán archivar, como mínimo, durante un periodo de cinco años.

- **Documentación y conocimientos del proceso**

El Plan deberá incorporarse y adecuarse a los demás elementos del Sistema de gestión de las instalaciones en materia de seguridad ambiental e higiene y seguridad ocupacional, y considerará:

- Descripción escrita de los parámetros de seguridad de los procesos (peligros de sustancias químicas, especificaciones de los equipos de seguridad, rangos de operación segura en cuanto a presión, temperatura u otros parámetros aplicables);
- Procedimientos escritos de funcionamiento;
- Procedimientos escritos de transporte;
- Procedimientos escritos de almacenamiento de materiales;
- Procedimientos de auditoria de cumplimiento;
- Descripción escrita de las medidas preventivas incorporadas en el diseño de la Planta tales como medidas de contención, sistemas de alarmas y detección de fugas, etc.

5.6. Monitoreo del efluente tratado

Como parte de esta medida se realizará el monitoreo del efluente tratado en la Estación de Tratamiento de Aguas Residuales (ETAR) de la Planta. Esta ETAR tratará los efluentes procedentes del pretratamiento de depuración y desmineralización, del separador de aceite, de red no aceitosa y de la torre de refrigeración.

Durante las pruebas para el comisionamiento, la puesta en marcha y el mantenimiento de la Planta también prevé realizar limpieza química de las tuberías para ciertos circuitos, lo que dará lugar a la generación de otro efluente más que habrá que gestionar. Sin embargo, se espera que este servicio se realice mediante empresa autorizada en circuito cerrado, de manera que los químicos se recuperen y sean retirados por la misma empresa especializada en estos servicios para su reutilización.

Para el efluente tratado en la ETAR se realizarán los siguientes controles:

- Caudal, pH, temperatura, conductividad y cloro libre residual – medición continua;
- Análisis de DBO5, DQO y amoníaco – diaria;

ATOME PLC

- Análisis de sólidos suspendidos, sólidos sedimentables, grasas y aceites, materiales flotantes, sulfatos, nitrógeno total, fósforo total, coliformes fecales y nitrato de amonio – semanal;
- Análisis de parámetros restantes mostrados en la **Tabla 5.6.a del P.09** – semestral.

Los valores resultantes del análisis deben ser comparados con los límites establecidos por el Art. 7º de la Resolución SEAM Nº 222/2002, que establece las condiciones y criterios para la descarga de efluentes de cualquier fuente contaminante, directa e indirectamente, en el cuerpo receptor, y por las Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad y las Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para la producción de fertilizantes nitrogenados de la CFI adoptándose los más restrictivos. Estos valores se muestran en la **Tabla 5.6.a del P.09** a continuación.

Tabla 5.6.a del P.09
Límites para descarga de efluentes en el cuerpo receptor

Sustancias, Condiciones y Criterios	Resolución SEAM Nº 222/2002	Guías MASS generales	Guías MASS para la producción de fertilizantes nitrogenados
pH	5 a 9	6 a 9	6 a 9
DBO 5d 20° C	50 mg/L	30 mg/L	
DQO	150 mg/L	125 mg/L	
Temperatura	< 40º C		
Elevación de Temperatura del Cuerpo Receptor	3º C		<3º C
Materias sedimentables (test 1 h como Inmhoff)	< 1 mg/L		
Régimen de Lanzamiento	con caudal máximo < 1,5 veces a razón media del periodo critico		
Aceites Minerales	< 20 mg/L		
Aceites Vegetales y Grasas Animal	50 mg/L	10 mg/L	
Sólidos totales en Suspensión	-	50 mg/L	30 mg/L
Materias Flotantes	0		
Amonio (N)	5,0 mg/L		
Arsénico (As)	0,5 mg/L		
Bario (Ba)	5,0 mg/L		
Boro (Bo)	5,0 mg/L		
Cadmio (Cd)	0,2 mg/L		
Cianatos (CN)	0,2 mg/L		
Plomo (Pb)	0,5 mg/L		
Cobre (Cu)	1,0 mg/L		
Cromo Hexavalente (Cr)	0,5 mg/L		
Cromo Trivalente (Cr)	2,0 mg/L		
Estaño (Sn)	4,0 mg/L		
Índice de Fenoles (C6H5OH)	0,5 mg/L		
Fierro Soluble (Fe)	15 mg/L		
Manganeso soluble (Mn)	1,0 mg/L		
Mercurio total (Hg)	0,01 mg/L		
Níquel (Ni)	2,0 mg/L		

ATOME PLC

Sustancias, Condiciones y Criterios	Resolución SEAM Nº 222/2002	Guías MASS generales	Guías MASS para la producción de fertilizantes nitrogenados
Plata (Ag)	0,1 mg/L		
Selenio (S)	0,05 mg/L		
Sulfatos (Se)	0,05 mg/L		
Zinc (Zn)	5,0 mg/L		
Nitrógeno Total (N)	40 mg/L	10 mg/L	15 mg/L
Fosforo Total (P)	4 mg/L	2 mg/L	
Nitrato de amonio (mg/L)			100 mg/L
NH_3 (mg/L)			5 mg/L
Coliformes Fecales	4000 NMP/100 mL		
Coliformes Totales		400 NMP/100 mL	

Las muestras para análisis se recogerán en el depósito de efluentes tratados de la ETAR.

5.7. Monitoreo de la calidad del agua

El vertido de los efluentes tratados en la ETAR tiene el potencial de causar cambios en la calidad del agua del rio Paraguay. Aunque se prevea el monitoreo de los límites de emisión de efluentes exigidos por la legislación (ver medida anterior, **Sección 5.4**), también se realizará el monitoreo de la calidad del agua, para demostrar que se están cumpliendo los estándares establecidos por la legislación aplicable.

Los puntos en los que se recogerán las muestras para el control de la calidad del agua en la fase de operación son los mismos en los que se llevaron a cabo los análisis para la línea de base de este EIAS, es decir, el punto de captación de agua para el Proyecto y los puntos aguas arriba y aguas abajo del vertido de efluentes (ver **Figura 5.2.2.3.a** en la **Sección 5.2.2.3.a**).

La recogida y preservación de las muestras se realizará de acuerdo con la Norma Paraguaya Nº 186-Toma de Muestras para el Análisis Físico, Químico y Bacteriológico de las Aguas y los *Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater (24ª Edition), Section 1060 - Collection and Preservation of Samples*.

Las determinaciones laboratoriales serán realizadas en laboratorio acreditado por el Organismo Nacional de Acreditación (ONA) de acuerdo a la Norma NP-ISO/IEC 17025:2018 equivalente a la Norma ISO/IEC 17025:2017 “REQUISITOS GENERALES PARA LA COMPETENCIA DE LOS LABORATORIOS DE ENSAYO Y CALIBRACION”.

Las técnicas de preservación que se utilizarán para la preservación de las muestras deben seguir lo que recomienda el laboratorio contratado.

Los trabajos de recolección deben llevarse a cabo en condiciones seguras y el uso de todo el equipo de protección individual y colectivo necesario.

Para cada punto de muestreo, se debe completar una ficha de campo, como una forma de registrar toda la información necesaria para la idoneidad de los procedimientos. Como mínimo, la ficha de campo debe contener la siguiente información:

ATOME PLC

- Nombre(s) de los técnicos y coordinador de los trabajos
- Número de identificación de las muestras
- Identificación georreferenciada del punto de muestreo
- Fecha y hora
- Naturaleza de la muestra
- Tipo de muestra (simple, compuesta o integrada)
- Mediciones de campo
- Condiciones meteorológicas
- Modelo de los equipos utilizados
- Registro fotográfico

Después de la toma, identificación y registro de las muestras, las mismas deben embalarse y conservarse cuidadosamente, de acuerdo con las indicaciones del laboratorio responsable. Las muestras deben llevarse al laboratorio en el menor tiempo posible, teniendo en cuenta el tiempo necesario para preservar cada parámetro.

Después del análisis de laboratorio, los resultados deben compararse con las concentraciones permitidas para aguas Clase 2, establecidas en el Art. 3º de la Resolución SEAM Nº 222/2002 (ver **Tabla 5.7.a del P.09**).

Tabla 5.7.a del P.09
Límites y/o condiciones a verificar en los análisis de calidad del agua

Parámetro	Unidad	Art. 3º Resolución SEAM Nº 222/2002
Materias fluctuantes, inclusive espumas no naturales		virtualmente ausentes
Grasas y Aceites		virtualmente ausentes
Colorantes artificiales		virtualmente ausentes
Coliformes fecales	UFC	1,000 / 100 mL
Color	Pt/Co	75
Turbidez	UTN	100
DBO_5	mgO2/L	≤ 5
O.D.	mg/L	≥ 5
Fosforo Total	mg/L	0.05
Nitrógeno Total	mg/L	0.6 N
pH	UpH	6.0 – 9.0
Inorgánicos		
Aluminio	mg/L	0.2 Al
Amonio no ionizable	mg/L	0,02 NH3
Cloratos	mg/L	250 CL
Hierro Disuelto (Fe+2)	mg/L	0.3 Fe
Sólido disuelto total	mg/L	0,025 P
Sulfatos	mg/L	250 S04
Nitrato (como N-NO3)	mg/L	10 N
Nitrito	mg/L	1.0 N
Sodio	mg/L	200 Na
Dureza cálcica total	mg/L	300 Ca
Selenio	mg/L	0.01 Se
Manganeso	mg/L	0.1 Mn
Bario	mg/L	2.0 Ba
Arsénico	mg/L	0.01 As
Cianatos (como cianato libre)	mg/L	0,2 CN
Plomo	mg/L	0.01 Pb

ATOME PLC

Tabla 5.7.a del P.09
Límites y/o condiciones a verificar en los análisis de calidad del agua

Parámetro	Unidad	Art. 3º Resolución SEAM Nº 222/2002
Cadmio	mg/L	0.001 Cd
Cobre	mg/L	1.0 Cu
Cromo trivalente	mg/L	0,5 Cr
Cromo hexavalente	mg/L	0,05 Cr
Estaño	mg/L	2.0 Sn
Mercurio inorgánico	mg/L	0,002 Hg
Mercurio orgánico	mg/L	cero
Niquel	mg/L	0.025 Ni
Zinc	mg/L	3.0 Zi
Orgánicos		
Endosulfan	mg/L	0,056
Diazion	mg/L	0,005
DDT	mg/L	0,002
Endrin	mg/L	0,002
PCB (bifenilos policlorados)	mg/L	cero

El análisis se realizará semestralmente.

En el caso de que se opte por el uso de agua de pozo (para la reserva secundaria del sistema de combate de incendios), se realizará también un monitoreo de las aguas subterráneas con recolección de muestras en los pozos que se perforen, para obtener información sobre la calidad del agua y la dinámica del acuífero. La periodicidad será la misma que la establecida para el monitoreo de la calidad de las aguas superficiales. Los parámetros a analizar también son los mismos y deben cumplir los límites de la Resolución Nº 222/02.

5.8. Monitoreo de ruido

En el momento de las pruebas y la puesta en servicio se verificarán los niveles de ruido para garantizar que los niveles sean los incluidos en la garantía de los equipos más ruidosos.

A continuación, se llevará a cabo monitoreo periódico para confirmar el cumplimiento en las cercas y en el exterior de la residencia más cercana. Además, a medida que cambian las propiedades vecinas, como la posible futura construcción de Omega Green, podrán añadirse nuevos puntos de monitoreo del ruido.

Las mediciones durarán 20 o 24 horas y se realizarán utilizando un sonómetro con análisis estadístico de datos, ajustado al modo Logging, que permite obtener los histogramas de medición. El equipo debe disponer de Certificado de Calibración de laboratorio acreditado.

Las campañas de medición del ruido deberán realizarse en condiciones de plena operación (con todos los equipos funcionando al mismo tiempo). Una vez que el proyecto se encuentre operativo, se comprueben que los niveles se encuentran dentro de los esperados y no se detecten cambios significativos en las mediciones mensuales, solo se realizarán campañas adicionales si se presentaran quejas a través del Mecanismo de manejo de reclamos del P.03.

ATOME PLC

5.9. Monitoreo de emisiones atmosféricas

Al igual que en el caso del ruido, durante las pruebas y puesta en servicio se verificará que los niveles de emisiones atmosféricas de las chimeneas sean acordes a los incluidos en la garantía de las fuentes de emisiones identificadas.

Adicionalmente, durante la operación, se deberán monitorear las emisiones de las fuentes fijas para confirmar el cumplimiento de los límites establecidos en las Guías MASS para la producción de fertilizantes nitrogenados de la CFI. Los contaminantes regulados que deben ser monitoreados son: i) **Planta de Amoniaco**: NH_3, NOx, MP, ii) **Planta de AN**: NOx, N_2O, NH_3, MP, iii) **Planta de CAN**: MP y NH_3.

Las metodologías y equipamiento de monitoreo consistirán en puntos de toma de muestras en las chimeneas para chequeos periódicos por el operador u organismo oportuno. Estos serán instalados en puntos estratégicos como chimeneas de la Unidad de Síntesis de NH3, Planta de AN y Planta GRAN, o zonas de almacenamiento y manipulación de materias primas y productos. La definición final se realizará en fase de diseño final de ingeniería.

Considerando que a nivel nacional no se cuentan con límites para emisiones, se consideran solo los límites establecidos en las Guías de CFI mencionadas previamente (**Tabla 5.9.a del P.09**).

Tabla 5.9.a del P.09
Límites y/o condiciones a verificar en los monitoreos de emisiones atmosféricas

Contaminantes	Unidades	Valor indicativo
Planta de NH3		
NH3	mg/Nm^3	50
NOx	mg/Nm^3	300
MP	mg/Nm^3	50
Planta de AN		
NOx	mg/Nm^3	200
N2O	mg/Nm^3	800
NH3	mg/Nm^3	10
MP	mg/Nm^3	50
Planta de CAN		
MP	mg/Nm^3	50
NH3	mg/Nm^3	50

ATOME PLC

5.10. Monitoreo de calidad del aire

Durante la operación se realizará el monitoreo de la calidad del aire con una empresa especializada a ser contratada. Las mediciones serán en el mismo punto usado para la línea base (ver **Figura 5.2.8.2.a** en la **Sección 5.2.8.2**).

En estos puntos se medirán los parámetros Partículas Suspendidas Totales (PST), Partículas Inhalables (PM_{10}, $PM_{2.5}$), Dióxido de Nitrógeno (NO_2), Monóxido de Carbono (CO) y Ozono (O_3).

La campaña se llevará a cabo preferentemente en la estación seca.

La campaña puede llevarse a cabo utilizando las técnicas de muestreo con equipos de referencia internacionales, como el muestreador de Gran Volumen (AGV/Hi-Vol) y el muestreador Trigás. Los equipos de monitoreo de la calidad del aire serán definidos por la operadora de la planta en coordinación con ATOME.

Los informes de campaña presentarán la siguiente información:

- Descripción del equipo de muestreo;
- Hoja de cálculo con los datos obtenidos durante el muestreo;
- Hoja de cálculo con la elaboración de los cálculos de concentración y tasa de emisión;
- Hoja de cálculo con los resultados de la modelación para la comparación con las normas de calidad del aire de Paraguay (Resolución N° 259/2015) y demás normas aplicables;
- Tabla con los principales resultados;
- Para la recolección de datos meteorológicos e informaciones que acompañan los períodos de recolección y muestreo, se utilizará la red de estaciones de la Dirección de Meteorología e Hidrología.

Los certificados de calibración de los equipos utilizados se adjuntarán a los informes de cada campaña.

Los valores medidos en las campañas deben cumplir los parámetros de calidad del aire establecidos por la Resolución SEAM N° 259/2015 y por las Guías Generales de Medio Ambiente, Salud y Seguridad (MASS) de la CFI, adoptándose los más restrictivos (ver **Tabla 5.4.b del P.01**).

5.11. Control de olores

Como se menciona en el impacto 8.03, durante el funcionamiento de la Planta puede haber olores que molesten a los residentes vecinos, causados por escape de gas amoniaco en la planta de NH_3 y el tanque principal de NH_3, en la zona de carga de camiones, o provenientes del funcionamiento de la ETAR.

Para evitar estas molestias pueden aplicarse algunas medidas de control de olores, como las siguientes:

- Controlar los gases y olores en las áreas identificadas y previamente citadas;
- Neutralizar los olores y sustancias que se encuentren en el entorno;
- Absorber los gases contaminantes mediante la aspiración del aire contaminado;

ATOME PLC

- Utilizar un lavador de gases con una solución química neutralizante;
- Aumentar la eficiencia del lavador de gases instalado utilizando agua y compuestos químicos agresivos en un intento de condensar los gases nocivos y olorosos;
- Instalar un biofiltro para filtrar el aire contaminado.

La eficacia de estas u otras medidas adoptadas para el control de olores se supervisará a través de los registros de quejas del Mecanismo de Manejo de Reclamos del P.03.

5.12. Supervisión de empresas contratadas

La estrategia de contratación de empresas para el transporte terrestre y fluvial de CAN y para otros servicios y suministro de insumos en la fase de operación del Proyecto, que incluirá gestión de residuos, certificaciones, laboratorio, servicio de postventa de maquinaria, consultoría, y mantenimientos secundarios (IT, jardinería, etc.), tendrá en cuenta criterios ambientales, sociales y de salud y seguridad (SSMA) en la especificación de las condiciones y servicios a contratar, incluyendo la especificación de las responsabilidades de estas empresas en la respuesta a emergencias durante la operación.

ATOME contará con criterios para la selección de las empresas y requerirá que estos tengan los procedimientos y recursos necesarios, los cuales deberán formar parte del sistema de gestión ambiental, de seguridad y salud de los mismos.

La inclusión de los criterios a cumplir en los Términos de Referencia para Contratación deberá asegurar, por un lado, que los contratados incorporen los costos de las medidas de gestión de SSMA en los precios de sus servicios, y por otro, que todas las instrucciones y requerimientos de SSMA tengan fuerza contractual.

Asimismo, ATOME establecerá contractualmente que las empresas contratadas para la fase de operación cumplan con las leyes laborales y requisitos de medio ambiente, salud y seguridad. ATOME verificará que las empresas sean debidamente calificadas para su contratación.

5.13. Mantenimiento de la franja de servidumbre

Mantenimiento y control de erosión

El control de la erosión en la franja de servidumbre debe ser una actividad continua durante la fase de operación.

El equipo de mantenimiento de la empresa operadora de la LT y de las tuberías realizará inspección anual en la servidumbre. Durante estas inspecciones, todos los procesos erosivos incipientes serán identificados e inmediatamente estabilizados provisionalmente. Dichas intervenciones pueden incluir la ejecución de pequeñas obras como la desviación del flujo de agua sobre áreas desestabilizadas, la colocación de piedra en el curso del agua preferido, obras de estabilización.

ATOME PLC

Manejo de la vegetación en la franja de servidumbre

La empresa operadora de la LT debe realizar una poda selectiva periódica en la franja de servidumbre, manteniendo la distancia de seguridad entre los cables y la copa del árbol, de modo que la vegetación no ponga en peligro la LT y sus componentes (mantenga la distancia de seguridad recomendada en el Código Nacional de Electricidad - CNE - Suministro, aprobado por la norma legal R.M Nº 214-2011-MEM/DM, en Sección 23).

La vegetación arbustiva será cortada periódicamente por los equipos de mantenimiento, solo cuando sea necesario, manteniendo las herbáceas. En la programación de estos trabajos, se considerarán los riesgos de propagación del fuego, asegurando el segado extensivo antes de las estaciones secas del año.

Durante el corte, los equipos de mantenimiento podrán recoger y eliminar los residuos descartados por terceros en la servidumbre.

Protección de la franja de servidumbre

Las actividades permitidas dentro de la franja de servidumbre se limitan a la siembra de algunos cultivos temporales, y a algunos cultivos permanentes de baja altura. No se permiten cultivos de gran tamaño, como la plantación de eucaliptos; manejos sujetos al uso de fuego, como la caña de azúcar; así como cualquier instalación física (construcción o equipo).

Todas las inspecciones de la franja de servidumbre serán realizadas anualmente e incluirán la verificación de cualquier actividad o uso irregular dentro de la franja. Los procedimientos para notificar a la persona responsable (propietario u otros) se definirán caso por caso.

6. Indicadores de Efectividad

Los indicadores de este Programa son:

- Cumplimiento de la frecuencia de informes y auditorías requeridas por la Resolución N° 201/2015;
- Frecuencia de eventos de capacitación de los equipos de O&M y número de participantes;
- Inventarios periódicos de los residuos generados en las actividades de O&M y manifiestos de transporte de residuos;
- Cantidad de residuos sólidos destinados en relación con el total de residuos generados;
- Periodicidad del monitoreo de efluentes y % de resultados que atienden a la legislación aplicable;
- Periodicidad del monitoreo de calidad de agua y % de resultados que atienden a la legislación aplicable;
- Periodicidad del monitoreo de ruido y % de resultados que atienden a la legislación aplicable;
- Periodicidad del monitoreo de calidad del aire y % de resultados que atienden a la legislación aplicable;
- Periodicidad del monitoreo de emisiones de las chimeneas y % de resultados que atienden a la legislación aplicable;

ATOME PLC

- Número de consultas y reclamos relacionados a exceso de ruido recibidos por el Mecanismo de Manejo de Reclamos de la fase de operación, bajo el P.03;
- Número de consultas y reclamos relacionados a exceso de olores recibidos por el Mecanismo de Manejo de Reclamos de la fase de operación, bajo el P.03;
- Número de no conformidades (NC) registradas por el Equipo de gestión SSMA de ATOME en relación con las actividades de las empresas contratadas.

7. Reportes

Para cada campaña de monitoreo se presentará un informe parcial. Se preparará un Informe Semestral del P.09, con los resultados de implementación de todas las medidas, incluyendo:

- Registros fotográficos y listas de presencia de eventos de capacitación aplicados al personal de O&M;
- Inventario de residuos sólidos en el periodo y evidencia de destino final;
- Análisis crítico de los resultados de los monitoreos de efluentes, calidad de agua, ruido, emisiones atmosféricas y calidad del aire, y descripción de las medidas de mitigación y atenuación eventualmente adoptadas;
- Registros de consultas, sugerencias y reclamos recibidos por ATOME relacionados a la operación;
- Simulacros;
- Capacitaciones;
- Reclamos;
- Accidentes;
- Otros.

Se prepararán los Informes de auditoría ambiental de cumplimiento del Programa de Gestión Ambiental de la Fase de Operación, a ser enviados al MADES y otras partes interesadas como los inversionistas.

8. Cronograma de Ejecución

Todas las medidas descritas en este Programa serán realizadas de forma continua durante la vida útil del Proyecto, incluyendo la capacitación ambiental del equipo de O&M, la gestión de residuos sólidos, el control de olores y de ruido y el monitoreo de efluentes y de la calidad del agua, cada uno con la frecuencia establecida en las respectivas secciones de este Plan. El monitoreo de ruido se realizará periódicamente en situación de operación plena (con todos los equipos funcionando simultáneamente) y siempre que sea necesario debido a quejas recurrentes relacionadas con el tema.

P.10 – Programa de Respuesta a Emergencias para la Fase de Operación

1. Justificación del Programa

Este Programa de Respuesta a Emergencias para la Fase de Operación proporciona procedimientos para que las empresas implicadas en las actividades de operación y mantenimiento de la Planta puedan hacer frente de manera rápida y eficaz en situaciones de emergencia. Los Planes de Acción de Emergencia a ser elaborados como parte de este Programa

ATOME PLC

minimizarán las consecuencias ambientales de cualquier escenario accidental relacionado a la operación del Proyecto a través de una acción de emergencia rápida y efectiva.

Las hipótesis accidentales a ser consideradas en la fase de operación y que serán objeto de los Planes de Acción de Emergencia son:

- Explosión de los tanques de H_2 y NH_3;
- Fugas de NH_3;
- Eventos extremos, como tormentas tropicales y sequías.

En caso de accidentes relacionados con el transporte de CAN vía terrestre o fluvial, la empresa contratada para el efecto deberá contar con un Programa de Respuesta a Emergencias que constituirá parte de su Sistema de Gestión de MASS.

2. Objetivos Principales

El objetivo del Programa de Respuesta a Emergencias para la Fase de Operación es establecer procedimientos técnicos y administrativos para acciones inmediatas, disciplinadas y eficientes, mediante el uso de mano de obra capacitada y equipo y materiales apropiados para ser aplicados en cualquier situación de emergencia durante la fase de operación del Proyecto. El objetivo principal es, en caso de accidente, obtener una acción rápida y efectiva dirigida a preservar vidas, prevenir o minimizar la destrucción del Proyecto, protegiendo a la comunidad y el medio ambiente de la región.

El objetivo de este Plan también es comunicar a todos los involucrados sobre situaciones de emergencia, liberación accidental de contaminantes, y ocurrencias que pueden poner en peligro a la población y el medio ambiente.

3. Legislación Aplicable

Se aplica la legislación establecida en la **Sección 4.8** del EIAS.

4. Responsabilidades

La responsabilidad de la elaboración y ejecución de los Planes de Acción de Emergencia es del equipo de las empresas especializadas contratadas para operación y mantenimiento (O&M) de la Planta. Estos Planes deberán ser presentados al Equipo de Gestión SSMA de ATOME, para aprobación. Las empresas de O&M pueden contar con apoyo de consultores independientes especializados, si fuere necesario. El Equipo de Gestión SSMA de ATOME será responsable de garantizar que tales Planes de Acción de Emergencia son adecuados para la operación de la planta.

ATOME PLC

5. Metodología de Implementación

Los Planes de Acción de Emergencia que componen este Programa de Respuesta a Emergencias para la Fase de Operación, a ser preparados por las empresas de O&M serán revisados y aprobados por ATOME, deben incluir:

- Descripción de las hipótesis de emergencia consideradas;
- Los órganos a ser involucrados según el tipo de situación;
- La secuencia lógica de acciones a implementar en cada caso;
- El equipo y los recursos materiales y técnicos para apoyar acciones de emergencia;
- La delimitación de responsabilidades.

Los Planes de Acción de Emergencia a ser desarrollados deberán incluir procedimientos mínimos para combatir cada hipótesis de emergencia, considerando los siguientes pasos en todos los casos:

- Evaluación previa;
- Análisis de gravedad de accidentes/emergencias;
- Selección del procedimiento a adoptar;
- Secuencia de activación: formas de comunicación;
- Medidas de estabilización y control de accidentes/emergencias;
- Medidas correctivas según corresponda;
- Monitoreo de recuperación / estabilización.

Los órganos a activar varían según la hipótesis considerada y la gravedad de la emergencia. A continuación, se incluye una lista de las entidades, órganos o elementos intervinientes que podrán ser activados:

- ATOME;
- Secretaría de Emergencia Nacional – SEN;
- Agencias que regulan el uso de la Hidrovía Paraguay - Paraná en cada país;
- Organizaciones departamentales y locales de emergencia;
- Cuerpo de Bomberos;
- ANDE - Administración Nacional de Electricidad;
- MADES;
- Servicio de Toxicología del Centro de Emergencias Médicas;
- Dirección de Gestión de Cuencas Hidrográficas;
- Hospital y primeros auxilios;
- Policía de tránsito;
- Junta de Saneamiento.

5.1. Plan de Acción de Emergencia en caso de explosión física en estructuras de la Unidad de síntesis de NH_3, Planta de Electrólisis, tanques de H_2 y NH_3 y compresores de gas de síntesis

El presente Plan de Acción de Emergencia tiene como objetivo definir acciones secuenciales para responder a eventos accidentales relacionados a explosión física en diferentes áreas de la Planta en las que se ha identificado este riesgo (véase el riesgo 13.02 en la **Sección 6.1.4.3**), más

ATOME PLC

concretamente en estructuras de la Unidad de síntesis de NH_3, del Edificio de electrólisis, en los tanques de H_2 y NH_3 y en los compresores de gas de síntesis, que puedan representar situaciones de peligro para la salud y seguridad de los trabajadores, la comunidad o el medio ambiente.

Recursos necesarios para abordar la hipótesis accidental contemplada

- Extintores de los tipos adecuados para cada categoría de incendio y en número suficiente para el combate inicial de incendios;
- Estación de mangueras;
- Sistema de hidrantes y bombas alimentado por depósito principal de agua;
- Detectores de gas y de llama;
- Tractor para hacer cortafuegos de emergencia.
- Sirenas de advertencia de incendios;
- EPP específico: guantes, casco, respirador, gafas de seguridad para productos químicos.

Órganos a activar

- ATOME;
- Secretaría de Emergencia Nacional – SEN;
- Organizaciones departamentales y locales de emergencia;
- Cuerpo de Bomberos;
- ANDE;
- MADES;
- Hospital y primeros auxilios;
- Policía de tránsito.

Procedimientos de combate a emergencia

Este Plan de Acción de Emergencia se implementará con el apoyo de los sistemas de comunicaciones existentes en la Planta. Los procedimientos a adoptar el en caso de explosión en los tanques de H_2 y NH_3 son:

1. Aplicar de forma rutinaria el control de los factores que pueden generar la explosión;
2. Realizar la formación periódica de los trabajadores;
3. Mantener los sistemas de prevención y extinción de incendios en perfecto estado de funcionamiento, así como las salidas de emergencia sin obstáculos y señalizadas;
4. En caso de riesgo de una posible explosión, activar el sistema de alerta y comunicar al Coordinador de Emergencias;
5. En caso de explosión, activar inmediatamente el sistema de alerta y al Coordinador de Emergencias;
6. Realizar una evaluación inicial para determinar la gravedad de la situación;
7. Verificar la existencia de víctimas;
8. Retirar las víctimas;
9. Accionar atención médica de emergencia según la naturaleza de las lesiones;
10. Accionar el Cuerpo de Bomberos;
11. Señalizar y aislar el área en el radio de alcance de la emergencia (ver Figura respectiva de cada área en el **Anexo 14**), asegurando el acceso de los equipos de respuesta;
12. Retirar del lugar los tanques que no hayan resultado dañados por la explosión;

ATOME PLC

13. En caso de incendio, realizar el combate inicial con agua y uso de amortiguadores manuales;
14. Ejecutar el cortafuego de emergencia alrededor del área incendiada utilizando el tractor;
15. Monitorear situaciones de reactivación de braseros;
16. Eliminar materiales inflamables cercanos que puedan verse afectados por el fuego;
17. Verificar la ocurrencia de daños en las estructuras, como grietas, colapso de techos, rotura de tuberías, puertas y ventanas dañadas, entre otros;
18. Verificar la ocurrencia de derrumbes o daños graves que puedan inutilizar el lugar;
19. En caso de incendio con afectación de áreas de bosque, informar al MADES;
20. Accionar a la ANDE si el incendio alcanza la red eléctrica o la subestación Buey Rodeo;
21. Accionar la policía de tránsito si el fuego alcanza la vegetación del borde de la carretera.

5.2. Plan de Acción de Emergencia en caso de incendios en estructuras de la Unidad de síntesis de NH_3, del Edificio de electrólisis, en los tanques de H_2 y NH_3, en los compresores de gas de síntesis, en la Planta de ácido nítrico (AN) y en la Planta de solución de nitrato de amonio (SNA)

El presente Plan de Acción de Emergencia tiene como objetivo definir acciones secuenciales para responder a eventos accidentales que involucran incendios iniciados en caso de Fuego de charco (*pool fire*), Chorro de fuego (*jet fire*) o fogonazo (*flash fire*) durante la operación de la Planta, en estructuras de la Unidad de síntesis de NH_3, del Edificio de electrólisis, en los tanques de H_2 y NH_3, en los compresores de gas de síntesis, en la Planta de ácido nítrico (AN) y en la Planta de solución de nitrato de amonio (SNA), que puedan representar situaciones de peligro para la salud y seguridad de los trabajadores, la comunidad o el medio ambiente.

ATOME PLC

Recursos necesarios para abordar la hipótesis accidental contemplada

- Extintores de los tipos adecuados para cada categoría de incendio y en número suficiente para el combate inicial de incendios;
- Estación de mangueras;
- Sistema de hidrantes y bombas alimentado por depósito principal de agua;
- Detectores de gas y de llama;
- Tractor para hacer cortafuegos de emergencia.
- Sirenas de advertencia de incendios;
- EPP específico: guantes, casco, respirador, gafas de seguridad para productos químicos.

Órganos a activar

- ATOME;
- Secretaría de Emergencia Nacional – SEN;
- Organizaciones departamentales y locales de emergencia;
- Cuerpo de Bomberos;
- ANDE;
- MADES;
- Hospital y primeros auxilios;
- Policía de tránsito.

Procedimientos de combate a emergencia

Este Plan de Acción de Emergencia se implementará con el apoyo de los sistemas de comunicaciones existentes en la Planta. Los procedimientos a adoptar el en caso de incendios son:

1. Mantener los sistemas de prevención y extinción de incendios en perfecto estado de funcionamiento, así como las salidas de emergencia sin obstáculos y señalizadas;
2. Realizar la formación periódica de los trabajadores de O&M;
3. Al identificar el peligro que podría provocar un incendio, incendio, comunicar al Coordinador de Emergencias con una descripción del tamaño y la gravedad de la situación;
4. Realizar una evaluación inicial para determinar la gravedad de la situación;
5. Activar el cuerpo de bomberos y de la brigada de incendios de la Planta;
6. Aislar el área en el radio de alcance de la emergencia (ver Figura respectiva de cada área en el **Anexo 14**), permaneciendo cerca del lugar solo los miembros de los equipos de servicio;
7. Retirar las víctimas;
8. Accionar atención médica de emergencia según la naturaleza de las lesiones;
9. Trasladar al local el camión de agua y el tractor para implantación de cortafuegos;
10. Combatir inicialmente con agua y uso de amortiguadores manuales;
11. Enfriar (lateralmente con agua) los equipos expuestos a las llamas, incluso después de extinguir el fuego;
12. Ejecutar el cortafuego de emergencia alrededor del área incendiada utilizando el tractor;
13. Monitorear situaciones de reactivación de braseros;
14. Eliminar materiales inflamables cercanos que puedan verse afectados por el fuego;
15. En caso de incendio con afectación de áreas de bosque, informar al MADES;
16. Accionar a la ANDE si el incendio alcanza la red eléctrica o las subestaciones;
17. Accionar la policía de tránsito si el fuego alcanza la vegetación del borde de la carretera.

5.3. Plan de Acción de Emergencia en caso de fugas de NH_3, HNO_3 o NH_4NO_3

El presente Plan de Acción de Emergencia tiene como objetivo definir acciones secuenciales para responder a eventos accidentales relacionados a fugas de NH3, HNO_3 o NH_4NO_3 en las áreas de las Plantas y de almacenamiento de estos productos, que puedan representar situaciones de peligro para la salud y seguridad de los trabajadores.

Recursos necesarios para abordar la hipótesis accidental contemplada

- Recursos necesarios para el aislamiento de la zona, incluyendo cuerdas, conos de señalización y bandas de aislamiento, entre otros;
- Ducha y lavaojos;
- Equipos de protección respiratoria de presión positiva y ropa de protección química para el personal de emergencias;
- Equipo respiratorio autónomo para atendimiento a víctimas;
- Tanque de oxígeno para atendimiento a víctimas;
- Sirenas de advertencia de fugas;
- EPP específico: guantes, casco, respirador, gafas de seguridad para productos químicos.

ATOME PLC

Órganos a activar

- ATOME;
- Secretaría de Emergencia Nacional – SEN;
- Organizaciones departamentales y locales de emergencia;
- Cuerpo de Bomberos;
- MADES;
- Servicio de Toxicología del Centro de Emergencias Médicas;
- Hospital y primeros auxilios.

Procedimientos de combate a emergencia

Este Plan de Acción de Emergencia se implementará con el apoyo de los sistemas de comunicaciones existentes en la Planta. Los procedimientos a adoptar el en caso de fugas de NH_3, HNO_3 o NH_4NO_3 son:

1. Garantizar una ventilación adecuada para mantener la concentración ambiental del gas en los niveles más bajos posibles en caso de fuga;
2. Utilizar mecanismos de detección precoz de fugas en puntos críticos, junto con un sistema de alarma;
3. Realizar formaciones periódicas con los trabajadores;
4. Informar al Coordinador de Emergencias en cuanto se detecte una fuga de NH_3, HNO_3 o NH_4NO_3;
5. Detener la fuga, si puede hacerse sin riesgo;
6. Asegurarse de que todas las personas implicadas en el combate a la emergencia y en la atención a las víctimas lleven los equipos de protección adecuados;
7. Evacuar la zona, dependiendo de la gravedad de la fuga;
8. Eliminar todas las fuentes de ignición, para evitar explosiones que puedan producirse debido a la presencia de la sustancia en el ambiente;
9. Mantener los sistemas de prevención y extinción de incendios en perfecto estado de funcionamiento, así como las salidas de emergencia sin obstáculos y señalizadas;
10. Verificar la existencia de víctimas;
11. Accionar atención médica de emergencia y el Servicio de Toxicología;
12. Accionar el Cuerpo de Bomberos;
13. Retirar a la víctima a un lugar ventilado y mantenerla en una posición que no dificulte la respiración;
14. Lavar las partes que hayan estado en contacto con la sustancia tóxica;
15. Utilizar un equipo de respiración autónomo para rescatar a la víctima. Si la víctima no respira, aplicar respiración artificial y, si respira con dificultad, proporcionarle oxígeno;
16. Eliminar la ropa contaminada;
17. Evitar que el producto penetre en desagües, fosas o cualquier otro lugar donde pueda acumularse una atmósfera peligrosa;
18. Limpiar el área. No permitir que entre agua en los tanques. Liberar el contenido lentamente a la atmósfera, manteniéndose a favor del viento. Mantener el área evacuada y libre de fuentes de ignición hasta que el líquido derramado se haya evaporado completamente. Ventilar el área. Lavar los tanques y el área contaminada con agua abundante.

ATOME PLC

5.4. Plan de Acción de Emergencia para eventos extremos, como tormentas severas y sequías

El presente Plan de Acción de Emergencia tiene como objetivo definir acciones secuenciales para responder a situaciones de emergencia por tormentas o sequías, eventos extremos considerados de alto o medio riesgo en el área del Proyecto (ver **Sección 5.2.1.4**).

Se considera en estos eventos las siguientes situaciones de emergencia:

- Afectación física a estructuras de la Planta y de la LT;
- Afectación del suministro de agua para consumo humano y brote de enfermedades transmisibles y otros agravios relacionados con el consumo de agua de mala calidad debido a sequía (por ejemplo, brotes de diarrea, dengue, infecciones gastrointestinales, tracoma, deshidratación).

Recursos necesarios para abordar la hipótesis accidental contemplada

- Estación Meteorológica Aeropuerto Silvio Pettirossi (Luque);
- Radios comunicadores;
- Camionetas y otros vehículos 4x4 para atendimiento local;
- Camión grúa;
- EPP específicos: guantes, casco, respirador, gafas de seguridad para productos químicos;
- Sistema de alarma de emergencia y comunicación;
- Medicamentos, insumos y equipos;
- Agua potable.

Órganos a activar

- ATOME;
- Secretaría de Emergencia Nacional – SEN;
- Dirección de Meteorología e Hidrología (DMH);
- Organizaciones departamentales y locales de emergencia;
- Agencias que regulan el uso de la Hidrovía Paraguay - Paraná en cada país;
- Cuerpo de Bomberos;
- MADES;
- Hospital y primeros auxilios;
- Patrullas rurales;
- Policía de tránsito.

Procedimientos de combate a emergencia

Los procedimientos a adoptar en el caso de afectación física a estructuras de la Planta y de la LT son los siguientes:

1. Comunicar al Coordinador de Emergencias, presentando una descripción del tamaño y de la gravedad de la situación;
2. Desligar todos los equipos inmediatamente;
3. Evacuar las zonas con riesgo de derrumbe de estructuras por la acción del viento;
4. Activar el cuerpo de bomberos;

ATOME PLC

5. Permitir el acceso al área afectada solamente a los Bomberos, Policía, Patrullas Rurales, Ambulancia y entidades de apoyo;
6. En la llegada al local, ejecutar un reconocimiento para verificación de la ocurrencia de víctimas;
7. Accionar atención médica de emergencia según la naturaleza de las lesiones;
8. Retirar las víctimas;
9. Permitir el acceso a las zonas sólo después de retirar los escombros y las partes inestables de las estructuras;
10. Si verificada la afectación de tanques de H_2 y NH_3 y existe riesgo de explosión, activar el Plan de Acción de Emergencia correspondiente (**Sección 5.1**);
11. Si verificada la afectación de estructuras con consecuente fuga de productos que puedan iniciar incendios, activar el Plan de Acción de Emergencia correspondiente (**Sección 5.2**);
12. Si verificada la afectación de tanques de NH_3, HNO_3 y NH_4NO_3 y exista riesgo de fugas, activar el Plan de Acción de Emergencia correspondiente (**Sección 5.3**).

Los procedimientos a adoptar en el caso de afectación del suministro de agua para consumo humano y brote de enfermedades transmisibles y otros agravios relacionados con el consumo de agua de mala calidad debido a sequía (por ejemplo, brotes de diarrea, dengue, infecciones gastrointestinales, tracoma, deshidratación) son los siguientes:

1. Monitorear constantemente los riesgos de sequía severa a través de datos climatológicos de la región;
2. Mantener actualizados los protocolos y procedimientos operativos necesarios para la aplicación de las acciones de gestión de alerta y respuesta;
3. Mantener un stock de agua potable;
4. Mantener un stock de medicamentos e insumos estratégicos para responder a enfermedades y agravios derivados de las condiciones de sequía;
5. Contar con un médico laboral y servicio de ambulancia como parte de los recursos permanentes;
6. Establecer un acuerdo con un hospital;
7. Formar a los trabajadores en relación con el consumo de agua y nociones de higiene en situaciones de escasez de agua;
8. Accionar atención médica de emergencia según la gravedad de las enfermedades;
9. Retirar las víctimas;
10. Prestar apoyo a los residentes de la finca vecina en caso de enfermedades o agravios de los miembros de la familia, proporcionando primeros auxilios y transporte al hospital;
11. En situación de estiaje del río Paraguay, intensificar el monitoreo de la calidad del agua en los puntos de captación y descarga de efluentes;
12. En situación de estiaje del río Paraguay, evaluar la posibilidad de uso de agua de pozo para el proceso de producción.

6. Indicadores de Efectividad

Los indicadores de este Programa son:

- Número de capacitaciones realizadas por año;
- Número de trabajadores capacitados para realizar actividades de respuesta a emergencias;

ATOME PLC

- Número de emergencias controladas, considerando los siguientes aspectos: extensión del daño, aplicabilidad de los procedimientos, tiempo de respuesta y eficiencia de los trabajadores involucrados en la acción;
- Evidencia de la preparación del Informe de Emergencias Ambientales - IEA por cada evento emergencial/accidental ocurrido.

7. Reportes

Para cada evento emergencial/accidental el equipo responsable de las empresas de O&M y las empresas de transporte terrestre y fluvial contratadas preparará el Informe de Emergencias Ambientales - IEA, que incluirá al menos la siguiente información:

- Identificación de la emergencia/accidente;
- Fecha y hora de la emergencia/accidente;
- Lugar de la emergencia/accidente;
- Descripción de la participación de terceros;
- Víctimas, incluidos los nombres y el lugar de asistencia;
- Áreas afectadas, discriminando cuerpos de agua, bosques adyacentes, etc.;
- Estructuras afectadas;
- Equipo utilizado en la asistencia;
- Causa(s), discriminando entre:
  - Natural / inducida;
  - Falla del equipo;
  - Erros humanos;
  - Falla en las estructuras de contención;
  - Falla de las instalaciones;
  - Otro (especificar).
- Personal involucrado en la asistencia:
  - Interno: miembros de la brigada de incendio, ingeniero y técnico de seguridad laboral, y otros;
  - Externo: Cuerpo de bomberos, técnicos de la SEN, Agencias que regulan el uso de la Hidrovía Paraguay – Paraná, DGCH, MADES, etc.
- Información adicional del informe:
  - Descripción de la emergencia/accidente;
  - Disposiciones / consecuencias, informando brevemente las acciones tomadas para neutralizar el daño a la seguridad y al medio ambiente;
  - Información sobre la divulgación de la emergencia/accidente (si fue de conocimiento público);
  - Medidas preventivas necesarias para prevenir emergencias/accidentes similares.
- Información sobre el responsable del informe.

8. Cronograma de Ejecución

Se elaborará el Programa de Emergencia para la Fase de Operación en el inicio de la fase de operación del Proyecto. Su implementación debe durar toda la vida del Proyecto. El Plan debe ser revisado anualmente.

ATOME PLC

Las capacitaciones del equipo de respuesta a emergencias serán llevadas a cabo anualmente.

P.11 – Programa de Conservación del Patrimonio Arqueológico y Cultural del ADA

1. Justificación del Programa

Como se ha evaluado en la **Sección 6.1.3.3**, dado que en la región donde se construirá el Proyecto de ATOME tuvieron lugar batallas de la Gran Guerra, existe el riesgo de que, durante las actividades de supresión de la vegetación / limpieza del terreno y, especialmente, durante los movimientos de tierras, se produzcan interferencias con posibles hallazgos históricos.

El desarrollo del Programa se justifica por la necesidad de actuar de forma preventiva, eliminando o minimizando los riesgos de interferencia con el Patrimonio Arqueológico, Histórico y Cultural durante las actividades de limpieza del terreno y movimiento de tierras para instalación del campamento de construcción, apertura de accesos e implantación de los cimientos de las estructuras de la Planta, de las torres de la LT y de las infraestructuras de provisión de agua y vertido de efluentes.

2. Objetivos Principales

Los objetivos del programa están vinculados a la necesidad de prevenir o mitigar los posibles impactos sobre los bienes arqueológicos, históricos y culturales potencialmente existentes en el área directamente afectada por la construcción de los componentes del Proyecto.

3. Legislación Aplicable

Se aplica la legislación establecida en la **Sección 4.4** del EIAS.

4. Responsabilidades

Como se ha mencionado en el P.02, ATOME será responsable de las comunicaciones con la Secretaría Nacional de Cultura y la presentación del Protocolo de Hallazgos Fortuitos. La implementación de las medidas estará a cargo del Contratista, y será parte de su obligación contractual. Para esto, contratará a un profesional especialista en arqueología.

5. Metodología de Implementación

5.1. Acompañamiento arqueológico y procedimiento en caso de hallazgos fortuitos

Tal y como recomendó el especialista que realizó el diagnóstico para este EIAS (véase la **Sección 5.4.9**), durante las actividades de supresión de la vegetación y limpieza del terreno y de movimiento de tierras para instalación del campamento de construcción, apertura de accesos e para construcción de las fundaciones de las estructuras de la Planta y de la LT, además de la implantación de las infraestructuras de provisión de agua y vertido de efluentes, ATOME contratará a un profesional especialista en arqueología para que prepare un Protocolo de Actuación en Arqueología Preventiva, que será implementado por el Contratistas como parte de su contracto.

ATOME PLC

Como parte del Protocolo, se incluirá el acompañamiento in situ durante las actividades de supresión de la vegetación y limpieza del terreno y de movimiento de tierras, a ser realizado por un profesional especialista en arqueología contratado por el Contratista.

En caso de que se produzcan hallazgos fortuitos (objetos o sitios arqueológicos) durante estas actividades, identificados por el especialista o por los trabajadores, previa orientación del especialista, detendrán las actividades en este frente de trabajo, y notificarán al supervisor / Contratistas que luego colocará una cinta de peligro alrededor del hallazgo para evitar daños inmediatos mientras el especialista inspeccione los objetos identificados y confirme si constituyen o no patrimonio arqueológico o cultural.

Una vez que el especialista confirme los hallazgos casuales, el Contratista responsable por la obra demarcará y aislará el área, de acuerdo con las medidas de delimitación más apropiadas proporcionadas por el especialista.

Confirmado que es un hallazgo arqueológico o cultural, se notificará a ATOME, así como a la Secretaría Nacional de Cultura (SNC).

Posteriormente, se evaluarán estrategias adicionales para la protección de los bienes culturales, que pueden incluir:

- Cambios al diseño del Proyecto, de ser posible, tales como modificaciones de la ubicación del campamento de construcción, del trazo de acceso, u otros cambios.
- Adopción de técnicas de construcción especializadas para minimizar alteraciones;
- Rescate de artefactos y restos.

Las excavaciones de recuperación y rescate se realizarán si es inevitable y sólo después de que se haya emitido un permiso formal por la SNC. En cualquier caso, se harán los esfuerzos necesarios para minimizar los artefactos recogidos.

Una vez que se haya concluido el trabajo de rescate, se procederá con la inspección a cargo del especialista.

Una vez que se haya concluido con todo el trabajo de rescate y se hayan ejecutado todas las investigaciones de campo necesarias (excavaciones), se permitirá la retomada de la construcción en el área.

Todos los procedimientos de hallazgos fortuitos serán minuciosamente documentados a través de fotografías, anotaciones y mapas. Todos los artefactos rescatados serán codificados y catalogados. Se conservarán registros de monitoreo diario señalando las áreas de recuperación y objetos encontrados.

Todos los artefactos, una vez que hayan sido documentados y catalogados, serán entregados a la institución que indique la Secretaría Nacional de Cultura.

6. Indicadores de Efectividad

Los indicadores de este Programa son:

ATOME PLC

- Elaboración del Protocolo de Actuación en Arqueología Preventiva;
- Evidencias del acompañamiento del arqueólogo durante las actividades de supresión de la vegetación y limpieza del terreno y de movimiento de tierras;
- Ocurrencia de paradas de obra debidas a hallazgos fortuitos;
- Evidencia de las medidas aplicadas en caso de hallazgos fortuitos;
- Ocurrencia de retrasos en el cronograma de obras debido a rescates arqueológicos (si los hubiera).

7. Reportes

El arqueólogo elaborará un Informe Final de Acompañamiento Arqueológico al término de las actividades de supresión de la vegetación y limpieza del terreno y de movimiento de tierras.

En caso de que sea necesario rescatar algún artefacto o resto arqueológico o histórico, se elaborará un Plan de Rescate Arqueológico y después, un Informe Final de Rescate Arqueológico una vez finalizadas las actividades.

8. Cronograma de Ejecución

El Programa se implementará durante la fase de construcción, mientras se llevan a cabo las actividades de supresión de la vegetación y limpieza del terreno y de movimiento de tierras/excavaciones.

P.12 – Programa de Gestión del Transporte en la Fase de Operación

1. Justificación del Programa

El aumento del tráfico durante la operación del Proyecto por la circulación de camiones tractor tipo Scania + semirremolque que transportarán fertilizante CAN desde la Planta hasta el Puerto Terport o a las ciudades de Cascavel y Dourados, en Brasil, si opta por un transporte 100% terrestre, además del tráfico de autobuses que transportan a los trabajadores, impactará directamente en el tráfico en las carreteras correspondientes (ver impacto 7.02).

Los principales problemas que podrían derivarse de este aumento del tráfico asociado al Proyecto son: reducción de la fluidez del tráfico y de la seguridad de las carreteras; aumento del desgaste del pavimento; emisiones de gases, ruidos y vibraciones con incomodidades a la población cercana; y aumento del riesgo de accidentes con peatones y otros vehículos.

Como se ha visto en la **Sección 6.1.3.3**, el puerto fluvial desde el que se accederá a la Hidrovía Paraguay-Paraná será el Terport, ubicado a cerca de 15 km de la Planta por la Ruta Nacional PY19, cuyo recorrido desde la Planta presupone pasar por la comunidad de Suruby'i. En el caso de los autobuses de trabajadores, el recorrido incluye el paso por Suruby'i y otros tramos de carreteras con un entorno muy poblado, como el Acceso Sur y la Ruta Guarambaré - Villeta.

2. Objetivos Principales

El objetivo de este Programa es establecer medidas y garantizar su cumplimiento por parte de las empresas contratadas para el transporte de CAN en la fase de operación, con el fin de evitar

ATOME PLC

o mitigar las posibles consecuencias de este transporte, tales como posibles accidentes de tráfico, daños en las condiciones de las carreteras a ser usadas por camiones y autobuses del Proyecto, reducción de la seguridad y fluidez del tráfico en las carreteras, y riesgo de accidentes con conductores y ayudantes y con la población.

3. Legislación Aplicable

- Decreto Nº 14390/1992, por el cual se aprueba el reglamento general técnico de seguridad, higiene y medicina en el trabajo;
- Ley Nº 294/93, de Evaluación de Impacto Ambiental, reglamentada por el Decreto No 453/13;
- Ley Nº 5016/2014, Ley nacional de tránsito y seguridad vial;
- Ley Nº 5804/2017, que establece el sistema nacional de prevención de riesgos laborales;
- Resolución Laboral MTESS Nº 785/2020, por la cual se dispone a la implementación de los Art. 1º, 2 º, 3 º, 4º, 5º, 6º, 7º, 8º, 13, 14, 17, 18, 19, 23, 24, 25, y 41, 42, 43, 44, 45 y 46 de la Ley Nº 5804/2017;
- Decreto Nº 5078/2021, por el cual se derogan los artículos 260, 262, 263, 264, 265, 266 y 270 del reglamento general técnico de seguridad, higiene y medicina en el trabajo, aprobado por el Decreto Nº 14.390/1992.

4. Responsabilidades

Los responsables del Programa serán las empresas contratadas para el transporte de fertilizante CAN y de trabajadores en la fase de operación. ATOME incluirá las medidas en el contrato y verificará que las empresas tienen los recursos y capacitación para cumplir con los requisitos legales y contractuales.

Sin embargo, algunas medidas serán ejecutadas por la propia ATOME, como la inspección periódica de las condiciones de las carreteras y aplicación de las mejoras necesarias, así como las medidas de comunicación con la población a lo largo de las carreteras y el seguimiento del mecanismo de manejo de reclamos, ambas partes del P.03 - Programa de Participación de las Partes Interesadas.

5. Metodología de Implementación

Se seleccionarán solo empresas cualificadas para el transporte de fertilizante y trabajadores, ATOME verificará que estas cuenten con Sistemas de Gestión Ambiental, Social y de Salud y Seguridad, incluyendo procedimientos propios que rijan sus actividades. En caso afirmativo, el Equipo de Gestión SSMA de ATOME verificará el contenido de estos procedimientos y se asegurará de que consideren las medidas necesarias para prevenir y mitigar los impactos asociados al tráfico de la operación.

5.1. Capacitación de conductores

Las empresas contratadas para el transporte, capacitarán a los conductores de los vehículos y otros trabajadores involucrados en el transporte, facilitándoles información sobre las características de las comunidades a lo largo de las carreteras y su dinámica de uso de la vía; los tramos más sensibles de los trayectos; las normas básicas de tránsito; la señalización de tránsito;

ATOME PLC

los límites de velocidad; y sobre los procedimientos del Programa de Respuesta a Emergencias para la Fase de Operación para casos de derrames de productos peligrosos, como por ejemplo combustible, sobre cursos de agua o el suelo.

5.2. Mantenimiento rutinario

ATOME exigirá a las empresas responsables del transporte que presenten evidencia de la regularidad del mantenimiento periódico de los camiones y autobuses, mediante la documentación de mantenimiento actualizada, que deberá permanecer siempre en el interior del vehículo. En este mantenimiento, se debe comprobar especialmente el ajuste de los motores de acuerdo con las especificaciones del fabricante, el ajuste de la bomba de inyección, boquillas, cambio de los filtros de aire y aceite y otros dispositivos, así como el uso de combustible de calidad, con el fin de contribuir a la reducción de las emisiones de gases y partículas (humo negro).

Las empresas de transporte deben realizar un control semanal del humo negro en toda la flota. La inspección de la emisión excesiva de humo negro de los camiones y autobuses se hará utilizando la Escala Ringelmann, lo que llevará al mantenimiento correctivo de aquellos que presenten emisiones ostensibles de humo negro.

Durante los meses más secos, cuando es más difícil que los contaminantes se dispersen en la atmósfera, se intensificará esta inspección.

Además de los registros de mantenimiento y monitoreo de humo negro, ATOME también recibirá de las empresas las evidencias de que los vehículos disponen de todos los equipos de seguridad necesarios, como cinturones de seguridad en los autobuses, extintores válidos, etc.

5.3. Inspección de las carreteras e implantación de mejoras

En la fase de operación, la carretera más utilizada por los vehículos pesados del Proyecto, la Ruta Villeta – Alberdi.

Las empresas contratadas para el transporte terrestre de insumos, productos y trabajadores deben evidenciar en sus informes a ser presentados a ATOME, las condiciones de mantenimiento y señalización y de implementación de las medidas de gestión de tráfico, incluyendo cumplimiento de límites de velocidad, de límites de carga (compatible con la capacidad de cada vehículo), entrenamiento de conductores, etc.

En el caso de que se identifiquen tramos con deterioro del estado de la carretera asociados con el tráfico del Proyecto, o se verifique la necesidad de instalar señales de tráfico o reductores de velocidad, se establecerá un convenio con el MOPC y el municipio de Villeta para llevar a cabo las obras de mejora necesarias.

6. Indicadores de Efectividad

Se proponen los siguientes indicadores para este Programa:

ATOME PLC

- Evidencias de la existencia de procedimientos de gestión ambiental, social y de salud y seguridad en el transporte, incluidas las cargas peligrosas, por parte de las empresas asociadas al transporte de operación del Proyecto;
- Evidencias de la inclusión de las medidas de este Programa en los contratos con las empresas asociadas al transporte de operación del Proyecto;
- Número de conductores capacitados en relación con las medidas del Programa y los procedimientos de respuesta a emergencias del P.10;
- Número de inspecciones a lo largo del año en las carreteras utilizadas para el transporte de operación del Proyecto;
- Registros de daños en las carreteras asociados al transporte de operación del Proyecto;
- Número de quejas registradas por el Mecanismo de Manejo de Reclamos del P.03 relacionadas con el transporte de operación del Proyecto.

7. Reportes

Los siguientes documentos / informes se deben preparar / archivar como parte de este Programa:

- Registros fotográficos y listas de presencia de eventos de capacitación aplicados a los conductores y otros trabajadores involucrados en el transporte;
- Registros de mantenimiento periódico y monitoreo de humo negro realizados por las empresas de transporte;
- Inventario anual inspecciones y de mejores implantadas en las carreteras;
- Registros de quejas recibidas por el Mecanismo de Manejo de Reclamos del P.03 asociados al transporte de operación;
- Informes de seguimiento del Programa de Gestión del Transporte en la Fase de Operación, preparados por el Equipo de Gestión SSMA de ATOME.

8. Cronograma de Ejecución

El Programa se implementará durante la fase de operación del Proyecto.

ATOME PLC

8.0 Conclusiones
9.0 Referencias Bibliográficas
10.0 Equipo Técnico

ATOME PLC

JGP Consultoria e Participações Ltda.
Rua Américo Brasiliense, 615 - São Paulo
CEP 04715-003 - Fone / Fax 5546-0733
e-mail: jgp@jgpconsultoria.com.br

Zona Franca y Planta de Producción de Fertilizante Verde de ATOME Paraguay S.A.

Estudio de Impacto Ambiental y Social (EIAS)

Febrero de 2024

RESUMEN

8.0 Conclusiones **1**

9.0 Referencias Bibliográficas **6**

10.0 Equipo Técnico **22**

ANEXOS

Anexo 1 – Planta de Disposición General de la SE y Diagramas Unifilares

Anexo 2 – Informes de Resultados del Análisis de Calidad del Agua

Anexo 3 – Estudio de Inundabilidad y Patrón de Escurrimiento Superficial

Anexo 4 – Informe de Modelación de Calidad de Aire

Anexo 5 – Informe de Resultados de Monitoreo de Niveles de Presión Sonora (Línea Base)

Anexo 6 – Informe de Modelización de Ruido

Anexo 7 – Planillas de Datos de los Muestreos de flora

Anexo 8 – Lista de Especies de Flora

Anexo 9 – Registro Fotografico de Fauna

Anexo 10 – Listas de Especies de Fauna

Anexo 11 – Mapa de Actores Ampliado

Anexo 12 – Cálculo de la Huella de Carbono del Proyecto

Anexo 13 – Informe de la Consulta Pública

Anexo 14 – Figuras de Áreas de riesgo

Anexo 15 – Lista de Posibles Proveedores

ATOME PLC

8.0
Conclusiones

El análisis de la viabilidad ambiental de implantación y operación del Proyecto de la "Zona franca y Planta de producción de fertilizante verde" de ATOME se basó en cuatro aspectos principales:

i. las condiciones socioambientales y el grado de preservación de las áreas de influencia del Proyecto;
ii. la forma de inserción del diseño en el análisis de alternativas, considerando la sensibilidad de los ambientes, las características del Proyecto y los procedimientos constructivos previstos;
iii. los impactos potenciales decurrentes de la planificación, las obras y la operación del Proyecto; y
iv. las medidas que se deberán adoptar para prevenir, minimizar, controlar y compensar los riesgos e impactos generados por las diversas interferencias previstas por el Proyecto.

Como se ha verificado, se trata de un Proyecto cuyo principal beneficio está asociado al hecho de que la tecnología adoptada para la producción de NH_3 se basa en la electrólisis del agua para producción del H_2 utilizando energía de fuentes renovables (hidroeléctrica), en lugar del proceso tradicional que utiliza combustibles fósiles, principalmente gas natural. Esto reduce considerablemente las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y la huella de carbono del Proyecto, siendo el impacto positivo más significativo. A su vez, este impacto podrá potencialmente posicionar al país como un agente de cambio en el cumplimiento del Convenio Marco de las Naciones Unidas y el ODS 13 referente a la adopción de medidas de acción contra el cambio climático y sus efectos.

El Proyecto fue desarrollado incluyendo diversos controles ambientales para evitar o minimizar los impactos sobre el medio ambiente y las molestias y riesgos asociados a su operación, incluyendo el control y monitoreo de emisiones atmosféricas y de los niveles de ruido, tratamiento y monitoreo de efluentes y residuos, entre otros.

Durante los estudios ambientales, se constató que el Proyecto se implantará en un terreno de 30 ha ocupado actualmente casi en su totalidad por vegetación nativa, la mayor parte de sabanas y algunos fragmentos de bosque subhúmedo, y con indicaciones de uso ganadero reciente.

El área circundante está básicamente libre de ocupación, con sólo una propiedad vecina donde hay una residencia y otras mejoras rurales que están muy cerca del límite con el terreno de ATOME. En el momento de las entrevistas para la línea base socieconómica, en esta residencia vivían 4 personas que trabajaban en la finca, donde se crían patos, marruecos, cabras y ovejas. Sin embargo, al mes de noviembre del 2023, el personal que habita en la propiedad vecina ha variado, encontrándose solo tres personas habitando de forma permanente, de los cuales dos trabajan y uno es menor. De acuerdo a lo conversado con los empleados actuales, la situación varía constantemente de acuerdo a las necesidades de trabajos en la finca, estimándose de 4 a 5 personas trabajando y viviendo en el lugar. El propietario solo usa la vivienda en los fines de semana.

ATOME PLC

El terreno se encuentra al borde de la Ruta Nacional PY19 (Ruta Villeta - Alberdi), la cual se encuentra pavimentada y en buenas condiciones de transitabilidad, con banquina y señalización vial. La ruta entre Villeta y el sitio del Proyecto tiene una longitud de cerca de 32 km, en cuyas márgenes se observan principalmente usos industriales y de empresas de servicios, y sólo en el paso por Surubi'y existe ocupación residencial al borde de la ruta. Otras carreteras que utilizarán los vehículos del Proyecto, principalmente los autobuses de transporte de trabajadores, como la Ruta Guarambaré - Villeta y sobre todo el Acceso Sur, tienen un entorno más densamente poblado, especialmente esta última, que accede a la zona urbana de Asunción.

El terreno de la futura Planta se encuentra a unos 2.3 km del río Paraguay, del que se extraerá agua para el proceso de producción de H_2 y para otros usos. El total a extraer es de 242.70 m^3/h, retornando aproximadamente 77.30 m^3/h al río, con valores pico de 84.20 m^3/h, siendo el balance de extracción de 165.4 m^3/h (0.05 m^3/s) o 158.5 m^3/h (0.04 m^3/s), respectivamente. Si se considera el caudal de 600 m^3/s asociado al nivel de sequía más severa del río, el caudal a ser extraído para la producción representa solo el 0.008% (caudal de 0.05 m^3/s) y 0.007% (caudal de 0.04 m^3/s), respectivamente. En términos de caudal promedio el río Paraguay tiene un flujo de aproximadamente 2,700 m^3/s, siendo así la extracción neta de ATOME 0.002% (caudal de 0.05 m^3/s) y 0.001% (caudal de 0.04 m^3/s) del caudal del rio. En otras palabras, la obtención de agua para el Proyecto no debería representar un impacto en el balance hídrico de este curso de agua ni en su capacidad de dilución.

La evaluación de los impactos y riesgos ambientales y sociales presentada en el **Capítulo 6.0** de este EIAS, demuestra que el diseño de la planta y las tecnologías, así como los Programas y respectivas medidas propuestos en el PGAS, tendrán el efecto de prevenir varios aspectos potencialmente negativos del Proyecto y evitar que se materialicen en impactos; mitigar y controlar los impactos negativos declarados; y potencializar los beneficios de los impactos positivos.

En cuanto a los impactos resultantes sobre el medio físico, es importante mencionar el impacto negativo en la calidad del aire durante la fase de construcción y durante la fase de operación. Como impacto positivo, mencionase de nuevo el principal beneficio del Proyecto, que es la reducción de las emisiones de GEI y la descarbonización del sector de fertilizantes y de la industria alimenticia. Según las cifras indicadas en el impacto 3.03 de la **Sección 6.1.3.1**, el fertilizante CAN verde a ser producido por ATOME con uso de energías renovables tiene el potencial de reducir hasta un 50% de las emisiones del ciclo de vida del CAN. Se estima que el Proyecto desplazará hasta 600,000 tCO_2-eq/año de emisiones de carbono en el sector de fertilizantes. Al considerar la vida útil del Proyecto (25 años), este impacto se traduciría en 15,000,000 t CO_2-eq evitados.

En cuanto a los impactos resultantes sobre el medio biótico, destaca la pérdida de cubierta vegetal nativo, con la consiguiente pérdida de hábitats para la fauna. Como indicado en la **Sección 6.1.3.2**, está previsto inicialmente el desbroce de las Zonas A y B del terreno, con una superficie de vegetación de 24.75 ha, siendo 2.76 ha de bosques sub-húmedos semicaducifolios y 21.99 ha de sabanas. Con eso, se conservará en principio la Zona C, donde está la mayor parte del bosque sub-húmedo existente en el terreno (3.38 ha). Si necesario ampliar futuramente las instalaciones de la Planta para la Zona C, el área de supresión total para la instalación de la Planta será de 29.85 ha, de los cuales 6.14 ha son bosques sub-húmedos y 23.7 ha son sábanas.

ATOME PLC

En cuanto a la fauna, el impacto identificado está asociado a la reducción de los hábitats, como ya se ha mencionado. También existen riesgos de accidentes con la fauna relacionados las obras y la presencia de los trabajadores, incluyendo posibles atropellamientos, accidentes durante las actividades de construcción (caídas en zanjas, accidentes con motosierras), muerte de serpientes por trabajadores, etc.

Como medidas preventivas de impactos en la flora y la fauna se han propuesto el rescate de germoplasma y el ahuyentamiento y rescate de fauna, a ser llevados a cabo concomitantemente a las actividades de desbroce de vegetación, durante la fase de construcción.

Como compensación por la supresión de vegetación se propone la adhesión al Régimen de Servicios Ambientales para cumplir la Ley N° 3001/2006, la compensación ambiental mediante conservación de bosques y la compensación ambiental por árboles talados par cumplir la Ordenanza N° 7/2022 de Villeta. Estas y otras medidas de mitigación a ser implementadas para lograr que no exista pérdida neta de biodiversidad en hábitats naturales deben detallarse en un Plan de Acción de Biodiversidad (PAB). El PAB debe definir acciones para mitigar los impactos del Proyecto, así como acciones para conservar y mejorar los valores de biodiversidad registrados en la región. Las acciones deben desarrollarse según las etapas de la jerarquía de mitigación de impactos (según lo establecido en el GL25 de la NDAS1) y deben permitir lograr cero pérdidas de hábitats naturales. Estas medidas deben detallarse en el Programa de Conservación de la Biodiversidad, que debe ser un documento ejecutivo, que incluya la descripción de las acciones, los objetivos, la metodología, el cronograma de ejecución y los indicadores de evaluación.

El medio socioeconómico es donde se identifica el mayor número de componentes ambientales y sociales con posibilidad de impacto. Es en estos componentes donde se producen los demás impactos positivos del Proyecto (generación de empleos y dinamización de la economía).

Los impactos sociales negativos del Proyecto están relacionados principalmente con el tráfico de camiones y de autobuses de transporte de trabajadores, tanto el de construcción como el asociado al transporte terrestre y fluvial de fertilizante durante la fase de operación. En la fase de operación el impacto del tráfico terrestre generado por el Proyecto se considera altamente mitigable y por lo tanto la importancia residual resulta baja. El impacto del tráfico fluvial también resulta de baja importancia residual, teniendo en cuenta el número de viajes de barcazas previsto.

También se identificaron los impactos de emisión de ruido y olores durante la fase de operación de la Planta, con los residentes de la casa vecina, así como los propios trabajadores, como receptores críticos. En relación al ruido, ya se han incorporado medidas de abatimiento de ruido en el diseño de ingeniería de la Planta, disminuyendo el aporte del proyecto. La modelización llevada a cabo concluyó que no se generará un impacto negativo significativo en el entorno, y la calidad acústica continuará siendo determinada por la condición actual (de línea de base). En cuanto a los olores, han sido previstas medidas de control como parte del PGAS.

Para el medio socioeconómico, se han identificado algunos riesgos que deberían evitarse con la aplicación efectiva y rigurosa del marco de medidas preventivas propuesto. Se trata de riesgos para la salud y la seguridad de los trabajadores durante la construcción y principalmente durante

ATOME PLC

la operación, asociados a la posible explosión física en estructuras de la Unidad de síntesis de NH_3, del Edificio de electrólisis, en los tanques de H_2 y NH_3 y en los compresores de gas de síntesis, incendios causados por fuego de charco (*pool fire*), chorro de fuego (*jet fire*) o fogonazo (*flash fire*) en estructuras de la Unidad de síntesis de NH_3, del Edificio de electrólisis, en los tanques de H_2 y NH_3, en los compresores de gas de síntesis, en la Planta de ácido nítrico (AN) y en la Planta de solución de nitrato de amonio (SNA), y también a la exposición a los gases NH_3, HNO_3 y NH_4NO_3, con daños para la salud de los trabajadores. Para cada uno de estos escenarios de riesgo, se propuso la elaboración de un Plan de Acción de Emergencia, con detalle de recursos necesarios para abordar la hipótesis accidental contemplada, los órganos a activar y los procedimientos de combate a emergencia.

No se identificaron riesgos para la comunidad asociados al funcionamiento de la Planta, ya que sólo hay una casa vecina y está fuera del radio de cualquier explosión. Sin embargo, se identificó el riesgo de posibles accidentes con los vehículos del Proyecto (camiones de transporte de fertilizante o autobuses de transporte de trabajadores), con implicación de otros vehículos o peatones.

También se evaluó el riesgo de aumento de la demanda de servicios de salud durante las obras, que está directamente asociado al riesgo de accidentes laborales ya mencionado anteriormente, y el riesgo de daños al patrimonio arqueológico y cultural durante las actividades de limpieza del terreno y movimiento de tierras.

Todos los riesgos asociados al Proyecto tienen medidas preventivas asociadas. Igualmente, los impactos identificados van acompañados de medidas de control, mitigación y compensación. También se prevén varias medidas de monitoreo.

Estas medidas están consolidadas en varios Programas Ambientales, Sociales y de Salud y Seguridad a ser implementados por ATOME y por los Contratistas EPC. Estos Programas están consolidados en un Plan de Gestión Ambiental y Social (PGAS), que será incluido como parte de los contratos firmados con los contratistas EPC, garantizando que cumplan integralmente todos los Programas y medidas bajo su responsabilidad.

El conjunto de Programas Ambientales, Sociales y de Salud y Seguridad previstos en el PGAS del Proyecto es:

- P.01 - Programa de Control Ambiental de la Construcción
- P.02 - Programa de Gestión Ambiental y Social
- P.03 - Programa de Participación de las Partes Interesadas
- P.04 - Programa de Salud y Seguridad Laboral
- P.05 - Programa de Gestión del Trabajo y Condiciones Laborales
- P.06 - Programa de Respuesta a Emergencias para la Fase de Construcción
- P.07 – Plan de Acción de Biodiversidad
- P.08 – Programa de Prevención de Impactos en la Flora y Fauna
- P.09 - Programa de Gestión Ambiental y Social de la Fase Operación
- P.10 - Programa de Respuesta a Emergencias para la Fase de Operación
- P.11 - Programa de Conservación del Patrimonio Arqueológico y Cultural del ADA
- P.12 - Programa de Gestión del Transporte en la Fase de Operación

ATOME PLC

El Equipo de Gestión SSMA de ATOME gestionará la implementación de los siguientes Programas y medidas del PGAS:

- Programa de Participación de las Partes Interesadas (P.03);
- Plan de Acción de Biodiversidad – PAB (P.07);
- Medidas de Monitoreo de la Calidad Ambiental (Sección 5.7 del P.02).

El equipo de Gestión SSMA de ATOME también supervisará la implementación de los siguientes Programas y medidas del PGAS que son responsabilidad de los Contratistas EPC:

- Programa de Control Ambiental de la Construcción (P.01);
- Programa de Salud y Seguridad Laboral en las Fases de Construcción y Operación (P.04);
- Programa de Gestión del Trabajo y Condiciones Laborales (P.05);
- Programa de Prevención de Impactos en la Flora y Fauna (P.08);
- Programas de Respuesta a Emergencias para las Fases de Construcción y Operación (P.06 y P.10);
- Medidas de gestión de residuos sólidos y productos peligrosos, monitoreo del efluente tratado, capacitación ambiental y social del equipo de O&M, control de olores y mantenimiento de la franja de servidumbre del Programa de Gestión Ambiental y Social de la Fase Operación (P.09);
- Programa de Conservación del Patrimonio Arqueológico y Cultural del ADA (P.11);
- Programa de Gestión del Transporte en la Fase de Operación (P.12).

Debido a su área de implantación restringida, entorno relativamente desocupado y a los cuidados adoptados en el diseño del proyecto y de las medidas a ser adoptadas durante la construcción y operación, se considera que la Planta no tendrá potencial de impacto ambiental y social intenso, especialmente si todas las medidas y programas propuestos en este EIAS son aplicados rigurosamente durante su implantación y operación.

Los estudios indican que, desde el punto de vista técnico, económico y socioambiental, no se han identificado aspectos que puedan dificultar, restringir o impedir su implantación y operación, siempre y cuando se cumplan las medidas preventivas, mitigadoras y de control recomendadas, se realicen los monitoreos propuestos, y se apliquen medidas compensatorias cuando el impacto del proyecto no pueda ser mitigado.

Por todo lo expuesto en los estudios presentados, se concluye que la implantación del Proyecto de ATOME, incluyendo la Planta, la LT y las infraestructuras de captación y conducción de agua y vertido de efluentes, puede ser considerada viable desde el punto de vista técnico-económico-ambiental.

ATOME PLC

9.0
Referencias Bibliográficas

Descripción del Proyecto

https://www.linde.mx/-/media/corporate/praxair-mexico/documents/safety-data-sheets/hidrogeno-hds-p4604-2015.pdf

https://www.linde.mx/-/media/corporate/praxair-mexico/documents/safety-data-sheets/nitrogeno-hds-p4631-2015.pdf

https://www.linde-gas.es/es/images/10021772.%20rev%201.2.%20Amoniaco%20anh_tcm316-89360.pdf
https://quimica.unam.mx/wp-content/uploads/2017/05/HDS-Acido-nitrico-NOM-018-2015-MARY-MEAG-Hoja-de-datos.pdf

https://www.cfindustries.com/globalassets/cf-industries/media/documents/safety-data-sheets/an---north-america/942-6-ammonium_nitrate_solution_sds_na_ver-3_es-mx.pdf
https://www.ciafa.org.ar/files/7IFJzsFWDYo27BAHCuJ0kCynmm89rt7eCt7aipkY.pdf

Medio Físico

ALABURDIA, J. & NISHIHARA, L. Presença de compostos de nitrogênio em águas de poços. Revista de Saúde Pública, 32 (2): 160-165, 1998.

ANTÚNEZ, N. C. Criterios Técnicos de Delimitación u Codificación de Cuencas del Paraguay. Asunción, Paraguay: Dirección General de Protección y Conservación de los Recursos Hídricos, Secretaría del Ambiente (SEAM). Agosto, 2012.

BARTEL, W. *et al*. Mapa Geológico de la República del Paraguay 1:100.000. Hoja Paraguarí 5469. MOPC/DRM; BGR. 1996.

CÁCERES BÁEZ, G. Estudio Geotécnico – Obra: Subestación Buey Rodeo, Villeta. 2019.

CEPAL. La economía del cambio climático en Paraguay (LC/W.617): Santiago de Chile: Naciones Unidas, 2014.

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Qualidade das águas superficiais no Estado de São Paulo 2012. São Paulo: CETESB. Série Relatórios. 2013.

_____. Qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo 2017, Apêndice E (Série Relatórios). São Paulo, 2018.

_____. 2022. Ficha de Informação Toxicológica: Níquel e seus compostos, 3 p.

CIC - Comité Intergubernamental Coordinador de los Países de la Cuenca del Plata. Análise Diagnóstico Transfronteiriço da Bacia do Prata - ADT. - 1a ed revisada. – Ciudad Autónoma de

ATOME PLC

Buenos Aires: Comité Intergubernamental Coordinador de los Países de la Cuenca del Plata - CIC; Estados Unidos: Organización de los Estados Americanos - OEA, 2017.

CIC - Comitê Intergovernamental Coordenador dos Países da Bacia do Prata; CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Mapa hidrogeológico da Bacia do Prata. Mapa hidrogeologico de la Cuenca Del Plata. [Brasília]: CPRM, 2015. Escala 1:2.500.000.

DINIZ, J. A. O. *et al*. Diagnóstico e Cartografía das Águas Subterrâneas da Bacia do Prata. Nota Explicativa do Mapa Hidrogeológico da Bacia do Prata. CIC, 2015.

DMH-DINAC-UNESCO (1992).

DRAGONE, G. N. Estructura crustal da Bacia do Chaco-Paraná a partir de dados gravimétricos. Dissertação de Mestrado em Geofísica, Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo. São Paulo: USP. 2013.

ESTEVES, F. Fundamentos de Limnologia. 2ª ed. – Rio de Janeiro: Interciência, 1998. 602 p.

FAO, 2015. AQUASTAT Perfil de País - Paraguay. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Roma, Italia. 2015.

FILIZOLA, H. F.; PESSOA, M. C. P. Y.; GOMES, M. A. F. & SOUZA, M. D. S. Contaminação dos Solos em Áreas Agrícolas. *In* MANZATO, CV; FREITAS JR, E. de; PERES, JRR (Eds). Uso agrícola dos solos brasileiros. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002, pp 79 -85.

FINEZA, A. G. Avaliação da contaminação de águas subterrâneas por cemitérios: estudo de caso de Tabuleiro – MG. Dissertação. Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Viçosa, 2008. 54 p.

FOPPA, C. C.; KUROSHIMA, K. N.; MEDEIROS, R. P.; BORGES, S. F.; BARREIROS, M. A. B.; ARAÚJO, S. A; SCHERER, P. F.; LACAVA, L. & BONILHA, L. E. C. Avaliação da Qualidade da Água Subterrânea e Mobilização Social: Em Busca da Gestão Participativa do Uso da Água (Praia de Taquaras, Balneário Camboriú/SC). Anais - XIII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. Revista Águas Subterrâneas. São Paulo, Brasil, 15 p.

HIDROSERVIC. Informe técnico de la perforación de pozo en área del Proyecto ATOME, Distrito de Villeta, 2023.

KURITA, H. G.; GODOY, G.; BENÍTEZ, M.; VIANI, C.; ÁVILA, M. S.; VEGA, R.; GUILLÉN, J.; CABALLERO, H.; MEDINA, L. & FRANCO, D. Reporte del estado de la Bahía de Asunción en los meses de diciembre 2016 y marzo 2017 respecto de la situación fisicoquímica del sedimento y elutriado. Reportes científicos de la FACEN, 11(2): 3 – 13. 2020.

LOGAN, T.J., 1995. Water Quality. Environmental Hydrology. Edited by A.D. Ward and W.J. Elliot. Boca Raton: Lewis Publishers, 311-336.

LOPEZ-GOROSTIAGA, O. *et al*. Estudio de Reconocimiento de Suelos, Capacidad de uso de la Tierra y Propuesta de Ordenamiento Territorial Preliminar de la Región Oriental del Paraguay.

ATOME PLC

Proyecto de Racionalización del uso de la tierra. MAG-DOA/Banco Mundial. Asunción, Paraguay. 1995.

LOPES, R. C. (coord.). Boletín de Lanzamiento: Mapa de Integración Geológica de la Cuenca del Plata y Áreas Adyacentes. Mercorsur. SGT 9 – Minería y Energía. Montevideo, Uruguai, 2001.

MADES - Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible. Atlas de Cuencas Hidrográficas del Paraguay. Asunción, Paraguay: MADES, 2022a.

_____. Plan de Acción Nacional para la Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH) en Paraguay. Asunción, Paraguay: MADES, 2022b.

MILANI, E. J. *et al*. Sequências e hierarquia estratigráfica da bacia do Paraná (Ordoviciano ao Cretáceo), sul do Brasil. Boletim IG-USP. Série Científica. 29. 125, 1998.

MOPC - MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y COMUNICACIONES. Catastro Canteras. Atualización 16 de marzo de 2023. Asunción: MOPC – Gabinete del Viceministerio de Minas y Energía, 2023a. Disponible en: https://www.ssme.gov.py/vmme/. Acceso en: abr. 2023.

_____. Catastro Minero. Atualización 06 de marzo de 2023. Asunción: MOPC – Gabinete del Viceministerio de Minas y Energía, 2023b. Disponible en: https://www.ssme.gov.py/vmme/. Acceso en: abr. 2023.

ORUÉ, D. Síntese da Geologia do Paraguai Oriental com Ênfase para o Magmatismo Alcalino Associado. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. 1996.

Proyecto PAR 83/005 (1986). Geológico del Paraguay: Texto Explicativo. Asunción, Paraguay: Dirección del Servicio Geográfico Militar. 1986.

ROSS, J. L. S. *et al*. Macroformas do Relevo da América do Sul. Revista do Departamento de Geografia – USP. São Paulo: Universidade de São Paulo, v. 38, 2019.

SEAM - SECRETARÍA DEL AMBIENTE. Inventario de humedales del Paraguay (CIC – Proyecto Marco para la Gestión Sostenible de los Recursos Hídricos de la Cuenca del Plata/OEA/PNUMA/GEF-2016). Asunción, Paraguay: SEAM. 2014.

SEAM - SECRETARÍA DEL AMBIENTE; BID – BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO. Estudo de Recursos Hídricos y Vulnerabilidad Climática del Acuífero Patiño – PR – T1207: Diagnostico del Acuífero Patiño. Asunción, 2017.

TAF – TECNOLOGIA APLICADA FUNDACIONES. Informe Técnico – OMEGA GREEN, Estudos Geotécnicos – Fase 2. Villeta, 2022.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA. Soil taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys (2nd ed.). Washington, DC: US Department of Agriculture Soil Conservation Service. 1999.

ATOME PLC

VALENTE, J. P. S.; PADILHA, P. M. & SILVA. A. M. M. Oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO) como parâmetros de poluição no Ribeirão Lavapés/Botucatu – SP. Eclética Química, vol. 22, 1997. Disponible en: https://doi.org/10.1590/S0100-46701997000100005.

VICTOR GONZÁLEZ ASOCIADOS. Estudio Hidrogeológico – Atome Paraguay S.A., Villeta, Departamento Central. 2022.

Vegetación y Flora

ACEVEDO, C.; FOX, J.; GAUTO, R.; GRANIZO, T.; KEEL, S.; PINAZZO, J.; SPINZI, L.; SOSA, W. & VERA, V. (1990). Áreas prioritarias para la conservación en la región Oriental del Paraguay. Asunción. CDC/DPNVS/SSRNMA/MAG. 99 pp.

AÑON SUAREZ, D.; BACIGALUPO, N. M.; CABRERA, A. L.; DAWSON, G.; FABRIS, H. A.; MARTÍNEZ CROVETTO, R.; PONTIROLI, A. & TRONCOSO, N. S. (1965). Flora de la Provincia de Buenos Aires. Parte V: Dicotiledóneas Gamopétalas (Ericáceas a Caliceráceas). Colección Científica del INTA, Buenos Aires. 434p.

AÑON SUAREZ, D.; BOELCKE, O.; BURKART, A.; CABRERA, A. L.; DAWSON, G.; FABRIS, H. A.; GIUSTI, L. & PONTIROLI, A. (1967). Flora de la Provincia de Buenos Aires. Parte III: Dicotiledóneas Dialipétalas (Piperáceas a Leguminosas). Colección Científica del INTA, Buenos Aires. 671p.

APG - THE ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP (2016). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. Botanical Journal of the Linnean Society 181, 1–20.

ARBO, M. M. & TRESSENS, S.G. (eds.). (2002). Flora del Iberá. EUDENE, UNNE-CONICET. Corrientes. 613p.

BACIGALUPO, N. M. (1964). Estudio sobre las Commelinaceae argentinas I. Darwiniana 13(1), 87-103.

BACIGALUPO, N. M. (1996). Rubiaceae. Flora del Valle de Lerma. Aportes Botánicos de Salta - Serie Flora 4(3). Herbario MCNS, Facultad De Ciencias Naturales, Universidad Nacional De Salta. 47p.

BARROS, M. (1960). Las Ciperáceas de Santa Catalina. Sellowia 12, 181-450.

BERNARDI, L. (1984). Contribución a la Dendrología Paraguaya. Primera Parte: Apocynaceae, Bombacaceae, Euphorbiaceae, Flacourtiaceae, Mimosoideae, Caesalpinoideae, Papilionatae. Boissiera 35, 121-341.

BERNARDI, L. (1985). Contribución a la Dendrología paraguaya. Segunda Parte: Meliaceae, Moraceae, Myrsinaceae, Myrtaceae, Rubiaceae, Vochysiaceae. Boissiera 37, 152-218.

BIRDLIFE INTERNATIONAL (2023) Important Bird Areas factsheet: Valle Fluvial del Río Paraguay. Downloaded from http://www.birdlife.org on 05/04/2023.

ATOME PLC

BOLFOR; Mostacedo, B. y Fredericksen, T.S. (2000). Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Santa Cruz, Bolivia.

BURKART, A. (ed.). (1979). Flora Ilustrada de Entre Ríos (Argentina). Parte V: Dicotiledóneas Metaclamídeas A: Primulales, Plumbaginales, Ebenales, Contortales, Tubiflorales, Callitrichales, Plantaginales. Colección Científica del INTA. Buenos Aires. 606p.

BURKART, A.; TRONCOSO DE BURKART, N.S. & BACIGALUPO, N. M. (eds.). (1987). Flora Ilustrada de Entre Ríos (Argentina). Parte III: Dicotiledóneas Arquiclamídeas (Dialipétalas) A: Salicales a Rosales (incluso Leguminosas). Colección Científica del INTA. Buenos Aires. 763p.

CABRERA, A. L.; HOLMES, W.C. & MCDANIEL, S. (1996). Compositae III. Flora del Paraguay-25. R. Spichiger & L. Ramella (eds). Conservatoire et Jardin Botaniques de la Ville de Genève. Missouri Botanical Garden. 349 pp.

CABRERA, A. L. & FREIRE, S. E. (1998). Compositae V. In: Spichiger, R. y Ramella, L. (eds.). Flora del Paraguay 27. Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève & Missouri Botanical Garden. Ginebra. 223p.

CABRERA, A. L.; CAMARA HERNANDEZ, J.; CARO, J. A.; COVAS, G.; FABRIS, H. A.; HUNZIKER, J. H.; NICORA, E. G.; RUGOLO, Z.; SANCHEZ, E. & TORRES, M. A. (1970). Flora de la Provincia de Buenos Aires. Parte II: Gramíneas. Colección Científica de INTA, Buenos Aires. 624p.

Cabrera, A. L.; Dematteis, M. & Freire, S. E. (2009). Compositae VI. In: Ramella, L. y Perret, P. (eds.). Flora del Paraguay 39. Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève & Missouri Botanical Garden. Ginebra. 298p.

CABRERA, A. L.; HOLMES, W.C. & MCDANIEL, S. (1996). Compositae III. In: Spichiger, R. y Ramella, L. (eds.). Flora del Paraguay 25. Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève & Missouri Botanical Garden. Ginebra. 349p.

CIALDELLA, A. M. & BRADBYGE, J. (2001). Polygonaceae. In: Spichiger, R. y Ramella, L. (eds.). Flora del Paraguay 33. Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève & Missouri Botanical Garden. Ginebra. 106p.

CUMANA CAMPOS, L. J. (2010). Clave para especies de Ludwigia L. (Onagraceae) de la región nor-oriental e insular de Venezuela depositadas en el herbario IRBR. Acta Botánica Venezolana 33(2), 299-327.

DALLMEIER, F., ed. (1992). Long-term monitoring of biological diversity in tropical forest areas: methods for establishment and inventory of permanent plots. MAB Digest 11. Paris: UNESCO.

DE EGEA, J.; PEÑA-CHOCARRO, M.; ESPADA, C. & KNAPP, S. (2012). Checklist of vascular plants of the Department of Ñeembucú, Paraguay. PhytoKeys. Vol. 9: 15-179.

DURÉ RODAS, R. & MOLERO BRIONES, J. (2010). Lythraceae. In: Ramella, L. y Perret, P. (eds.). Flora del Paraguay 40. Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève & Missouri Botanical Garden. Ginebra. 152p.

ATOME PLC

ESKUCHE, U.G. (2002). La identidad de *Caperonia castaneifolia* (Euphorbiaceae) en el nordeste argentino y en Paraguay. Folia Bot. et Geobot. Corrent.15, 3-15.

EZCURRA, C.; ENDRESS, M. E. & LEEUWENBERG, A. J. M. (1992). Apocynaceae. In: Spichiger, R. y Ramella, L. (eds.). Flora del Paraguay 17. Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève & Missouri Botanical Garden. Ginebra. 121p.

IUCN 2023. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2022-2. https://www.iucnredlist.org. Accessed on 3 jul 2023.

KEEL *et al*. (2002). Estudios de vegetación y especies de plantas. En: The Nature Conservancy. Un enfoque en la naturaleza: Evaluaciones ecológicas rápidas. 79 – 91.

LAMPRECHT, H. (1990). Silvicultura en los trópicos: los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas-posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido. Trad. A Carrillo. Eschborn, AL, GTZ.

LÓPEZ, J. A.; LITTLE JR.; E. L., RITZ, G. F.; ROMBOLD, J. S. & HAHN, W. (2002). Árboles comunes del Paraguay; Ñande Yvyra Mata Kuera. 2a ed. Cuerpo de Paz, Colección e Intercambio de Información. Asunción. 424 pp.

MACEDO SIENRA, A. & VILLALBA, J. (EDS). (2009). Reserva Natural Guyratî – Justificativa Técnica. Red Paraguaya de Conservación en Tierras Privadas. 101 pp.

MATTEUCCI, S. D. & COLMA, A. (1982). Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaría General de la Organización de Estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico Washington, EUA. 72 p.

MCALEECE, N.; GAGE, J. D. G.; LAMBSHEAD, P. J. D. & PATERSON, G. L. J. (1997) BioDiversity Professional statistics analysis software. Jointly developed by the Scottish Association for Marine Science and the Natural History Museum London.

MERELES, F. (2004). Los humedales del Paraguay: principales tipos de vegetación. En: Salas-Dueñas, D., Mereles, F. y Yanosky, A. (eds.). Los Humedales de Paraguay. Comité Nacional de Humedales. Asunción, Paraguay. Pág.: 67-90.

MERELES, F. (2005). Una aproximación al conocimiento de las formaciones vegetales del Chaco boreal, Paraguay. Rojasiana. Volumen 6(2): 5 – 48.

MERELES, F. (2007). Diversidad Vegetal en el Paraguay. En: Salas-Dueñas y Facetti, F. (eds.). Biodiversidad del Paraguay, una aproximación a sus realidades. Primera Edición. Fundación Moisés Bertoni, USAID, GEF/BM. Pág.: 89-105.

MeRELES, F.; DE EGEA ELSAM, J.; CÉSPEDES, G.; PEÑA-CHOCARRO, M DEL C. & DEGEN DE ARRÚA, R. (eds.). (2015). Plantas Acuáticas y Palustres del Paraguay Vol. I. Bryophyta, Pteridophyta, Angiospermae Monocotyledoneae. Rojasiana. Serie Especial N° 2. 233 pp.

ATOME PLC

MERELES, F.; DE EGEA ELSAM, J.; CÉSPEDES, G.; PEÑA-CHOCARRO, M. DEL C. & DEGEN DE ARRÚA, R. (eds.). (2018). Plantas Acuáticas y Palustres del Paraguay Vol. II. Angiospermae Dicotyledoneae. Rojasiana. Serie Especial N° 2. 572 pp.

PEDERSEN, T. M. (2016). Amaranthaceae. In: Ramella, L. (ed.). Flora del Paraguay 46. Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève & Missouri Botanical Garden. Ginebra. 258p.

PIRIS DA MOTTA, F.; MENDOZA GALEANO, M.; VERA JIMÉNEZ, M.; NÚÑEZ, K.; ZÁRATE, G.; ORTIZ, F. & SALINAS, P. (2021). Comunidades vegetales asociadas a humedales en el Distrito de Villa Franca, Departamento de Ñeembucu-Paraguay. Resúmenes IV Jornadas Paraguayas de Botánica. Steviana. Vol. 13(1). ISSN 2304-2907.

QUIRÓS BRENES, K. (2002). Composición Florística y Estructural para el bosque primario del Hotel Laguna del Lagarto Lodge. Boca Tapada de Pital, San Carlos, Alajuela, Costa Rica. Informe de práctica de especialidad. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería Forestal.

SOLER, P.; BERROTERÁN, J.; GIL, J. & ACOSTA, R. (2012). Índice valor de importancia, diversidad y similaridad florística de especies leñosas en tres ecosistemas de los llanos centrales de Venezuela. Agronomía Tropical. Vol. 62: 1-4

SPICHIGER, R.; STAUFFER, F.; MERELES, F.; SOLOAGA, M. & LOIZEAU P. A. 2011. Claves de identificación para las familias de Angiospermas de Paraguay. Flora del Paraguay. Serie especial Nº 8. Ramella, L. & Perret, P. (eds). Conservatoire et Jardin Botaniques de la Ville de Genève. 255 pp.

THE NATURE CONSERVANCY. (2002). Un enfoque en la naturaleza: Evaluaciones ecológicas rápidas, 202 p. Arlington, Virginia, USA.

TORTORELLI, L. (1967). Formaciones forestales y maderas del Paraguay. Boletín del Instituto Forestal Latinoamericano. Vol. 24: 3-34.

VOGT, C. & MERELES, F. (2005). Una contribución al estudio de los humedales de la cuenca del Arroyo Ñeembucú, Dto. Ñeembucú, Paraguay. Rojasiana. Vol. 7(1): 5-20.

ZULOAGA, F.; MORRONE O.; RÚGOLO DE AGRASAR Z. E.; ANTON A. M.; ARRIAGA O. & CIALDELLA A. M. (1994). Graminae V. In: Spichiger, R. y Ramella, L. Flora del Paraguay 23. Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève & Missouri Botanical Garden. Ginebra. 327p.

ZULOAGA, F. O.; MORRONE, O.; VEGA, A. S. & GIUSSANI, L. M. (1998). Revisión y análisis cladístico de Steinchisma (Poaceae: Panicoideae: Paniceae). Annals of the Missouri Botanical Garden 85, 631-656.

Fauna Terrestre

ALDABE, J.; BENCKE, G.; GRILLI, P.; MEDINA, A. & SFORZA, L. 2020. Evaluación del estado de las aves en predios de la Alianza del Pastizal. Informe técnico no publicado.

ATOME PLC

ALERSTAM, T. & HENDENSTRÖM, A. The development of bird migration theory. Jounal of Avian Biology, v. 29, p. 343-369, 1998.

ALVES, R. R. N.; GONÇALVES, M. B. R. & VIEIRA, W. L. S. 2012. Caça, uso e conservação de vertebrados no semiárido Brasileiro. Tropical Conservation Science Vol. 5(3):394-416. Disponible en: www.tropicalconservationscience.org.

ANDERSON, T. 2006. Biology of the Ubiquitous House Sparrow: from Genes to Populations. Oxford: Oxford University Press.

ARIAS-AGUILAR, A, HINTZE, F, AGUIAR, L, M, S, RUFRAY, V, BERNARD, E, PEREIRA, M, J, R. 2018. Who's calling? Acoustic identification of Brazilian bats. Mammal Research Institute, Polish Academy of Sciences, Białowieża, Poland 2018, Mammal Research 1-23

ASOCIACIÓN PARAGUAYANA DE MASTOZOOLOGÍA Y SECRETARÍA DEL AMBIENTE. Libro Rojo de los Mamíferos del Paraguay: espécies amenazadas de extinción. Asunción. Editorial CREATIO.2017. pp.137.

AZPIROZ, A. B.; ISACCH, J. P.; DIAS, R. A.; DI GIACOMO, A. S.; FONTANA, C. S. & PALAREA, C. M. 2012. Ecology and conservation of grassland birds in southeastern South America: a review. Journal of Field Ornithology, 83(3), 217-246.

BARBOSA, E. D. O.; SILVA, M. G. B.; MEDEIROS, R. O. &CHAVES, M. F. Atividades cinegéticas direcionadas à avifauna em áreas rurais do Município de Jaçanã, Rio Grande do Norte, Brasil. Biotemas. v. 27, p. 175, 2014.

BARATAUD, M.; GIOSA, S.; LEBLANC, F.; RUFRAY, V.; DISCA, T.; TILLON, L.; DELAVAL, M.; HAQUART, A. & DEWYNTER, M. (2013). Identification et écologie acoustique des chiroptères de Guyane Française. Le Rhinolophe 19:103–145.

BARROS, M. A. S.; BERNARD, E.; RAMOS PEREIRA, M. J.; RUI, A. M.; FALCÃO, F. C. & LUZ, J. L. 2017. Comitê de Licenciamento Ambiental – Grupo Eólicas. SBEQ 2018.v1. <www.sbeq.net/licenciamento> Acessado em: 23/02/2017.

BARROS, M. A. S. Atividade de Morcegos Insetívoros (Mammalia, Chiroptera) no Pampa Brasileiro: Uso de Habitat e Sazonalidade. 2012. Dissertação de mestrado apresentado ao Programa de Psicobiologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

BEGON, M.; HARPER, J. L. & TOWNSEND, C. R. 1990. Ecology: Individuals, Populations and Communities. 2nd Ed. Blackwell Scientific Publications.

BEZERRA, D. M. M.; ARAÚJO, H. F. P. de &, ALVES, R. R. N., 2012. Captura de aves silvestres no semiárido brasileiro: técnicas cinegéticas e implicações para conservação. Tropical Conservation Science Vol.5 (1):50-66, 2012.

BEZERRA, D. M. M. S. Q.; ARAUJO, H. F. P. &, ALVES, R. R. N. 2011 - Avifauna silvestre como recurso alimentar em áreas de semiárido no estado do Rio Grande do Norte, Brasil. Sitientibus 11(2) 177–183.

ATOME PLC

BIRDLIFE INTERNATIONAL (2023a) Country profile: Paraguay. Available from http://www.birdlife.org/datazone/country/paraguay. Acceso en 30/06/2023.

BIRDLIFE INTERNATIONAL (2023b). Important Bird Area factsheet: Valle Fluvial del Río Paraguay. Disponible en http://datazone.birdlife.org/site/factsheet/19528. Acceso en 30/06/2023.

BIRDLIFE INTERNATIONAL. 2019. Amazona aestiva. The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e.T22686332A154573813. https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-3.RLTS.T22686332A154573813.en. Accesso en 29/06/2023.

BISSOLI, L. B.; SOUZA, M. M. & ROPER, J. J. Espécies da família Tyrannidae partilham espaço de forrageio em um fragmento de Mata Atlântica, Brasil? Natureza onLine. 2014; vol. 12. 235-239.

BROWER, J. E. & ZAR, J. H. Field & laboratory methods for general ecology. Duduque, W.C. Brown Publishers. 226 p. 1984.

BRUSQUETTI, F. & LAVILLA, E. O., 2006. Lista comentada dos anfibios de Paraguay. Cuadernos de Herpetologia, 20(2): 3-79.

CACCIALI, P. & BUONGERMINI, E., 2021. Guía de los Anfibios y Reptiles de Asunción y su Área Metropolitana (AMA). Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Asunción. 227 pp.

CAVARZERE, V.; MARCONDES, R. S.; MORAES, G. P. & DONATELLI, R. J. Comparação quantitativa da comunidade de aves de um fragmento de floresta semidecidual do interior do Estado de São Paulo em intervalo de 30 anos. Iheringia, v. 102, p. 384-393, 2012.

CEMAVE – Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Aves Silvestres. Relatório anual de rotas e áreas de concentração de aves migratórias no Brasil. Cabedelo: CEMAVE/ ICMBio, 2019. 54 p. Disponible en: <https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/comunicacao/relatorios/relatorio_de_rotas_e_areas_de_concentracao_de_aves_migratorias_brasil_3edicao.pdf>.

CITES (Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies Ameaçadas da Fauna e Flora Selvagens), 2021. Apêndices I, II e III. Disponible en: https://cites.org/sites/default/files/eng/app/2023/E-Appendices-2023-01-11.pdf.

CMS, B. A. U. (2022). Convention on the conservation of migratory species of wild animals (CMS).

COSTA-BRAGA, D.; CASTHELOGE, V. D.; SRBEK-ARAUJO, A. C. & ROPER, J. J. Riqueza de espécies e eficiência de métodos de amostragem de aves em ambientes antropizados inseridos em área de Mata Atlântica de Tabuleiro. Natureza On Line (Espírito Santo), v. 12, p. 212-215, 2014.

DELLA BELLA, S. & AZEVEDO-JÚNIOR, S. M. 2004. Considerações sobre a ocorrência da garça-vaqueira, Bubulcus ibis (Linnaeus) (Aves, Ardeidae), em Pernambuco, Brasil. Revta Bras. Zool. 21:57-63.

ATOME PLC

DEVAULT, T. L., RHODES, O. E. & SHIVIK, J. A. 2003. Scavenging by vertebrates: Behavioral, ecological, and evolutionary perspectives on an important energy transfer pathway in terrestrial ecosystems. Oikos 102:225-234.

DIAS-SILVA, L.; DUARTE, G. T.; ALVES, R.; PEREIRA, M. J. & PAGLIA, A. Feeding and social activity of insectivorous bats in a complex landscape: the importance of gallery forests and karst areas. MAMMALIAN BIOLOGY, v. 88, p. 52-63, 2018.

EBIRD. 2023. eBird: An online database of bird distribution and abundance [web application]. eBird, Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, New York. Disponível em: http://www.ebird.org. (Acceso en: 24/03/2023).

ELPHICK, C. S. & ORING, L. W. (1998). Winter management of Californian rice fields for waterbirds. Journal of Applied Ecology, 35(1), 95-108.

FASOLA, M. & RUIZ, X. (1996). The value of rice fields as substitutes for natural wetlands for waterbirds in the Mediterranean region. Colonial waterbirds, 122-128.

FAXINA, C. & SCHLEMMERMEYER, T. Composição da avifauna na mata ciliar de dois córregos, minucípio de Naviraí, Sul de Mato Grosso do Sul. Atualidades Ornitológicas, v. l, n. 155, p. 33-39, 2010.

FERNANDES-FERREIRA, H. A caça no Brasil: panorama histórico e atual. Tese de Doutorado. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Brasil, 2014.

FISHER, R.; CORBET, A. & WILLIAMS, C. The relation between the number of the species and the number of individuals in a random sample from animal population. Journal of Animal Ecology, v. 12, p. 42-58, 1943.

FOX, G. I. & A. J. MARTIN. 1996. Mastozoología. Lista de Mamíferos del Paraguay. Pp: 469-573, en: Colecciones de Flora y Fauna del Museo Nacional de Historia Natural del Paraguay (O. Romero, ed.). DPNVS / SSERNMA / MAG, 573 pp.

GOODWIN. G. G. & GREENHALL, A. M. 1961 — A review of the bats of Trinidad and Tobago. Bull. Am. Mus. Nat. Hist. 122: 199-341.

HAYES, F. E.; GOODMAN, S. M.; FOX, J. A.; TAMAYO, T. G., & LÓPEZ, N. E. (1990). North American bird migrants in Paraguay. The Condor, 92(4), 947-960.

HERZOG, S. K.; KESSLER, M. & CAHILLl, T. M. 2002. Estimating species richness of tropical bird communities from rapid assessment data. Auk, 119:749-769.

HILL, M. O. 1973. Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. Ecology 54:427:432.

HINTZE, F.; BARBIER, E. & BERNARD, E. Emballonuridae Gervais, 1855 (Chiroptera) of Reserva Biológica de Saltinho (Atlantic Forest), in Brazil, revealed by echolocation. Check List (São Paulo. Online), v. 12, p. 1925, 2016.

ATOME PLC

HOOD, C. & GARDNER, A.L. 2008 [2007]. Family Emballonuridae Gervais, 1856. In Mammals of South America, Volume 1, marsupials, xenarthrans, shrews, and bats (Gardner A.L., ed.). University of Chicago Press, Chicago, p.188-207.

IUCN 2023. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2022-2. <https://www.iucnredlist.org>. Accesos en: 14/06/2023 y 14/07/2023.

JAHN, A. E.; BUECHLEY, E.; BUGONI, L.; CEREGHETTI, J.; REPENNING, M.; MARRA, P. P., & RYDER, T. B. (2021). Variable seasonal movement dynamics among individual snail kites (Rostrhamus sociabilis) in South America. Journal of Raptor Research, 55(2), 151-168.

KERR, J. T. (1997). Species richness, endemism, and the choice of areas for conservation. Conservation Biology 11: 1094-1100.

KEYLOCK, C.J. 2005. Simpson diversity and the Shannon-Wiener index as special cases of a generalized entropy. Oikos 109: 203–207.

LESTERHUIS, A. J. & CARTES, J. L. (2008). Uso de arroceras por aves acuáticas en el sur de Paraguay: analizando vacíos de información y necesidades de conservación [en línea]. Primer taller para la Conservación de Aves Playeras Migratorias en Arroceras del Cono Sur.

LESTERHUIS, A. J.; CLAY, R. P. & SMITH, P. (2018). New and noteworthy records of waterbirds from Paraguay. Revista Brasileira de Ornitologia, 26(1), 65-73.

LÓPEZ-BAUCELLS, A.; ROCHA, R.; BOBROWIEC, P.E.D.; BERNARD, E.; PALMEIRIM, J. & MEYER, C. 2016. Field Guide to Amazonian Bats. Editora INPA, Manaus, 168 p.

LUDWIG, J. A. & REYNOLDS, J. F. Statistical ecology: a primer on methods and computing. New York, John Wiley & Sons. 1988. 337 p.

MADES Resolución N° 632/17 Por la cual se actualiza el listado de las especies protegidas de la vida silvestre de la clase Mammalia. 01 de diciembre de 2017.

MADES. Resolución Nº 254/19 Por la cual se actualiza el listado de las especies protegidas de la vida silvestre de la clase Aves. 9 de mayo de 2019.

MADES. Resolución Nº 433/19 Por la cual se actualiza el listado de las especies protegidas de la vida silvestre de la clase Amphibia. 14 de agosto de 2019.

MADES. Resolución Nº 206/19 Por la cual se actualiza el listado de las especies protegidas de la vida silvestre de la clase Reptilia. 27 de julio de 2020.

MAGALHÃES, F.M., LYRA, M. L., de CARVALHO, T. R., BALDO, D., BRUSQUETTI, F., ..., GARDA, A. A., 2020. Taxonomic Review of South American Butter Frogs: Phylogeny, Geographic Patterns, and Species Delimitation in the *Leptodactylus latrans* Species Group (Anura: Leptodactylidae). Herpetological Monographs, 34(1): 131-177.

ATOME PLC

MAGURRAN, A. E. Ecological diversity and its measurement. Cambridge, Cambridge University Press., 1988. 179 p.

MAGURRAN, A. E. 2013. Medindo a diversidade biológica. Editora da Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

MELO, A. M. O que ganhamos 'confundindo' riqueza de espécies e equabilidade em um índice de diversidade? Biota Neotropica, v. 8, n 3, p.21-27, 2008.

MENCATO, A. A. & TRECO, F. Estrutura e composição da avifauna em um ambiente rural no sul do Brasil. Ciência, Tecnologia & Ambiente, v. 03, p. 12-20, 2016.

MENDES, E. S.; FONSECA, C.; MARQUES, S. F.; MAIA, D.; RAMOS PEREIRA, M. J. Bat richness and activity in heterogeneous landscapes: guild-specific and scale-dependent? Landscape Ecology, v. 32, p. 295-311, 2017.

MUGICA, L.; ACOSTA, M.; DENIS, D. & JIMENÉZ, A. (2006). Disponibilidad de presas para las aves acuáticas en los campos inundados de la arrocera sur del Jíbaro durante el ciclo de cultivo del arroz. Journal of Caribbean Ornithology, 19(2), 97-103.

PADOVEZI, A.; RODRIGUES, R. R. & HORBACH, M. A. Avifauna como possível indicador da resiliência de áreas degradadas. Advances in Forestry Science, Cuiabá, v. 1, n. 1, p. 11-17, 2014.

PARAGUAY, List of the Mammals of Paraguay. Disponível em: <http://www.faunaparaguay.com/listmammals.html>. Acceso en: 27/07/2023.

RATON, R. & GOMES, Y. M. Biodiversidade da avifauna de um fragmento antropizado na região serrana do Espírito Santo. Atualidades Ornitológicas, v. 187, p. 61-67, 2015.

REIS, N. R.; PERACCHI, A. L. & SANTOS, G. A. S. D. 2008. Ecologia de morcegos. Londrina, Technical Books. 148p.

REMSEN, J. V. Jr.; ARETA, J. I.; CADENA, C. D.; JARAMILLO, A.; NORES, M.; PACHECO, J. F.; PEREZ-EMON, J.; ROBBINS, M. B.; STILES, F. G.; STOTZ, D. F. & ZIMMER, K. J. Version [date]. A classification of the bird species of South America. American Ornithologists' Union. http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.html. Versión 2023.

ROCHA, C.; MATIAS, R.; GUIAR, L. M.; MELO-SILVA, C.; GONCALVES, B. B. & MESQUITA-NETO, J. N. Caracterização da avifauna em áreas de cerrado no Brasil Central. Acta Biológica Catarinense, v. 2, p. 49-63, 2015.

ROCHA-E-SILVA, R. C.; MACIEL, W. C.; TEIXEIRA, R. S. C. *et al*. O pombo (Columba livia) como agente carreador de Salmonella spp. e as implicações em saúde pública. Arquivos do Instituto Biológico, v.81, n.2, p.189-194, 2014.

ROWAN, W. 1930. Experiments in bird migration II. Reversed migration. Proc. Nat. Acad. Sci. 16: 520-525.

ATOME PLC

SICK, H. 1983. Migrações de aves na América do Sul Continental. Publicação Técnica no. 2, CEMAVE – Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, Brasília, DF.

SICK, H. 1997. Ornitologia brasileira. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 912p.

STATTERSFIELD, A. J.; CROSBY, M. J.; LONG, A. J. & WEGE, D. C. 1998. Endemic bird areas of the world: priorities for bird conservation. BirdLife International Conservation Series no 7, BirdLife International, Cambridge, UK.

STOTZ, D. F.; FITZPATRICK, J. W.; PARKER III, T. A. & MOSKOVITS, D. K. 1996. Neotropical birds, ecology and conservation. University of Chicago Press, Chicago, USA.

STRAUBE, F. C.; VASCONCELOS, M. F.; URBEN-FILHO, A. & CÂNDIDO-JR, J. F. 2010. Protocolo mínimo para levantamentos de avifauna em Estudos de Impacto Ambiental. In: MATTER, S. V.; STRAUBE, F. C.; ACCORDI, I.; PIACENTINI, V.; CÂNDIDO-JR, J. F. Ornitologia e Conservação: Ciência aplicada, técnicas de pesquisa e levantamento. 1. ed. Rio de Janeiro: Technical Books. p. 239-253.

SUMMERS-SMITH, J. D. (1988). The Sparrows: A Study of the Genus Passer: T & AD Poyser. Staffordshire, UK.

TAYLOR, A. L. & FORSMAN, E. D. 1976. Recent range extensions of the Barred Owl i western North America, including the first records for Oregon. Condor. 78:560-561.

TUOMISTO, H. 2010. A diversity of beta diversities: straightening up a concept gone awry. Part 1. Defining beta diversity as a function of alpha and gamma diversity. Ecography 33: 222.

VASCONCELOS, M. F. 2006. Uma opinião crítica sobre a qualidade e a utilidade dos trabalhos de consultoria ambiental sobre avifauna. Atualidades Ornitológicas 131: 10-13.

VICKERY, P. D.; TUBARO, P. L.; SILVA, J. M. C.; PETERJOHN, B. G.; HERKET, J. R. & CAVALCANTI, R. B. 1999. Conservation of Grassland Birds in the Western Hemisphere. Studies in Avian Biology, (19): 2-26.

WEILER, A., K. NUÑEZ, E. LAVILLA, S. PERIS & D. BALDO. 2013. Anfibios del Paraguay. FACEN, Asunción, Paraguay. 126pp.

WILSON, D. E. 2007. Genus Myotis Kaup, 1829. In: (A.L. Gardner, ed.) Mammals of South America. Vol. 1: marsupials, xenarthrans, shrews, and bats. University of Chicago Press, Chicago. pp. 468–481.

YALDEN, D. W. & MORRIS, P. A. 1975. The Lives of Bats. Canada: David & Charles, 1975.

Ictiofauna

BRANCOLINI, F.; MINOTTI, P.; PROTOGINO, L.; LÓPEZ, H.; COLAUTTI, D. & BAIGÚN, C. Fish fauna from Río Pilcomayo National Park and Ramsar Site and its surroundings, Formosa, Argentina. Check List 10(6): 1387–1400, 2014.

ATOME PLC

CARDOSO, Y. P.; BRANCOLINI, F.; PARACAMPO, A.; LIZARRALDE, M.; COVAIN, R. & MONTOYA-BURGOS, J. I. *Hypostomus formosae*, a new catfish species from the Paraguay River Basin with redescription of *H. boulengeri* (Siluriformes: Loricariidae). Ichthyological Exploration Freshwaters, 27(1):9-23, 2016

FRICKE, R.; ESCHMEYER, W. N. & VAN DER LAAN, R. (eds). ESCHMEYER'S CATALOG OF FISHES: GENERA, SPECIES, REFERENCES. 2023. Disponible en: http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp. Versión electrónica accesada el 16 de agosto de 2023.

FRIEL, J. P. & CARVALHO, T. P. A new species of Amaralia Fowler (Siluriformes: Aspredinidae) from the Paraná-Paraguay River Basin. Zootaxa 4088 (4): 531–546, 2016.

MENNI, R. C. Peces y ambientes en la Argentina continental. Parte III - El Noreste y la influencia del Paraná – Item 15- El río Paraguay y la ictiofauna de Formosa. Monografías del Museo Argentino de Ciencias Naturales, 5, 2004.

ROSSO, J; DEL ROSSO, F.; MABRAGAÑA, E.; SCHENONE, N. F; AVIGLIANO, E. & ASTARLOA, J. M. D. Molecular and taxonomic characterisation of introduced specimens of *Poecilia reticulata* in the lower Paraguay River basin (Cyprinodontiformes: Poeciliidae). Neotropical Ichthyology, 15(4): Neotropical Ichthyology, 15(4): e170046, 2017.

SEAM – SECRETARIA DEL AMBIENTE. Resolución Nº 1563/09 de 04 de mayo de 2009.

SVERLIJ, S.; LIOTTA, J.; MINOTTI, P.; BRANCOLINI, F.; BAIGUN, C. & LACOSTE, F. Los peces del Corredor Fluvial Paraná – Paraguay. In: BENZAQUÉN, L.; BLANCO, D. E.; BÓ, R. F; KANDUS, P.; LINGUA, G. F.; MINOTTI, P.; QUINTANA, R. D.; SVERLIJ, S. VIDAL, L. (eds.). Inventario de los humedales de Argentina: Sistemas de paisajes de humedales del Corredor Fluvial Paraná-Paraguay. Buenos Aires: Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, pp 341-356. 2012.

Análisis de Hábitat Crítico

ALTRICHTER, M.; TABER, A.; NOSS, A.; MAFFEI, L. & CAMPOS, J. 2015. Catagonus wagneri. The IUCN Red List of Threatened Species 2015: Species 2015: e.T4015A72587993. http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015- 2.RLTS.T4015A72587993. Acessado en 28/07/2023.

LAINO, R.; MUSALEM, K.; CABALLERO-GINI, A.; BUENO-VILLAFAÑE, D.; GONZÁLEZ-MAYA, F. J. & Chaparro, S. Osos en el borde: oso hormiguero gigante y oso melero (Myrmecophaga tridactyla y Tamandua tetradactyla) en sus límites de distribución geográfica en Paraguay. Iheringia, Sér. Zool. 110. 2020.

SMITH, P. 2012. The Xenarthra families Myrmecophagidae and Dasypodidade. Fauna Paraguay Handbook of the Mammals of Paraguay N° 2a. 35p.

TABER, A. B.; DONCASTER, C. P.; NERIS, N. N. & COLMAN, F. "Ranging behaviour and activity patterns of two sympatric peccaries, Catagonus wagneri and Tayassu tajacu, in the Paraguayan Chaco" , vol. 58, no. 1, 1994, pp. 61-72. https://doi.org/10.1515/mamm.1994.58.1.61.

ATOME PLC

WETZEL, R. M.; GARDNER, A. L.; REDFORD, K. H. & EISENBERG, J. F. (2008) Order Cingulata, p. 128-156. In: Gardner AL (Ed.). Mammals of South America. Chicago, University of Chicago Press, vol. 1

Identificación y Evaluación de Impactos

CANTER, L. Environmental Impact Assessment. In.: Council on Environmental Quality. 1993. Environmental quality. Twenty-third Annual Report. January:151–172. Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office.

EPA – Environmental Protection Agency. Consideration of Cumulative Impacts in EPA Review of NEPA Documents U.S. Environmental Protection Agency, Office of Federal Activities (2252A) EPA 315-R-99-002/May 1999.

FOLEY, J. A.; RAMANKUTTY, N.; BRAUMAN, K. A.; CASSIDY, E. S.; GERBER, J. S.; JOHNSTON, M.; MUELLER, N. D.; O'CONNELL, C.; RAY, D. K.; WEST, P. C.; BALZER, C.; BENNETT, E. M.; CARPENTER, S. R.; HILL, J.; MONFREDA, C.; POLASKY, S.; ROCKSTRÖM, J.; SHEEHAN, J.; SIEBERT, S.; TILMAN, D. & ZAKS, D. P. M. Solutions for a cultivated planet. Nature, Nature Publishing Group, v. 478, n. 7369, p. 337–342, 2011.

GERTLER, P. J.; MARTINEZ, S.; PREMAND, P.; RAWLINGS, L. B. & VERMEERSCH, C. M. J. 2016. Impact Evaluation in Practice, Second Edition. © Washington, DC: Inter-American Development Bank and World Bank. http://hdl.handle.net/10986/25030 License: CC BY 3.0 IGO.

IAIA – International Association of Impact Assessment. Multilingual Glossary. Disponible: http://web2.concordia.ca/iaia/index.php?start=10. 2015.

MOPC. Actualización del Plan Maestro de Infraestructura y Servicios de Transporte del Paraguay 2018 - 2028. Informe Final diciembre 2020.

MORGAN, R. K. Book review: Social Impact Analysis: An Applied Anthropology Manual. Laurence R. Goldman (ed). *Asia Pacific Viewpoint*, 43: 115-117, 2002.

MORRIS, P. & THERIVEL, R., (eds), 1995: Methods of environmental impact assessment, UCL press, London.

PORTER, A. & FITTIPALDI, J. (eds) Environmental Methods Review: Retooling Impact Assessment for the New Century, pp. 127-134. The Press Club, Fargo, USA. 1998.

SÁNCHEZ, L. E. (2006). Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos. Editora Oficina de textos.

TRANSPORTACION RESEARCH BOARD. Nacional Research Council. Highway Capacity Manual. October, 2000.

TURNBULL, R. G. H. (1992). Environmental and health assessment of Development, WHO Regioanl office, London.

ATOME PLC

WOOD, C. M. (1995) Environmental Impact Assessment: A Comparative Review, Longman Higher Education, Harlow, UK.

Riesgos de Desastres Naturales y Cambio Climático

CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA (CONACYT) (2018). Evaluación de la vulnerabilidade y la capacidad para enfrentar a los desafíos y oportunidades del cambio climático en Paraguay. Asunción, Paraguai.

CLARKE, L.; EDMONDS, J.; JACOBY, H.; PITCHER, H.; REILLY, J. & RICHELS, R. (2007) Scenarios of greenhouse gas emissions and atmospheric concentrations. Tech rep.

DEVELOPMENT BANK OF LATIN AMERICA (2014). Vulnerability Index to climate change in the Latin American and Caribbean Region. Corporación Andina de Fomento.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - IPCC (2007). Fourth Assessment Synthesis Report. Cambridge, UK: Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Cambridge University Press.

INTERNATIONAL INSTITUTE FOR APPLIED SYSTEMS ANALYSIS (IIASA) (2018) SSP database. https://tntcat.iiasa.ac.at/SspDb

MONGELÓS, P. (2018). Estratégias de apoio à manutenção de estruturas de betão armado com risco de corrosão. Tese apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Doutor em Engenharia Civil.

MEEHL, G.A.; STOCKER, T. F.; COLLINS, W. D.; FRIEDLINGSTEIN, P.; GAYE, T.; GREGORY, J. M.; KITOH, A.; KNUTTI, R.; MURPHY, J. M.; NODA, A.; RAPER, S. C. B.; WATTERSON, I. G.; WEAVER, A. J.; ZHAO, Z. C. (2007) “Global Climate Projections.” in Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Cambridge, UK: Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Cambridge University Press.

RIAHI, K.; GR¨UBLER, A. & NAKICENOVIC, N. (2007). Scenarios of long-term socio-economic and environmental development under climate stabilization. Technol Forecast Soc Chang. https://doi.org/101016/j.techfore.2006.05.026.

UNFCCC (1992). Definitions. New York, USA.: United Nations Framework Convention on Climate Change.

WORLD BANK. Climate Change Knowledge (CCKP). Disponible en: https://climateknowledgeportal.worldbank.org/country/paraguay/climate-data-historical. Acceso en 03/07/2023.

10.0
Equipo Técnico

Nombre	Titulación	Función
Renata Moretti	Ingeniera Civil	Coordinador del Estudio
Dr. Victor Vera	Ecologo	Coordinador y responsable del análisis de atributos de biodiversidad
Lic. MSc. Gloria Céspedes	Botánica	Responsable del estudio de vegetación, identificación de especies de flora y áreas importantes para la conservación
Juliana Peixoto	Bióloga	Especialista Biodiversidad Terrestre
Silvio Jara	Técnico Forestal	Apoyo en estudio de flora y geoprocesamiento
Leandro Godoy	Biólogo mastozoólogo	Coordinador de campo y responsable del estudio de mamíferos
Hugo del Castillo	Ornitólogo	Responsable del estudio de aves, apoyo en análisis de conservación de áreas importantes para la conservación, análisis de conservación de especies de aves
Dr. Pier Cacciali	Biólogo herpetólogo	Responsable del estudio de anfibios y reptiles, análisis de conservación de especies de anfibios y reptiles
Ana Maria Iversson	Sociólogo	Coordinador del medio socioeconómico
Ramón Fogel	Sociólogo	Especialista Local – Aspectos Sociales
Celso Paiva		Coordinador de geoprocesamiento
Renata Evangelista da Silva	Soporte Técnico	Formatación
Ronivaldo Silva Sena	Soporte Técnico	Formatación

ATOME PLC

ANEXOS

ATOME PLC