



5.0 Diagnóstico (Línea Base)



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 Hidrógeno, Amoniaco y Fertilizantes Verdes 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 AI	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 AI	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 AI	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 (AI)	101
5.3.1.2 Área de Influencia Directa (AID)	106
5.3.1.3 Área Directamente Afectada (ADA)	108



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
5.3.2.1 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
5.4.1.6.3.2 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



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



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

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 (All) es un área amplia potencialmente susceptible a los impactos indirectos resultantes de la planificación, construcción y operación del proyecto. Los impactos en el All 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 All 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 All los límites de las áreas de drenaje de subcuencas hidrográficas de Unidades Hidrográficas reconocidas por el MADES. La elección de delimitar la All 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 N° 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 Christofolletti (1980). La delimitación basada en las cuencas también cumple con lo recomendado por el Artículo 3 de la Ley N° 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 Surubí'y, parte de la Unidad Hidrográfica Tebicuary Baja (Resolución SEAM N° 376/12), como el límite del All para los Medios Físico y

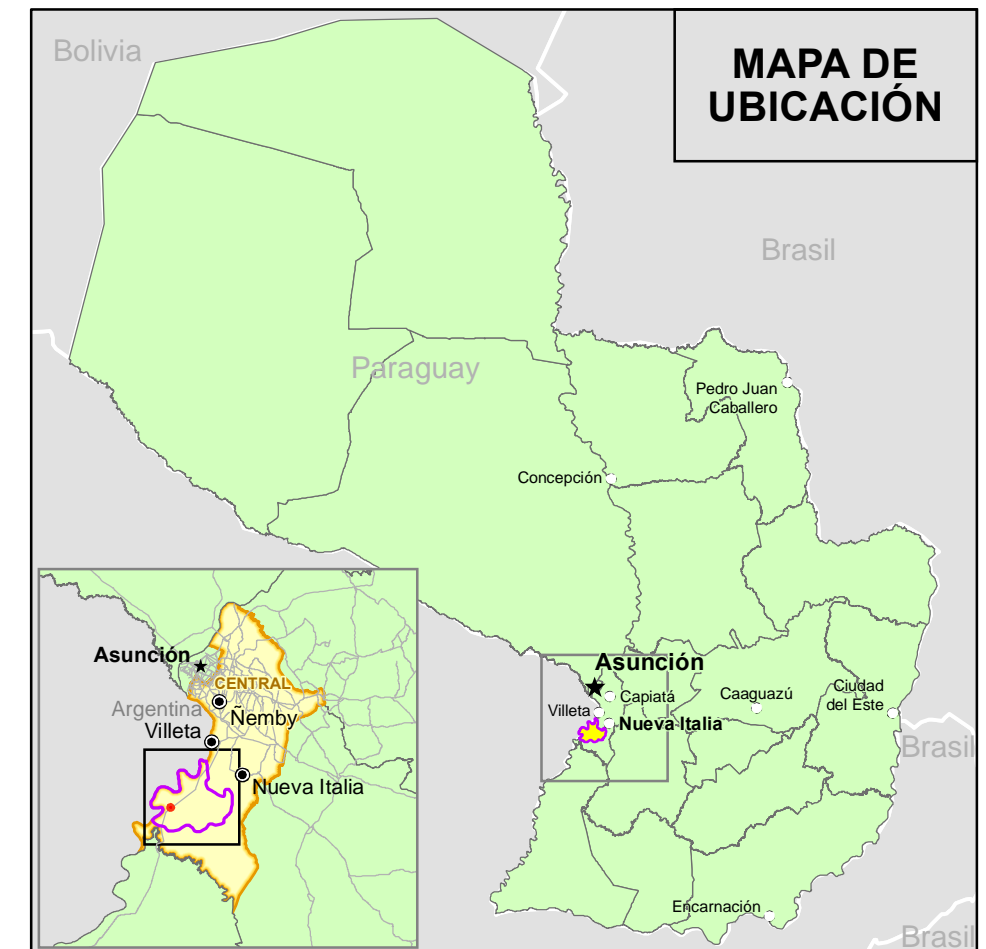
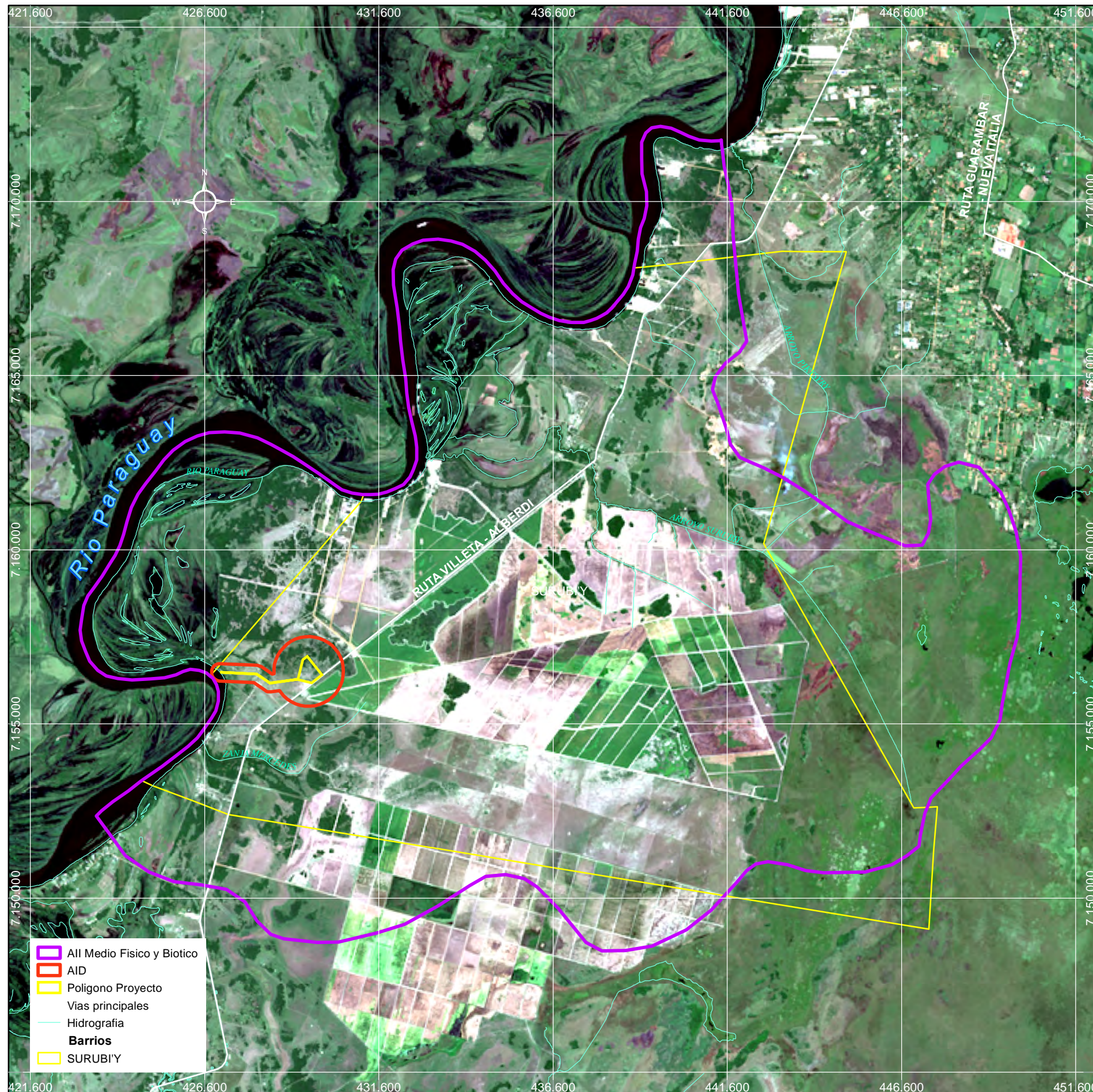
Biótico. Esta cuenca se encuentra en la parte norte de la Unidad Hidrográfica Tebicuary Baja, limitándose al noreste con la Cuenca Arroyo Pikyrissy, al este y sur-suroeste con la Cuenca Arroyo Paray y al oeste-noroeste con el río Paraguay. La Cuenca Arroyo Surubi'y tiene una superficie aproximada de 361 km² 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 m²) y de las tuberías (de 1.15 ha o 11,500 m²).

Las áreas de influencia se muestran en el **Mapa 5.1.a** a continuación.



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

5.2

Medio Físico

5.2.1

Clima

5.2.1.1

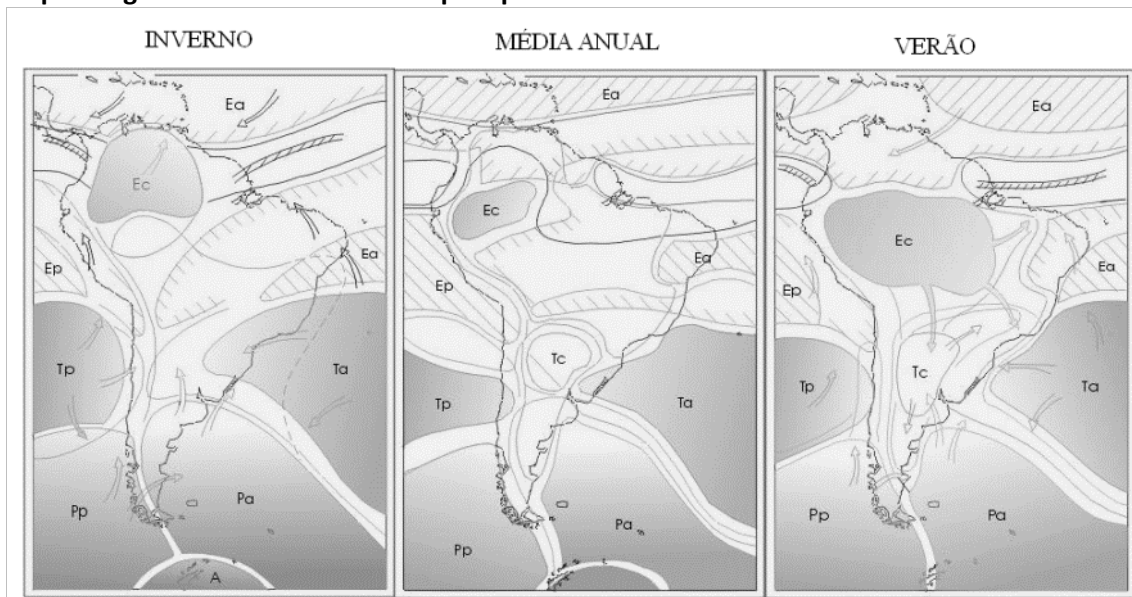
Circulación Atmosférica

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.

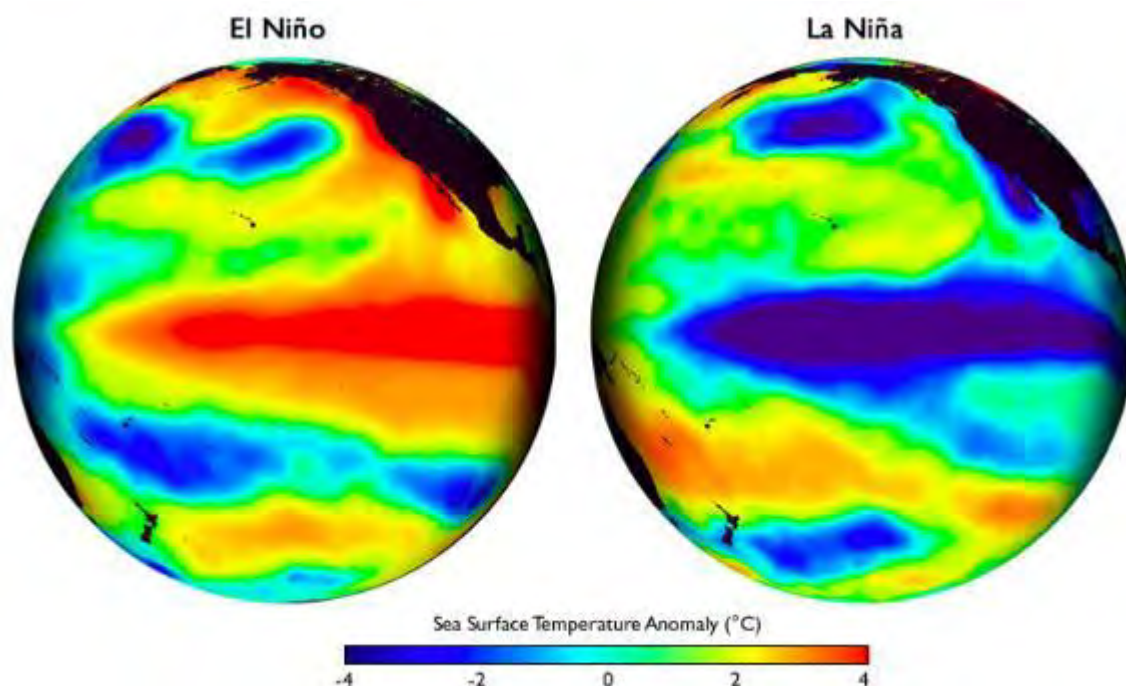
Por último, es importante señalar que el régimen de lluvias del continente está fuertemente influenciado por la ocurrencia del fenómeno “*El niño*” (**Figura 5.2.1.1.c**) que se asocia con la fase negativa de la Oscilación del Sur (ENOS). *El niño* representa una anomalía térmica positiva en el TSM del 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, 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

Tabla 5.2.1.1.a

Historial de ocurrencia del *El Niño* y *La Niña* y respectivas intensidades

El Niño	La Niña
1918-1919	1924-1925
1919-1920	1933-1934
1925-1926	1937-1938
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.

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".

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 Köppen-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 3°C y 18°C. La letra minúscula "f" se refiere al tipoazonado 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 22°C.

5.2.1.3

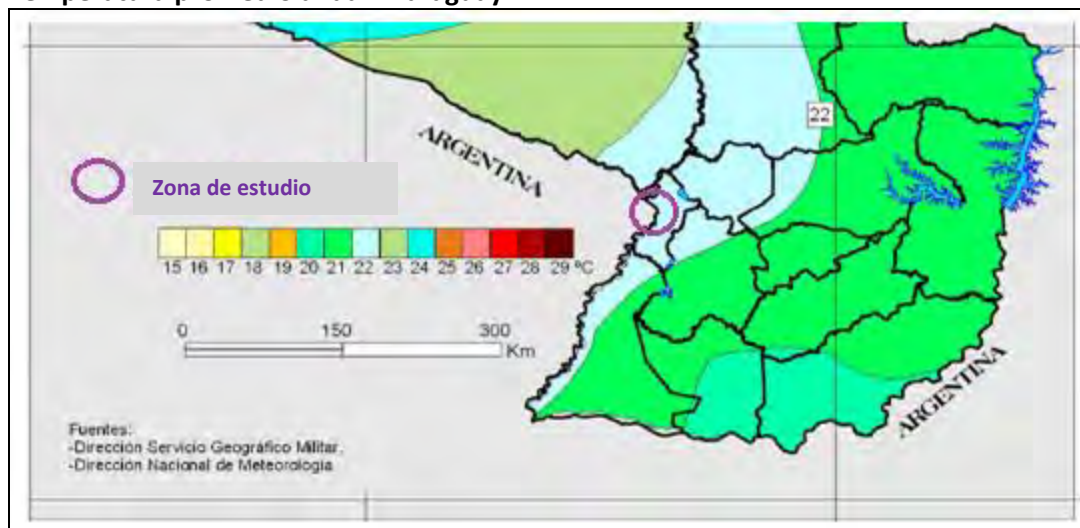
Climatología del Paraguay y de la Zona de Influencia

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 22°C (**Figura 5.2.1.3.a**) con amplitud de 10°C. Durante el verano las temperaturas son bastante altas y pueden superar los 40°C en algunas regiones, con un promedio de 27°C y una humedad relativa de alrededor del 80%. Durante el invierno y la primavera las temperaturas son suaves con promedios de 17°C.

Figura 5.2.1.3.a

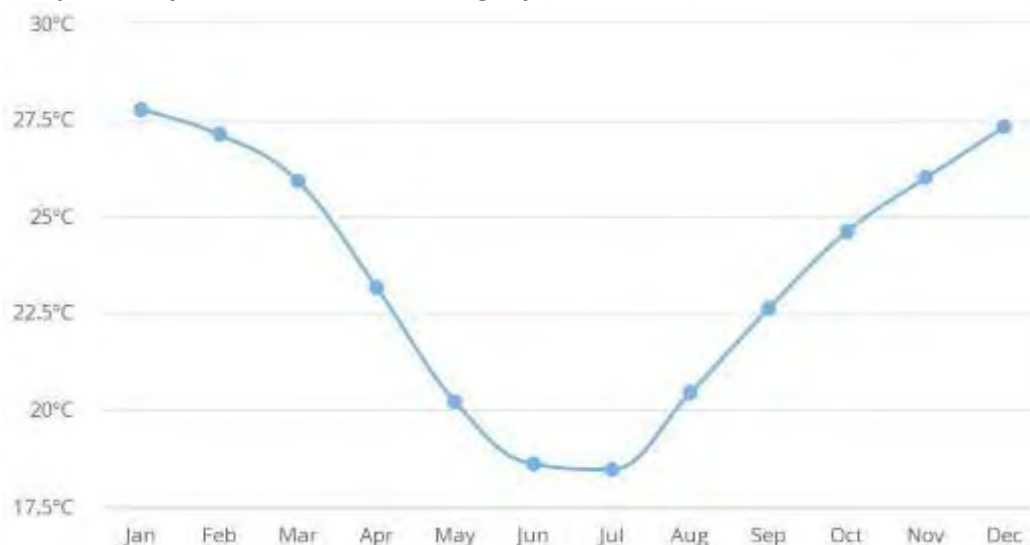
Temperatura promedio anual - Paraguay



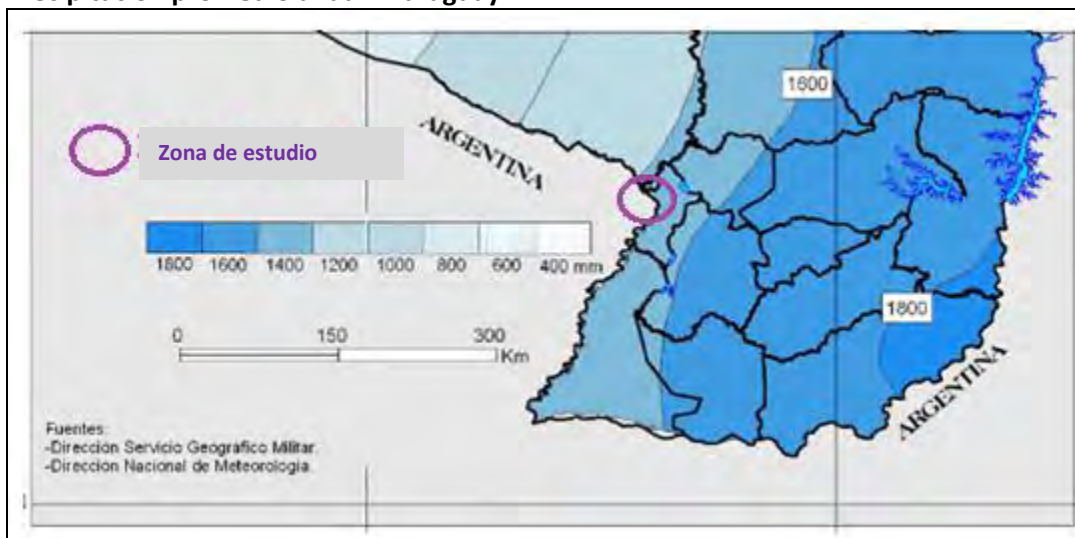
Fuente: CHM-Paraguay. El círculo lila indica la zona del proyecto propuesto.

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.

Figura 5.2.1.3.b**Temperatura promedio mensual - Paraguay (1901 - 2016)**

Fuente: Portal del Conocimiento sobre el Cambio Climático / Banco Mundial.

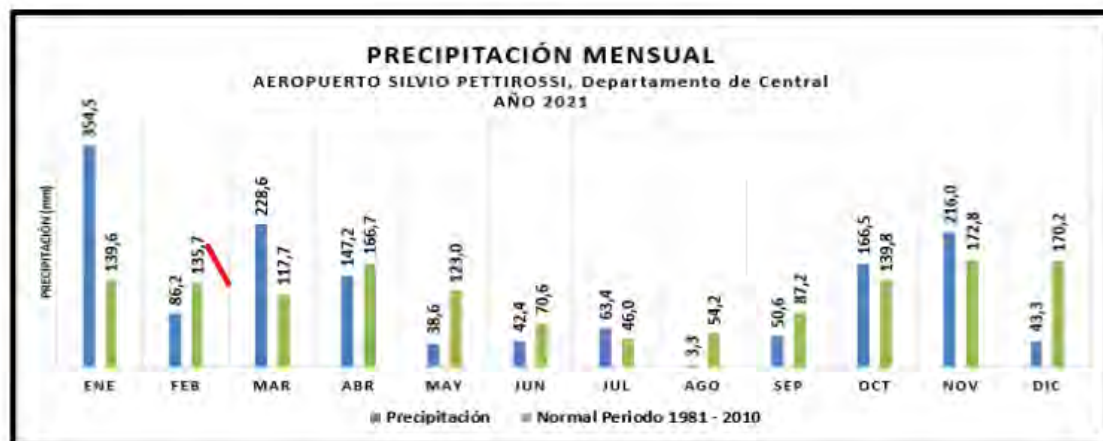
Figura 5.2.1.3.c**Precipitación promedio anual - Paraguay**

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)



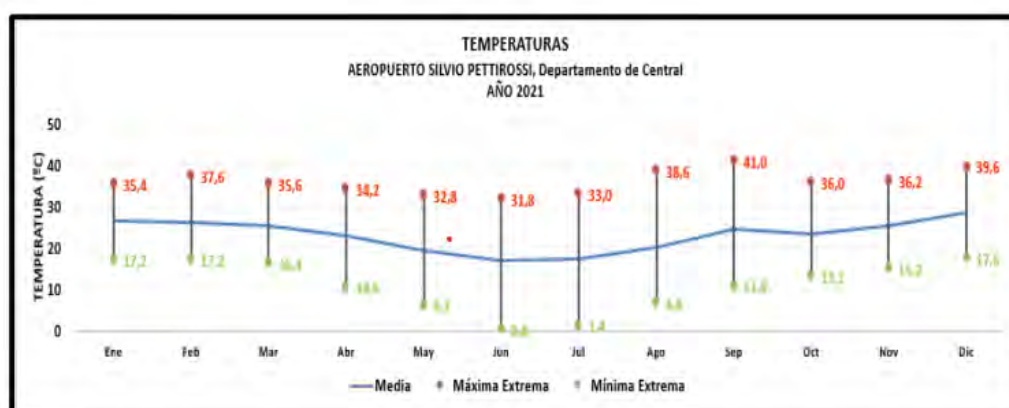
Fuente: Dirección Meteorológica Nacional – Anuario Climatológico, 2021.

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 °C y los extremos pueden alcanzar valores cercanos a 0°. 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 (°C)



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 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 lensse (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.

lensse (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, lensse (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 lensse (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.

Figura 5.2.1.3.f

Tornados registrados en Paraguay por Sistema Meteorológico (1959 - 2018)



Fuente: lensse (2018). El círculo rojo señala el área del proyecto propuesto.

Naranja - Cavada

Púrpura - Frente Polar Atlántico

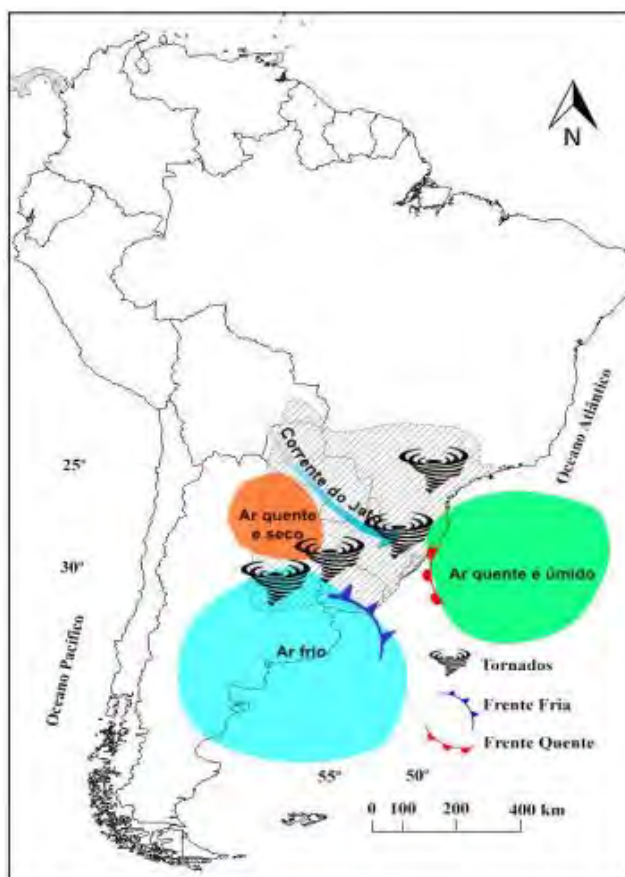
Gris - Masa Tropical Continental

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: lensse (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 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 Itapúa.	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.

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 Itapúa 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 Pytã.
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 Ybyturuзу.
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.

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 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 All 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 km² (84% del total de la Cuenca del Plata), siendo que el río Paraná representa el 58%, con una superficie de 1,510,000 km² y el río Paraguay el 42% con 1,103,000 km².

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 All 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.

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 N° 376/12, se presenta en la **Figura 5.2.2.1.b**, considerando que el All 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 Pikysry, 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 All.

Figura 5.2.2.1.b

Unidades hidrográficas del Paraguay según la Resolución N° 376/12



Fuente: modificado de MADES (2022a).

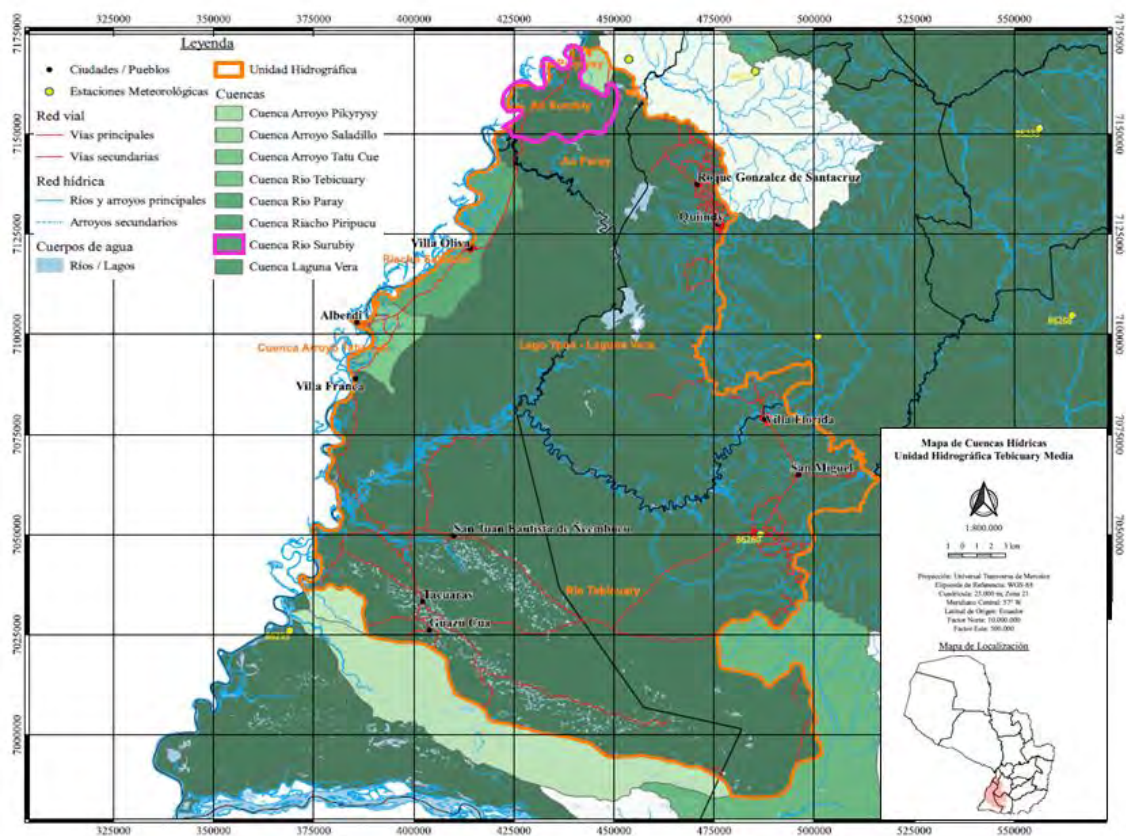
Considerando la clasificación de las aguas superficiales del Paraguay, todos los cursos de la Cuenca Arroyo Surubi'y son Clase 2, según Resolución SEAM N° 255/05. De conformidad al Art. 1° de la Resolución SEAM N° 222/02, las aguas Clase 2 se clasifican como tales según los

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 Surubí'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 Surubí'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 km² 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 Pikyrissy, 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**).



5.2.2.2.1

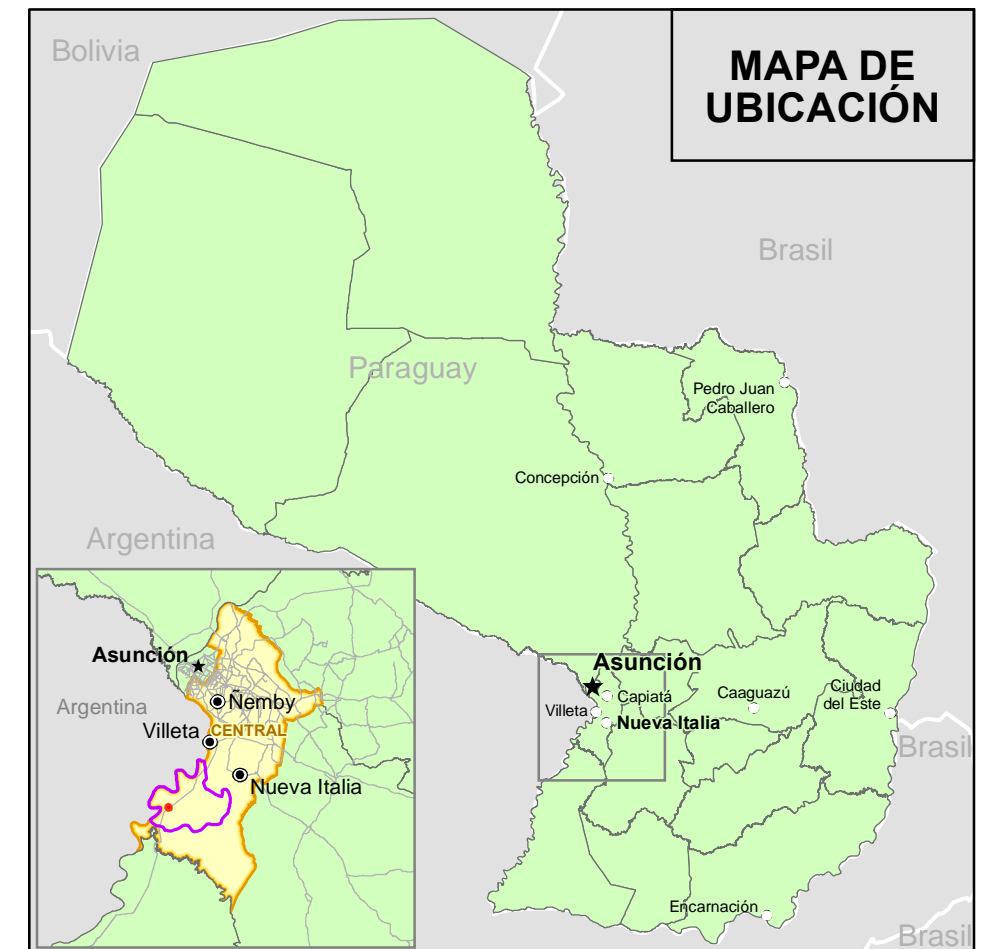
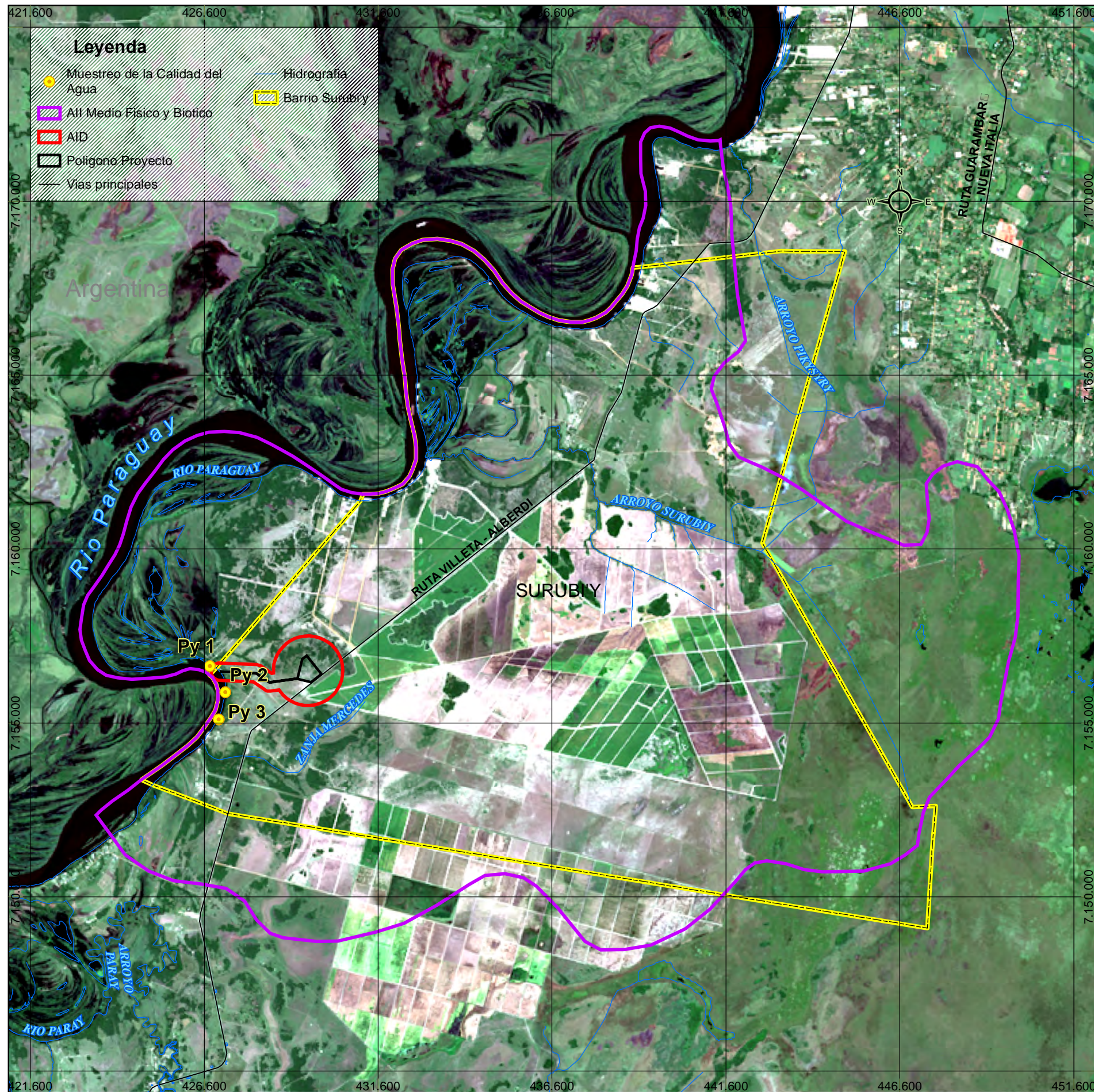
Cauces de Aporte

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.

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 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: 25/10/2023

Fuente Cartográfica

Proponente, DGEEC 2012
<https://www.mades.gov.py/atlas/> - https://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



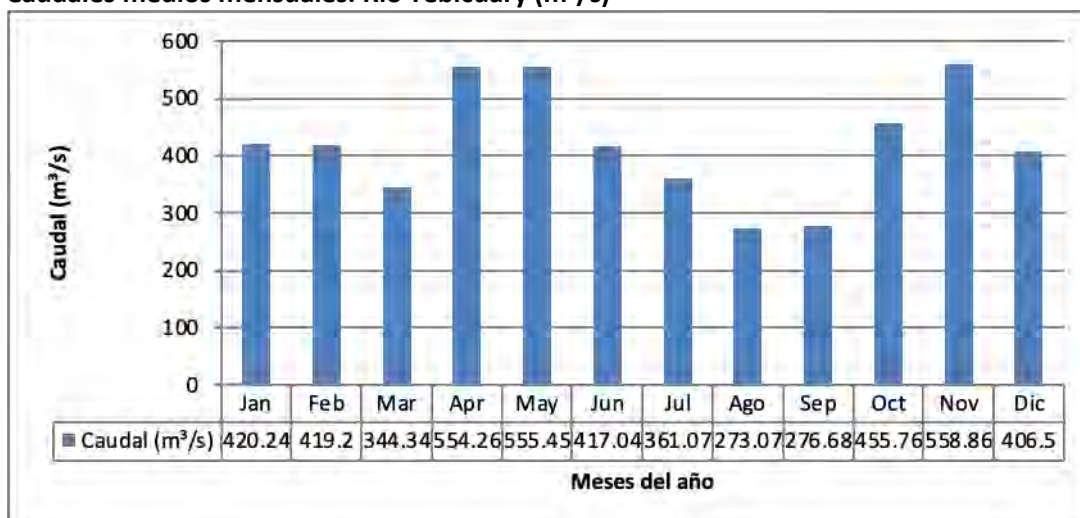
5.2.2.2.2

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 All, 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 (m^3/s)



Fuente: DMH-DINAC-UNESCO (1992).

Sin embargo, específicamente para el All, 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 Surubí y, además de las otras 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 m³/s. En este mismo estudio, el caudal promedio anual para el río Tebicuary fue de 506 m³/s y para el río Paraguay (Asunción) fue de 3,279 m³/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.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.a
Caudales registrados en el río Paraguay (m³/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

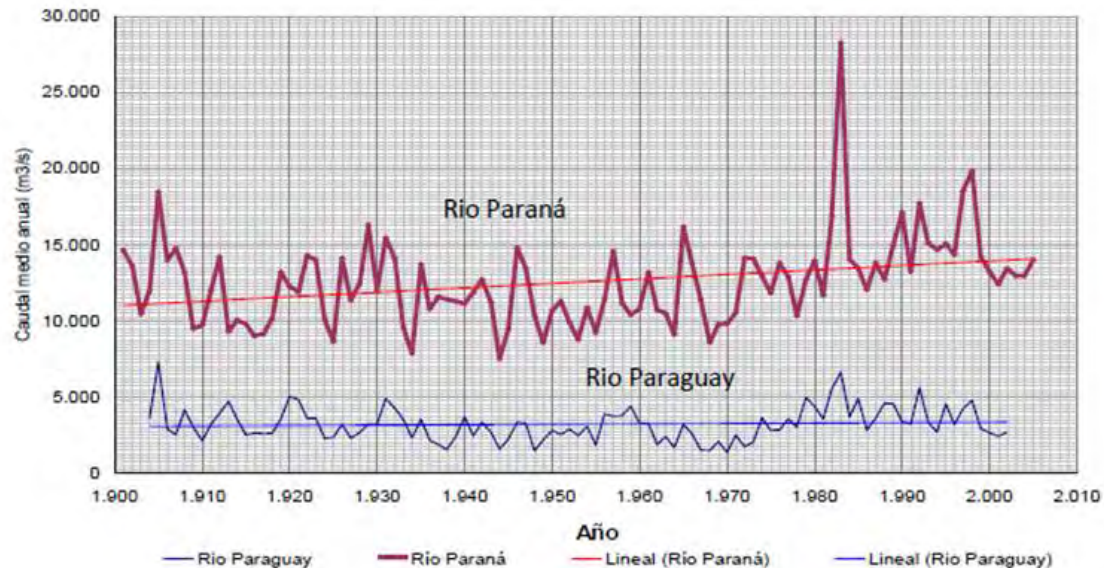
Fuente: CEPAL (2014).

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.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.

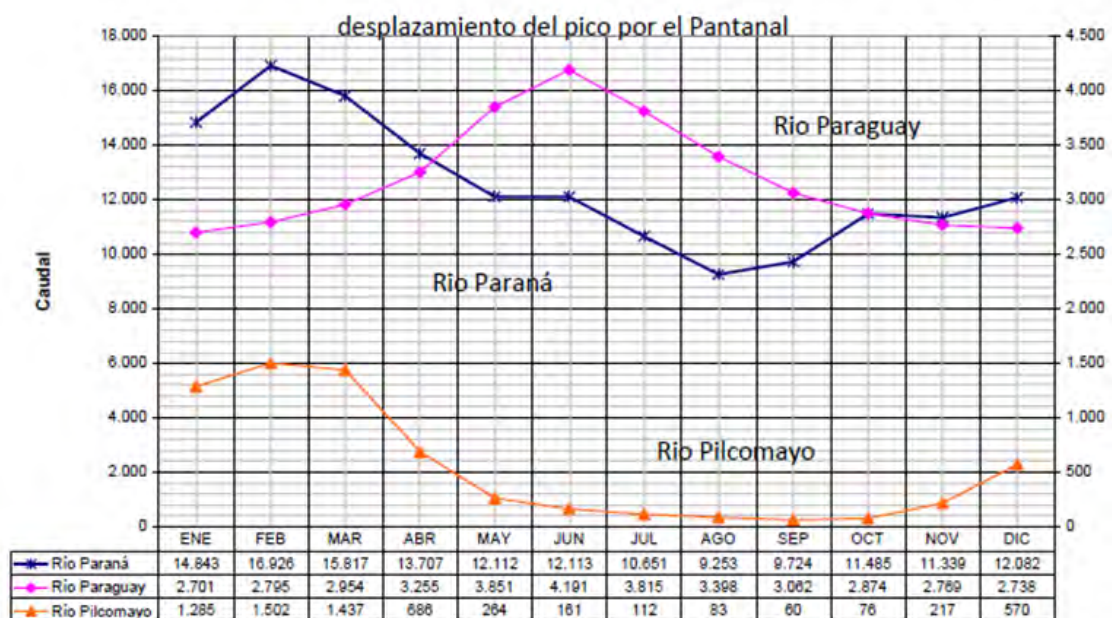
Se observa que la crecida del río Pilcomayo presenta un comportamiento similar a la crecida del río Paraná, mientras que el río Paraguay tiene un desplazamiento por efecto del Pantanal (Cuenca Alto Paraguay). En el río Paraguay, el régimen es más uniforme en la distribución de caudales en el año, con un máximo relativo al inicio del invierno, lo que evidencia la influencia del Pantanal como regulador y retardador de crecidas (CIC, 2017).

Figura 5.2.2.2.b

Caudal medio anual de los ríos Paraná y Paraguay (m^3/s) – periodo 1902-2002

Fuente: CEPAL (2014).

Figura 5.2.2.2.c

Caudales medios mensuales de los ríos Paraná, Paraguay y Pilcomayo (m^3/s)

Fuente: CEPAL (2014).

En cuanto a la variación del nivel del río Paraguay, en la **Tabla 5.2.2.2.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

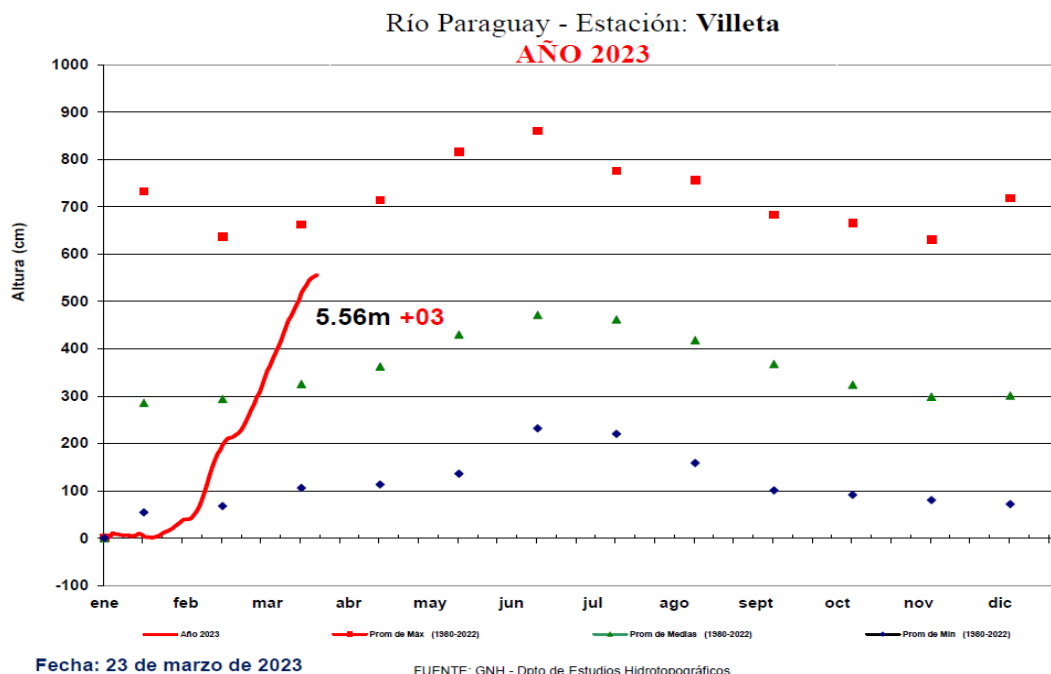
Fechas	Asunción	Villeta	Alberdi	Pilar
	Cotas de alerta (metros)			
	4.50	5.50	6.00	6.00
	Alturas observadas en marzo (metros)			
8/3/79	3.90	3.93	S/D	5.09
8/3/80	3.09	3.17	S/D	5.48
8/3/82	3.25	3.23	S/D	4.71
8/3/83	6.31	6.46	S/D	8.05
8/3/88	2.77	2.62	S/D	3.79
8/3/08	3.82	3.92	3.90	4.88
8/3/09	1.54	1.52	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 All 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).

Figura 5.2.2.2.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.

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 mostrados 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
Agropecuaria	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 Pikyrasy 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 Surubí 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 m³/s. Considerando que para todos los datos haya sido aplicada esa misma unidad de caudal captación continua (m³/s), se observa que del caudal total de agua extraída, cerca del 53% corresponde a fuente subterránea (caudal de extracción de 15,069 m³/s); 28.61% fuente

superficial (caudal de extracción de 8,126 m³/s) y 18.31% (caudal de extracción de 5,199 m³/s) 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 m³/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 m³/s); usos agropecuarios (incluyendo arroceros) con extracción de 29.25% (caudal de extracción de 3,898 m³/s); y estaciones de servicios y lavaderos correspondientes al 10.39% (caudal de extracción de 1,385 m³/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 m³/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 m³/s y en caso que la unidad de caudal de extracción sea m³/h, el total extraído por las actividades del Distrito de Villeta (período 2010-2014) correspondería a 3.70 m³/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 m³/h (0.05 m³/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.

Tabla 5.2.2.3.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 hªa, 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

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

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.

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 VILLET/COPIADIN 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

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 m³/h y 96.88 m³/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.

	
<p>Foto 05: Complejo Industrial Fertimax y varias embarcaciones atracadas en proximidad, en el río Paraguay.</p>	<p>Foto 06: Embarcaciones ubicadas entre el Amarradero Surubi'y y el Puerto Custodia en el río Paraguay.</p>
	
<p>Foto 07: Punto de captación futura de agua del río Paraguay para el proyecto Omega Green.</p>	<p>Foto 08: Amarradero de pequeñas embarcaciones en la localidad de Santa Rosa de Lima.</p>
	
<p>Foto 09: Campamento improvisado en la localidad de Puerto Alegre, entre Puerto Santa Rosa y el punto previsto para la captación de Omega Green.</p>	<p>Foto 10: Campamento improvisado localizado aguas abajo del Amarradero Surubi'y, posiblemente utilizado por pescadores.</p>

	
<p>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.</p>	<p>Foto 12: Mismo canal que la foto anterior con vista aguas arriba.</p>
	
<p>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.</p>	<p>Foto 14: Vista del punto de bombeo de agua en el río Paraguay, ubicado cerca de la desembocadura del arroyo Zanja Mercedes.</p>
	
<p>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.</p>	<p>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.</p>

De lo expuesto, se considera que las aguas del tramo del río Paraguay en el AI 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 Surubí 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 AI son limitados, a excepción del río Paraguay.

5.2.2.3

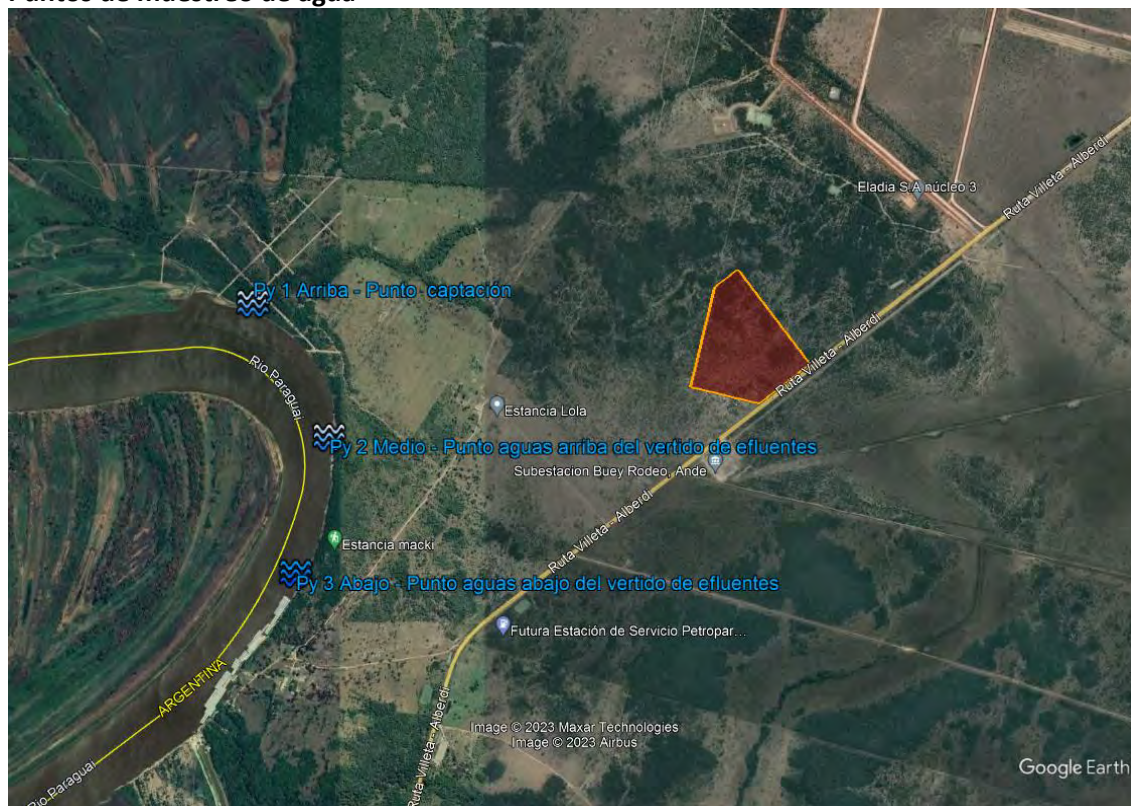
Calidad del Agua Superficial

Para la caracterización de la calidad del agua superficial en el AI 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 N° 222/2022 para aguas Clase 2 (Art. 3°). En C2 (junio/2023), los valores de ambos parámetros (coliformes fecales y totales) disminuyeron y no hubo incumplimiento a la Resolución N° 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 AI

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
DBO ₅ , 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 AI

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 AI

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>

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 calor¹ 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 (ESTEVEZ, 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 cumplimiento 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/>

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 N° 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 N° 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 DBO₅, 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 N° 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
<i>Escherichia coli</i>	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

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**.

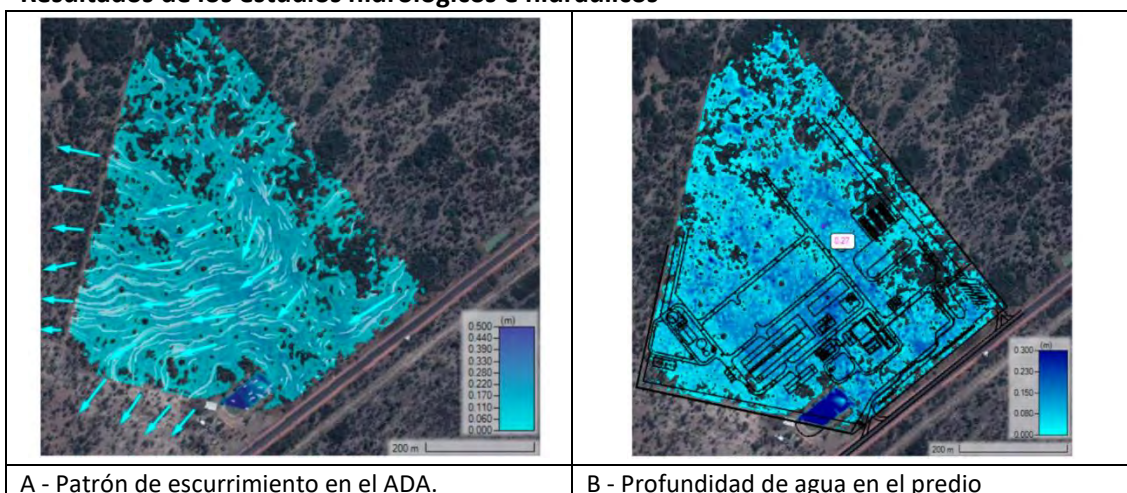
Conforme a los resultados, se verificó que el predio presenta un drenaje alterado motivado por la presencia de canalizaciones utilizadas para plantaciones de arroz y la presencia de obras de arte de la ruta Villeta-Alberdi, las cuales conducen el agua fuera del predio. Asimismo, se destaca el efecto dique de la ruta que actúa como una barrera ante el paso del agua hacia la propiedad de ATOME.

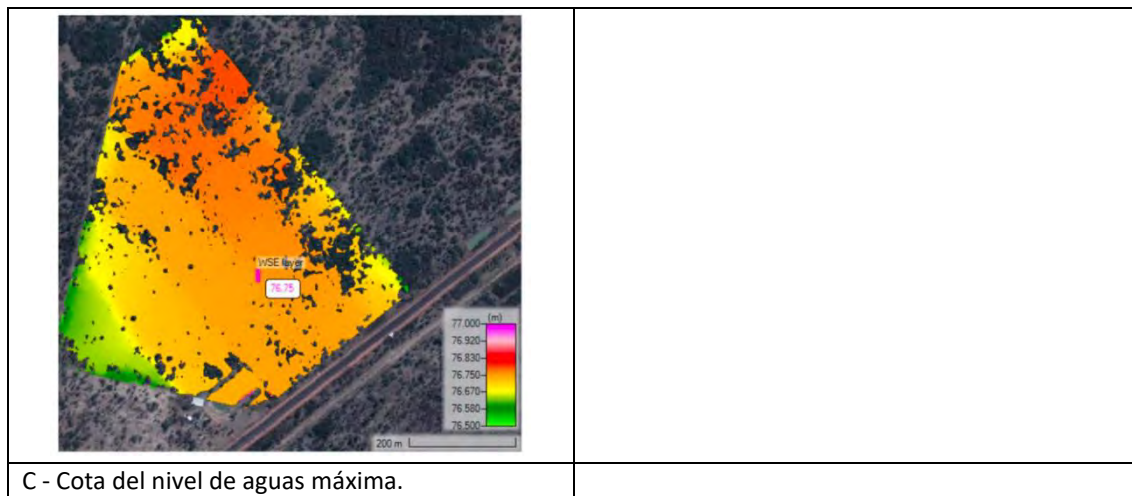
En ese sentido, las principales características encontradas se resumen a continuación:

- 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).

Figura 5.2.2.4

Resultados de los estudios hidrológicos e hidráulicos





Fuente: Informe en el **Anexo 3**.

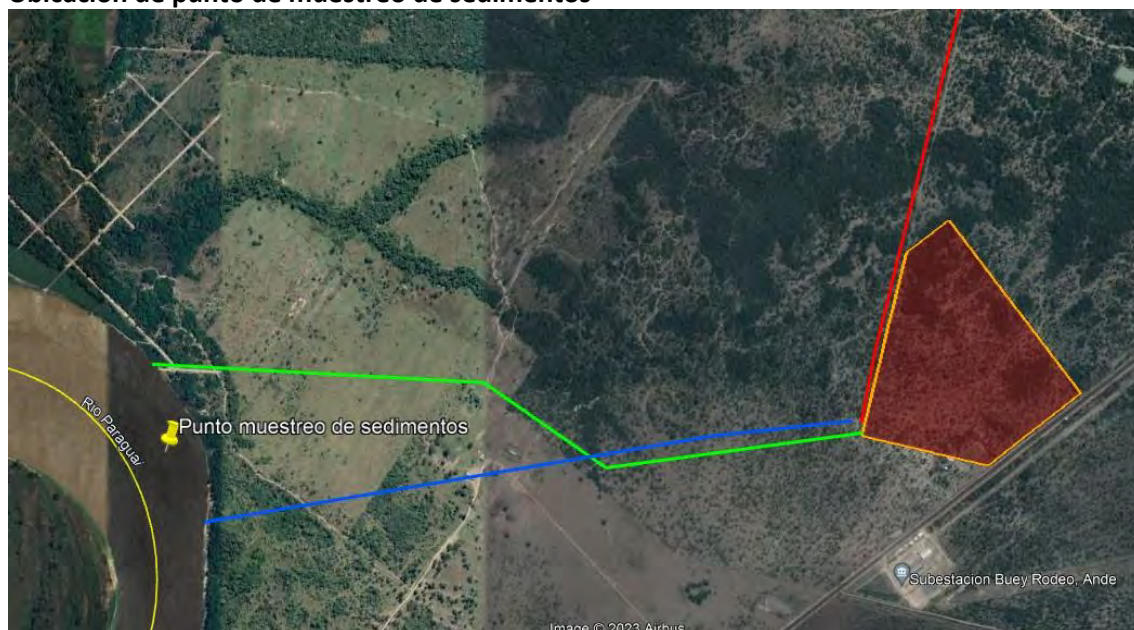
5.2.2.5

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.



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.

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.

Tabla 5.2.2.5.a
Resultados de los análisis de calidad de la muestra de sedimentos

Parámetro	Método	Unidad	Resultado	CCME		BC MOE	
				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	-	-

5.2.3

Geología y Geotecnia

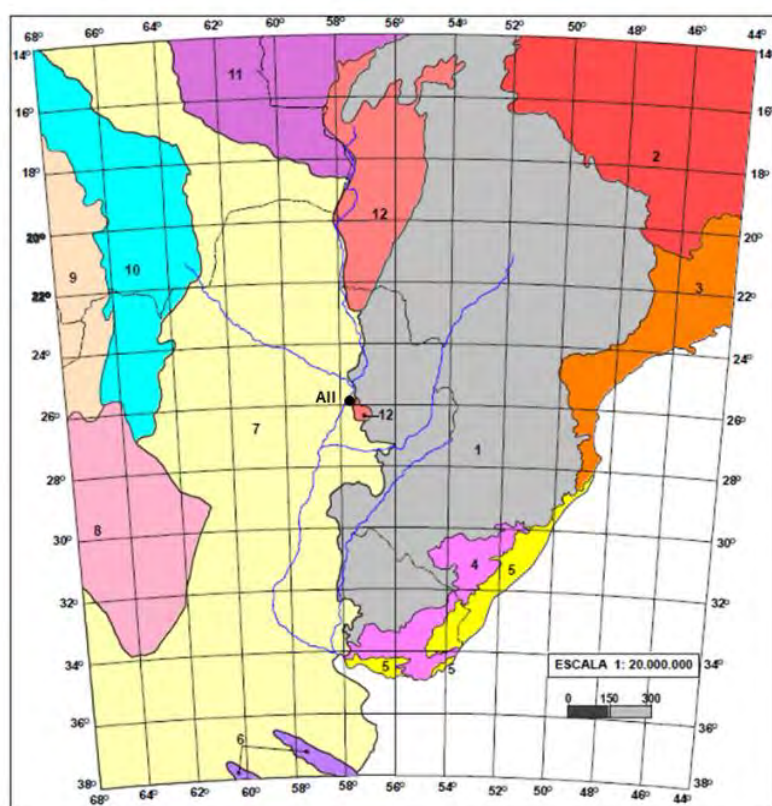
5.2.3.1

Geología

El All 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



- | | | |
|--|---|---|
| 1 - CUENCA DEL PARANÁ
BACIA DO PARANÁ | 7 - CUENCA CHACO-PAMPEANA
BACIA CHACO-PAMPEANA | <p>● All aproximada</p> <p>— LIMITE INTERNACIONAL</p> <p>— RÍOS</p> |
| 2 - BRASÍLIA - SÃO FRANCISCO
BRASÍLIA - SÃO FRANCISCO | 8 - SIERRAS PAMPEANAS
SERRAS PAMPEANAS | |
| 3 - ATLÁNTICA
ATLÂNTICA | 9 - LA PUNA
LA PUNA | |
| 4 - URUGUAYO - SUR-RIOGRANDENSE
URUGUAIO - SUL-RIOGRANDENSE | 10 - CORDILLERA ORIENTAL
CORDILHEIRA ORIENTAL | |
| 5 - LAGUNA DOS PATOS - SANTA LUCÍA
LAGUNA DOS PATOS - SANTA LUZIA | 11 - GUAPORÉ
GUAPORÉ | |
| 6 - TANDYLIA Y LA VENTANA
TANDYLIA E LA VENTANA | 12 - PARAGUAY Y TEBICUARY
PARAGUAI E TEBICUARY | |

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-Eotriásico), 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 - Paraguairí (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 de la 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.

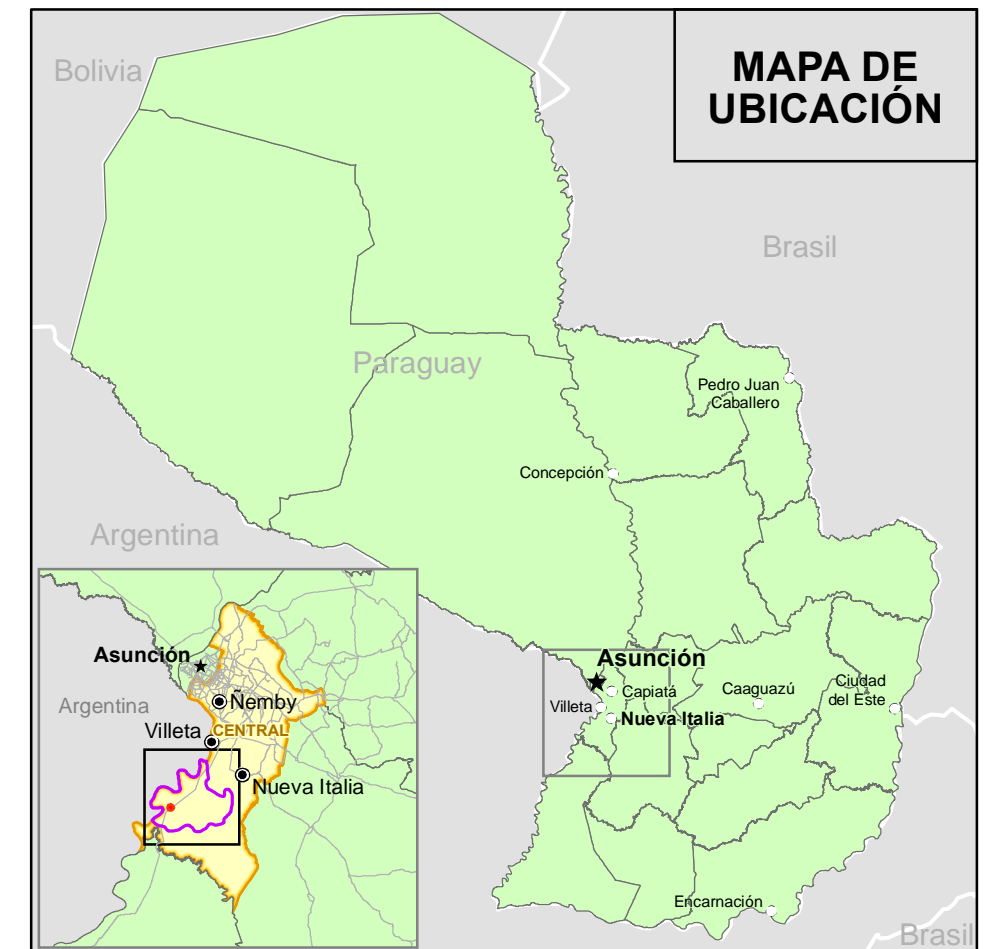
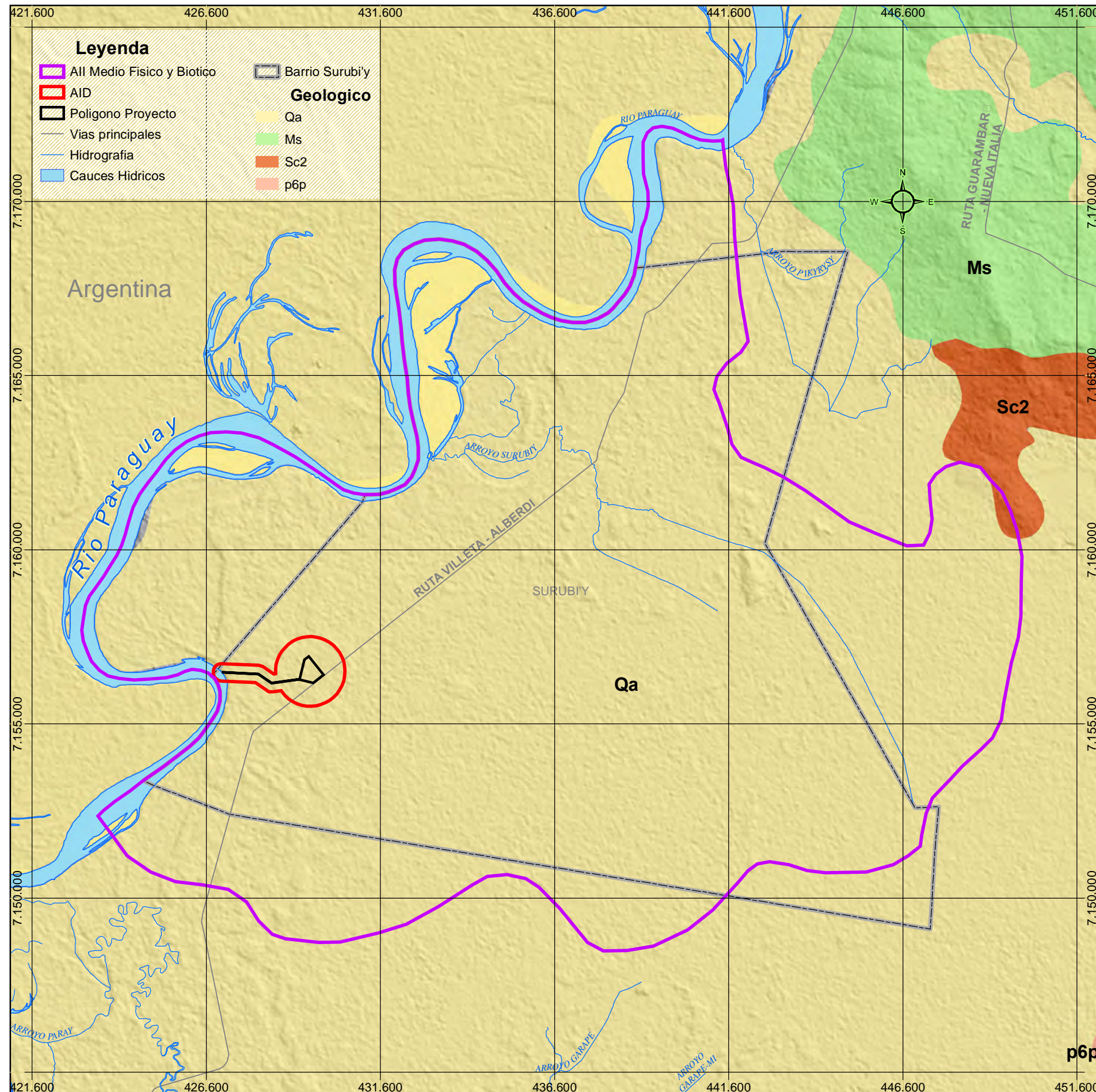
Grupo Caacupé

El Grupo Caacupé se describe como compuesto por la Formación Paraguairí y las formaciones indiferenciadas Cerro Jhu y Tobatí (PROYECTO PAR 86; BARTEL *et al.*, 1996). La Formación Paraguairí 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

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.



Carátula Jurídica Legal

Proponente: ATOME PARAGUAY S.A.
Lugar: Puerto Sara
Localidad: Central - Villeta
Distrito: Villita
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.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.

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.

	
<p>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.</p>	<p>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 Udifluent.</p>
	
<p>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.</p>	<p>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.</p>

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,

siendo opción por la disponibilidad más cercana los ripios explotados a noroeste del All, 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.

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 Surubí'y, así como en el borde del río Paraguay, algunos resultandos 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**).

	
<p>Foto 06: Procesos erosivos cerca del borde del Arroyo Zanja Mercedes.</p>	<p>Foto 07: Tubificaciones y otros procesos erosivos en el margen del río Paraguay en un tramo con implantación de movimiento de tierras.</p>

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.	<ul style="list-style-type: none"> • 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.

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 al.*, 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.

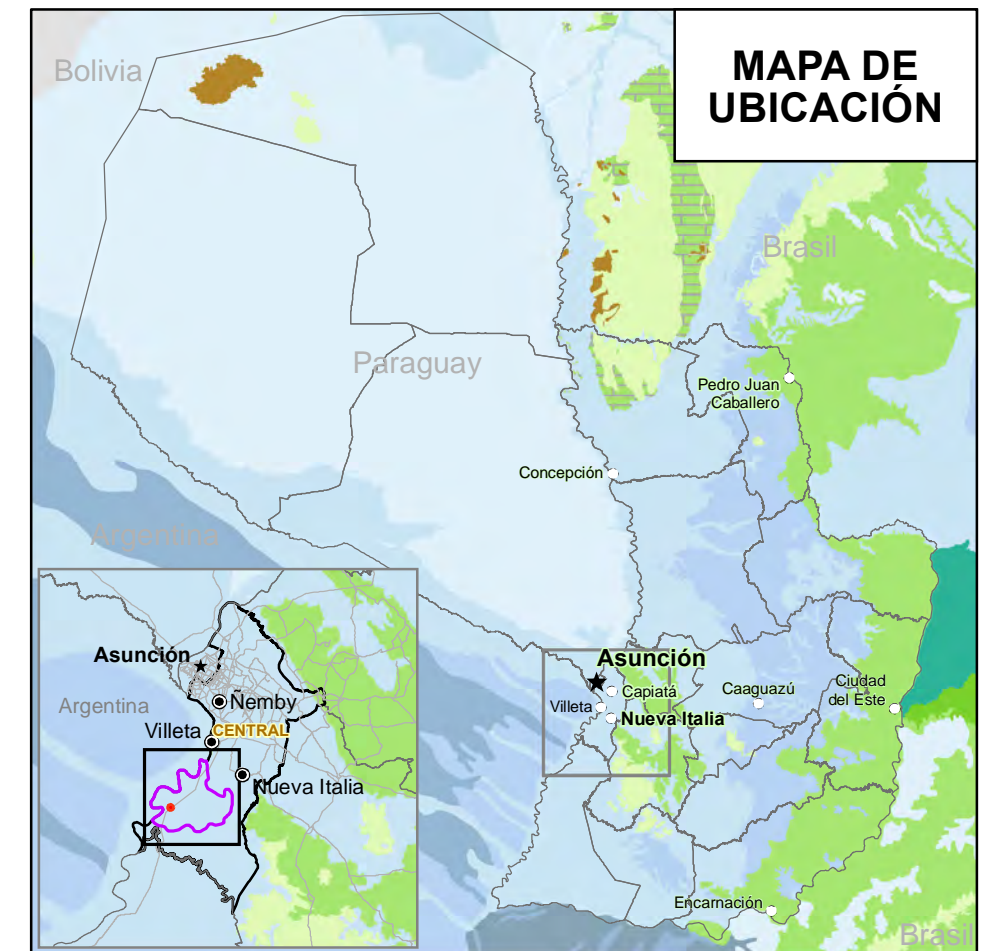
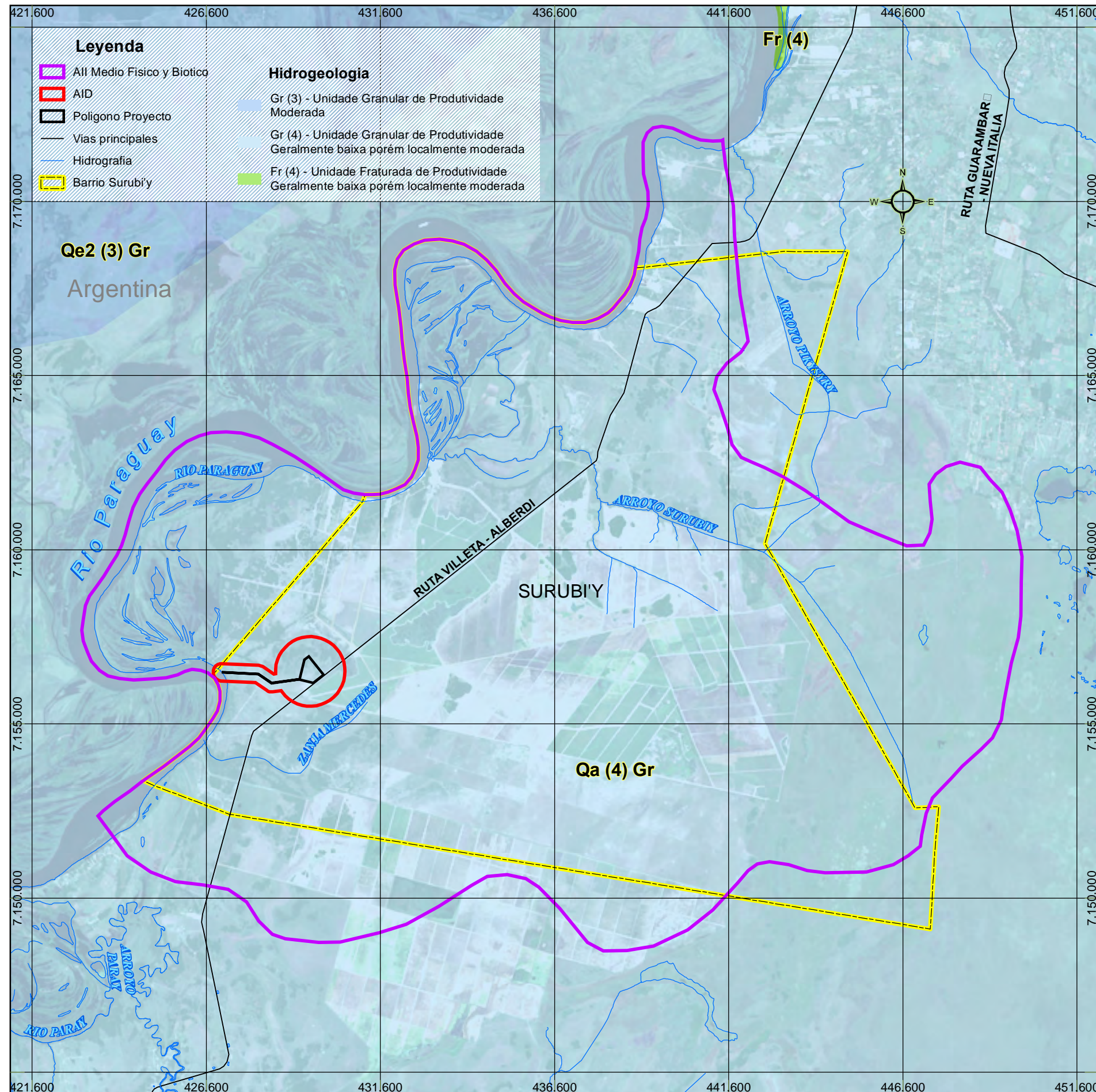
En cuanto a la salinidad del agua subterránea en la región, considerando los valores de la conductividad eléctrica de las muestras analizadas, que representan una aproximación del contenido total de sales disueltas, el AII se ubica en el rango de 500 – 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (DINIZ *et al.*, 2015). 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.



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: 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 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	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.

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 N° 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 SO ₄ ⁻²	3 mg/L SO ₄ ⁻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

Tabla 5.2.4.a
Análisis de calidad del agua subterránea

Parámetro	Valor de referencia (1)	Resultado
Dureza cálcica	300 mg/L CaCO ₃	102 mg/L CaCO ₃
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 N° 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, 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 N° 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).

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

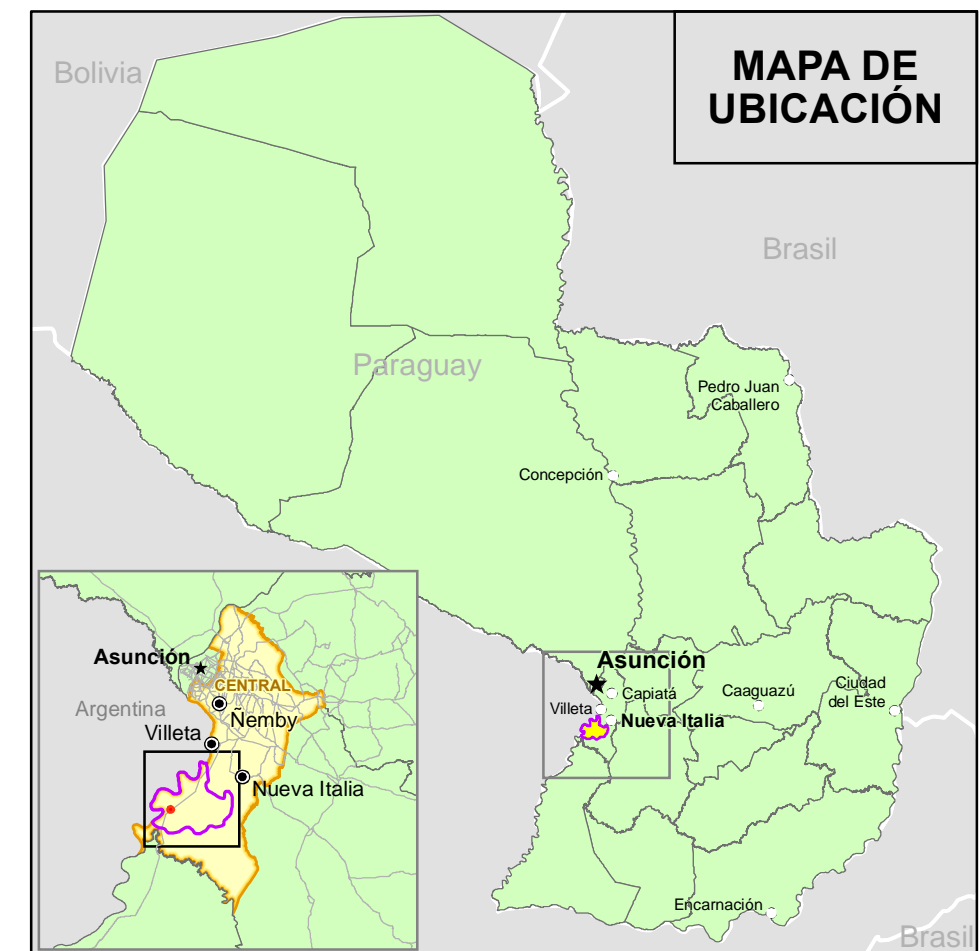
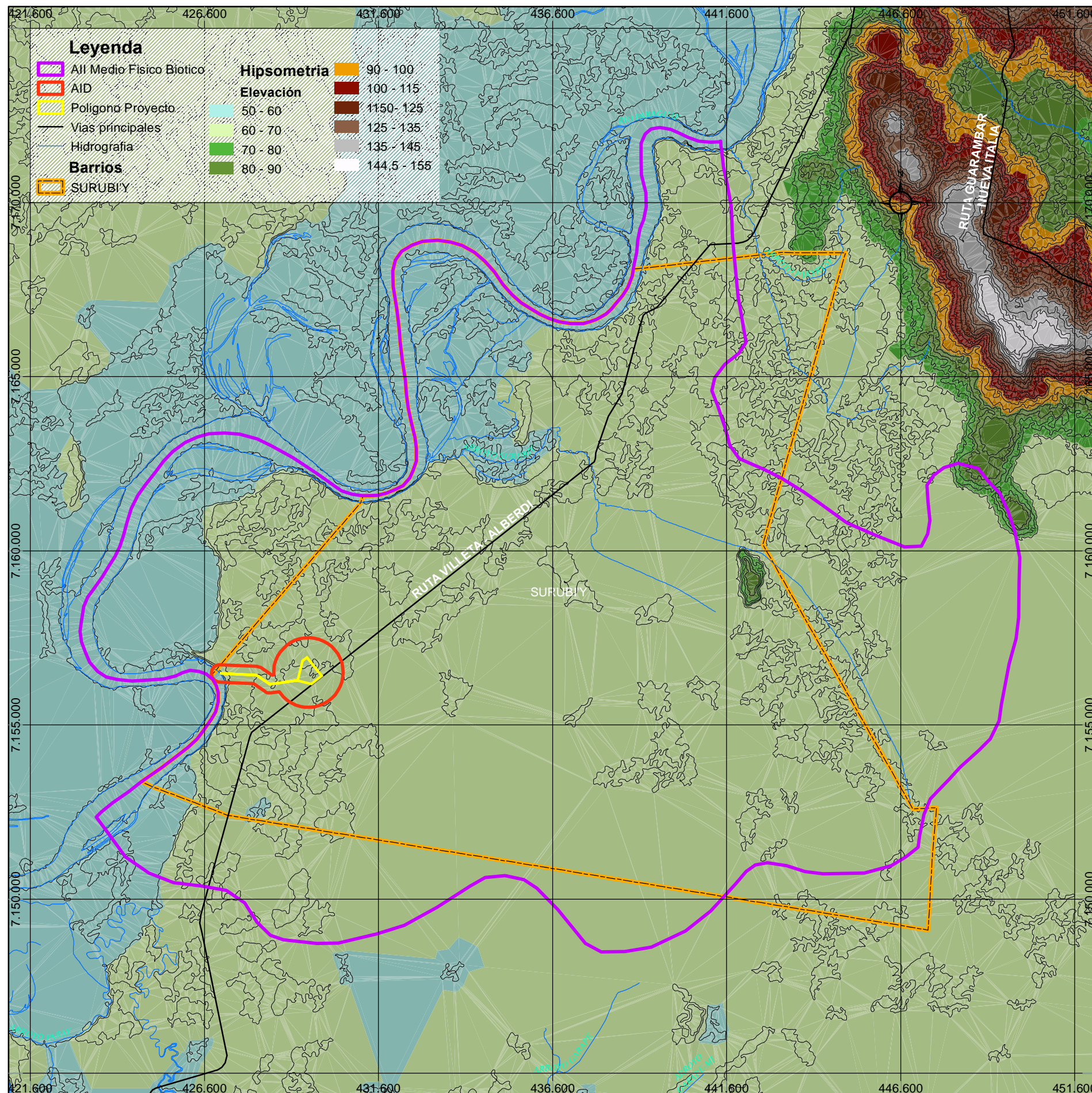
Unidades Fisiográficas	Características Generales
Cerros	Cuerpos aislados tipo Inselberg, que sobresalen sobre superficies aplanadas; son de forma cónica o truncada. Los tipos de litologías predominantes son: alcalinas, areniscas, granitos y basaltos. Normalmente están cubiertos de vegetación arbórea, 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	<u>Llanuras Altas</u> : 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.
	<u>Llanuras Bajas</u> : 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.
	<u>Llanuras de Inundación</u> : 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

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 Jurídica Legal

Proponente: ATOME PARAGUAY S.A.
Lugar: Puerto Sara
Localidad: Central - Villeta
Distrito: Villeta
Padrón: 16490

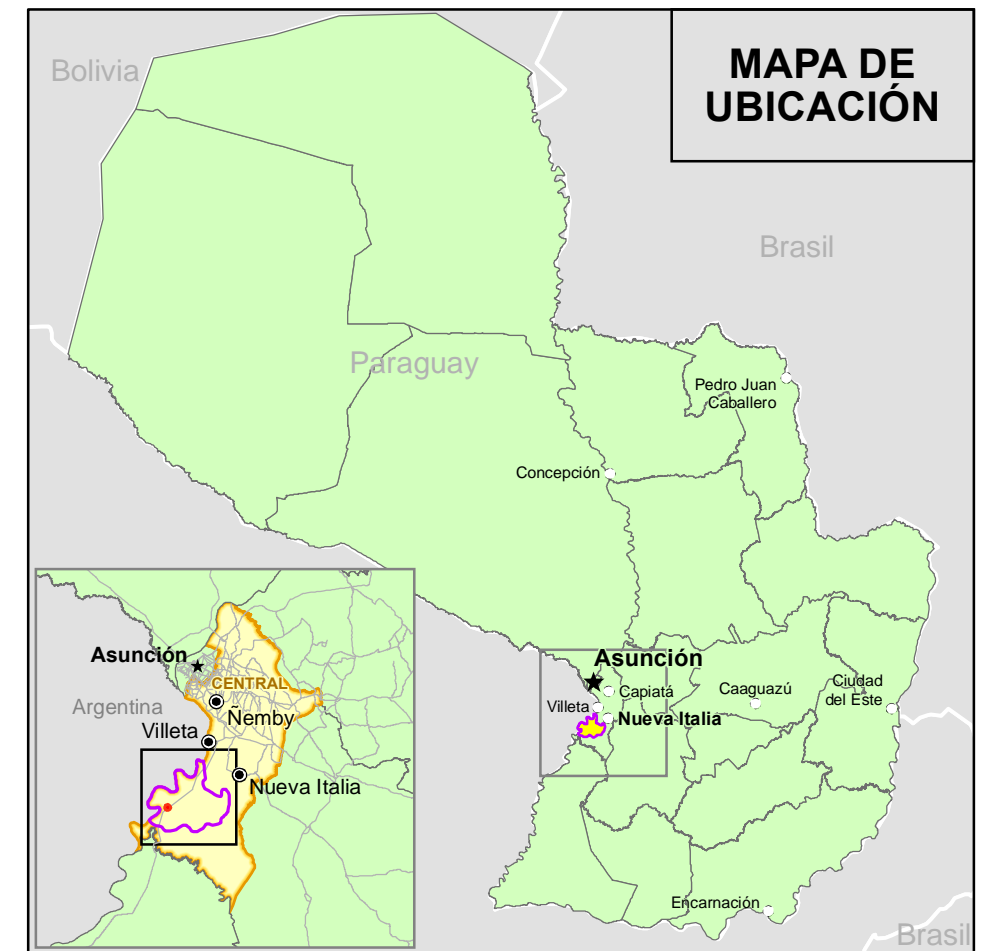
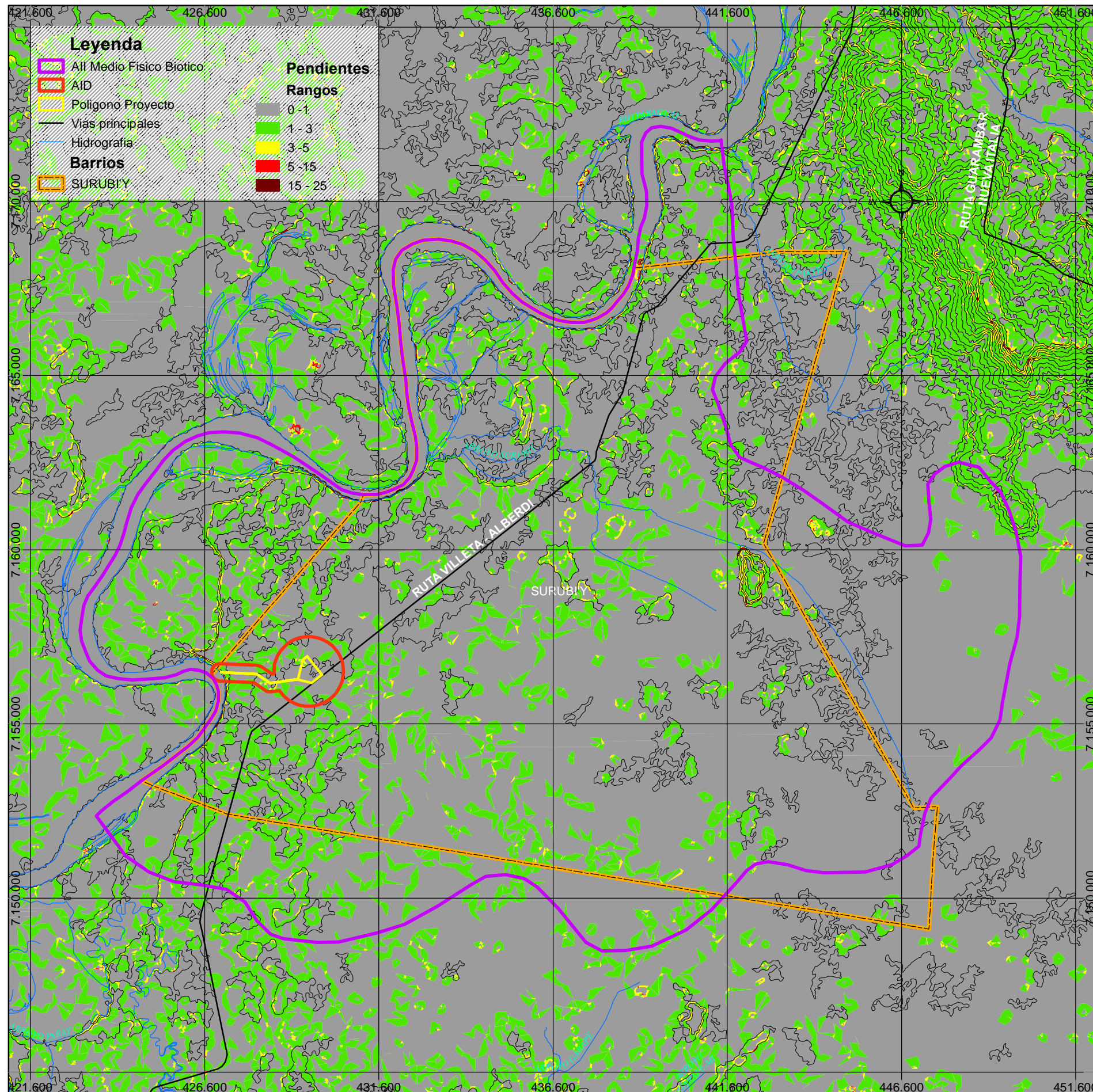
Superficie Total: 30 ha
Superficie a construir: 20 ha
Elaboración: ATOME PARAGUAY S.A.
Fecha de Impresión: 25/10/2023

Fuente Cartográfica

Proponente, DGEEC 2012
2023

Parámetros Cartográficos

Proyección UTM
Elipsoide WGS 84
Zona 21 J
Escala 1:125.000



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: 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 Surubí'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 Surubí'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.

	
<p>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.</p>	<p>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.</p>

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**).

	
<p>Foto 03: Relieve de llanuras de inundación, visto desde la vía de acceso al Club de Pesca Guyrati/Ypeka'e, al suroeste de AII.</p>	<p>Foto 04: Relieve de llanuras de inundación, visto a partir del río Paraguay, aguas abajo del Puerto Londrina.</p>

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 Udifluent y Aquic Udifluent, 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 All y que tiene continuidad más allá los límites de la All, 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 All en el Distrito de Nueva Italia, conformados por areniscas del Grupo Caacupé, cubiertos por Ultissolos.

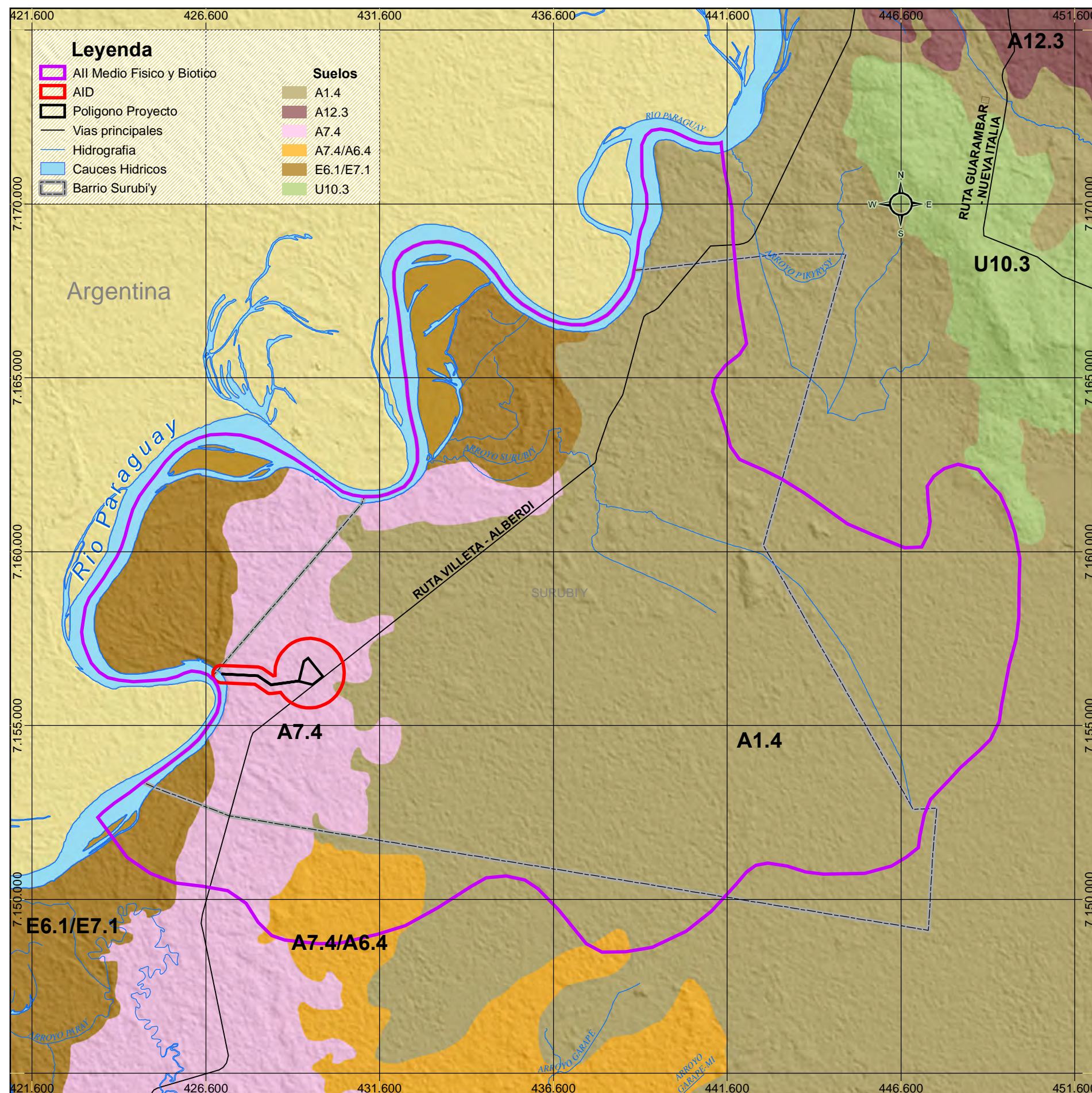
5.2.6 **Suelos**

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).



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: 25/10/2023

Fuente Cartográfica

Proponente, DGEEC 2012
Fuente: 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
Consortiación	A1.4 Lls/A6n	Alfisol	Albaqualf	Typic	Arcillosa fina	Llanura	Sed. Aluv.	0-3	Inundado	Nula
Consortiación	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
Consortiación	U10.3 La/B2n	Ultisols	Paleudult	Rhodic	Francosa fina	Lomada	Aren.	3-8	Bueno	Nula

Fuente: LOPEZ-GOROSTIAGA *et al.*, 1995.

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 16cmol/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.

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 All 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 Surubí y hasta el norte del All, 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 All está asociado con el Typic Albaqualf (A3.4/A1.4).





	
<p>Foto 01: Typic Albaqualf en llanuras inundables, cerca del taller de la arrocería Eladia S.A.</p>	<p>Foto 02: Exposición adyacente al Arroyo Surubí y de Typic Natrudalf con cambio brusco de textura y horizonte gris arcilloso con estructura columnar.</p>

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.

	
<p>Foto 03: Aquic Paleudalf a orillas del río Paraguay, cerca de Puerto Londrina.</p>	<p>Foto 04: Aquic Paleudalf en el borde del río Paraguay en área de Estancia Lola.</p>
	
<p>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.</p>	<p>Foto 06: Aquic Paleudalf en el ADA, donde se puede ver en la superficie una textura arcillosa fina y señales de drenaje muy pobre.</p>

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 Udifluent (E7.1) y Aquic Udifluent (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 Udifluent 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 Udifluent 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 Udifluent a orilla del río Paraguay, cerca de la localidad de Puerto Alegre, sobre Depósitos Aluviales Sub-recientes.

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 K_i 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.

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.

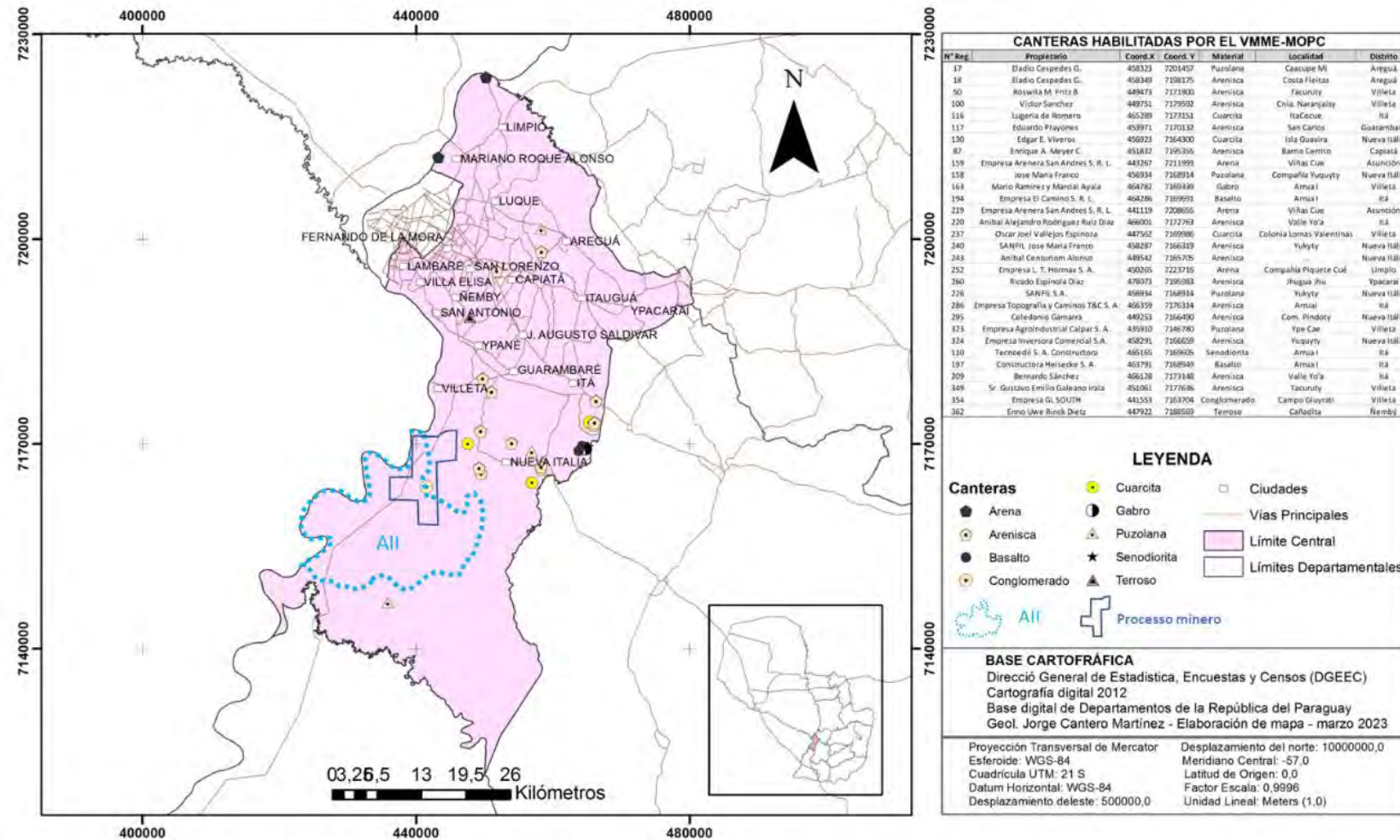
La cantera, ubicada en el límite nororiental de la AII, en la localidad denominada Campo Guyrati en Villeta, es propiedad de la empresa GL SOUTH. Se refiere a la extracción de

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).

Figura 5.2.7.a
Canteras activas e inactivas en el Departamento Central y proceso minero en AI



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.

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 N° 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.

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/m ³)	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/m ³)	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/m ³)	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/m ³)	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/m ³)	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/m ³)	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/m ³)	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/m ³)	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/m ³)	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/m ³)	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/m ³)	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/m ³)	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/m ³)	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/m ³)	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/m ³)	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/m ³)	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/m ³)	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/m ³)	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 O₃, cuyas medias adoptadas por la Resolución corresponden al periodo de 8 h, y para el NO₂, para el que se considera el periodo de 1 h.

Fuente: OMEGA GREEN, 2022.

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: NO₂; O₃; SO₂ y CO;
- Sensor infrarrojo no dispersivo (NDIR) integrado para medir el parámetro gaseoso CO₂;
- Contador óptico de partículas para medir material particulado (PM_{2.5}, PM₁₀ 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.



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	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ - 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	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ - ppm	Infrarrojo no dispersivo	0 – 5.000 ppm	1 ppm	<20 ppm
NO ₂	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ - ppb	Electroquímico	0 – 5.000 ppb	1 ppb	2 ppb
O ₃	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ - ppb	Electroquímico	0 – 2.000 ppb	1 ppb	3 ppb
SO ₂	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ - ppb	Electroquímico	0 – 10.000 ppb	1 ppb	3 ppb
PTS	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		0 – 15.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
PM _{2.5}	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Contador óptico de partículas	0 – 2.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
PM ₁₀	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Contador óptico de partículas	0 – 10.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

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 N° 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 (°C); Humedad (%); Presión atmosférica (hPa); Temperatura exterior (°C); 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 N° 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**.

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/m ³)	Media anual	15	15	5
	Media 24 h	30	30	15
MP ₁₀ (µg/m ³)	Media anual	-	-	15
	Media 24 h	150	150	45
O ₃ (µg/m ³)	Media 8 h	120	120	100
NO ₂ (µg/m ³)	Media anual	40	40	10
	Media 1 h	200	200	-
	Media 24 h	-	-	25
SO ₂ (µg/m ³)	Media 24 h	20	20	40
	Media 10 min	-	-	-
CO (µg/m ³)	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 CO₂, pero no existe patrones de calidad del aire para este parámetro.

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.

Tabla 5.2.8.2.d
Contaminantes Gaseosos O₃, NO₂ y SO₂

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.

Tabla 5.2.8.2.e
Contaminantes Gaseosos CO y CO₂

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 Segué (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 N°	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 serían 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 N° 6390/2020, que regula la emisión de ruidos y deroga a la Ley N° 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.

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 N° 1100/1997.

El Artículo 9º de la Ley N° 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 N° 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 residenciales debido a la presencia de personas habitando la propiedad vecina. Cabe destacar que la normativa paraguaya y las guías IFC consideran periodos 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 caso².

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**.

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	-	-

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

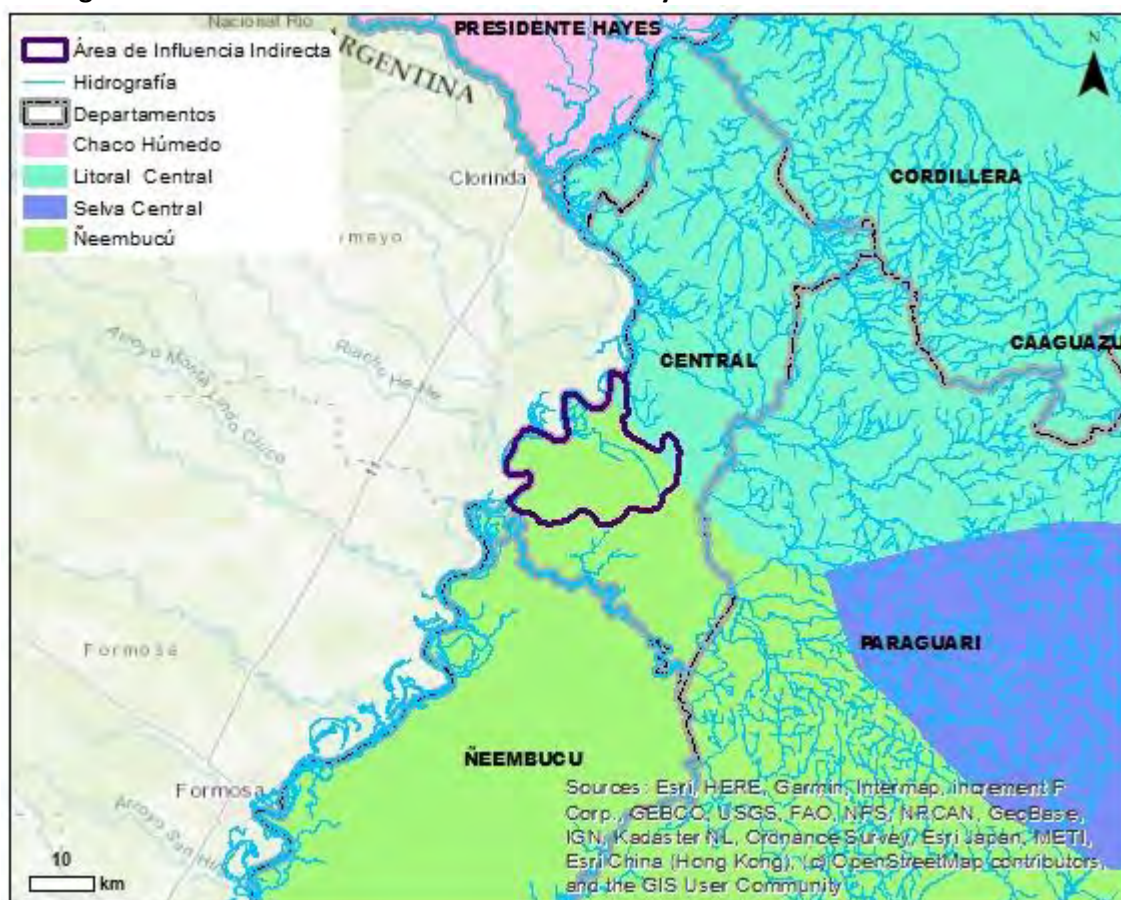
El AII se encuentra, principalmente, en el distrito de Villeta, en el Departamento Central. Según la clasificación del Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES) a través de la Resolución N° 614/2013, el AII se ubica dentro de la Ecorregión Ñeembucú (**Figura 5.3.1.1.a**), con una extensión de aproximadamente 35,700 Km², 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.

Figura 5.3.1.1.a

Ecorregiones en al Área de Influencia Indirecta del Proyecto



Fuente: Ecorregiones del Paraguay, Resolución SEAM N° 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 hirticaule*, *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 Guyratí, 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*, *Killingia 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 helminorrhiza*, *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*, *Oxycrion cubense*, *Rhynchospora corymbosa*, *Aeschynomene* sp., *Nymphoides indica*, *Nymphaea* sp., *Ludwigia* sp., *Hymenachne amplexicaulis*, *Paspalum* sp., *Eichhornia azurea*, *Heteranthera reniformis*, *Heteranthera 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 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 AI del proyecto se basó en los Mapas Anuales de Cobertura y Uso del Suelo en Chaco producidos por el Proyecto MapBiomias Chaco - Colección 3.0³, 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 Americano⁴.

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 AI 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 MapBiomias.

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%.

³ Disponible aquí : MapBiomias Chaco

⁴ Mapbiomas Chaco

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
pastizal abierto	Áreas con vegetación natural formada por plantas herbáceas con una cobertura 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 de los pastizales naturales como pasto para el ganado es muy común en la región.
áreas vegetadas no	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

Tabla 5.3.1.1.a

Cuantificación de uso y cobertura del suelo en el Área de Influencia Indirecta del proyecto

Clase	Hectáreas	%
cultivos simples	831.36	2.31
pasturas	233.82	0.65
áreas no vegetadas	133.13	0.37
Cuerpos de Agua	1,560.80	4.34
Total	35,995.82	100.00

Basado en Proyecto MapBiomás 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: [MapBiomás 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 resolución⁵, comparándose los patrones de las imágenes con lo que se observó en los muestreos de campo.

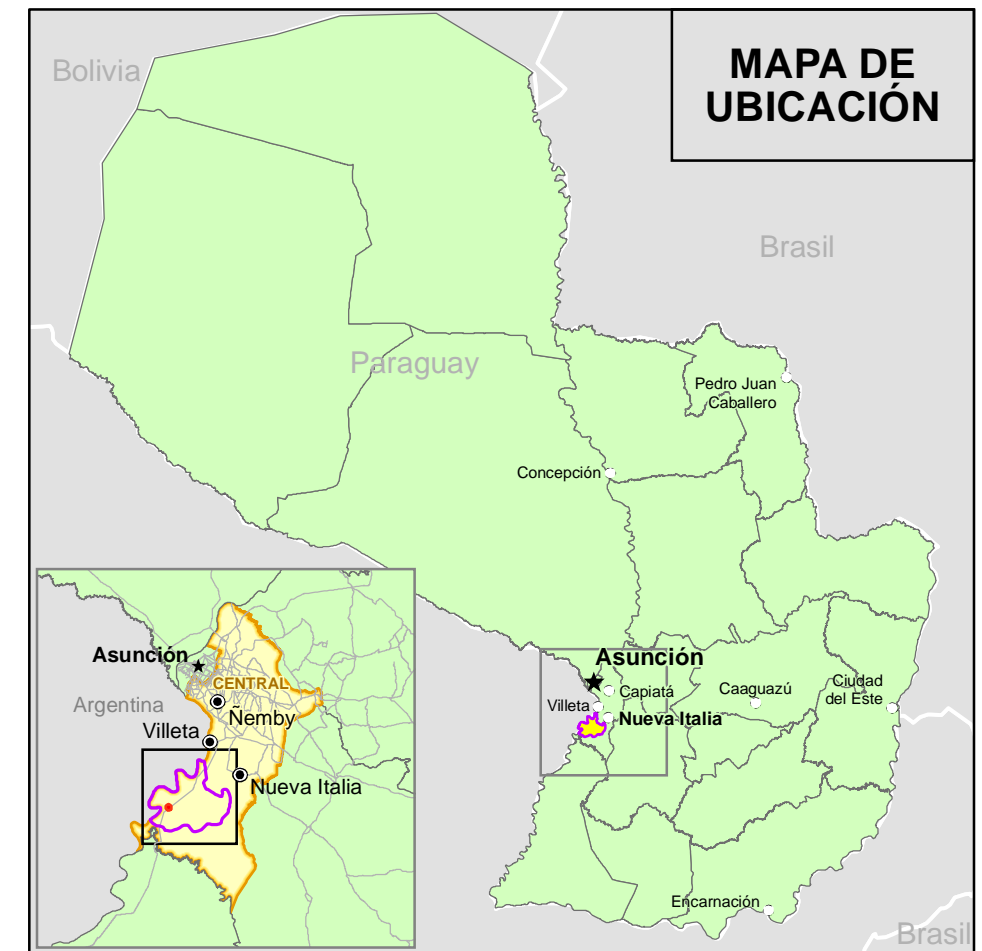
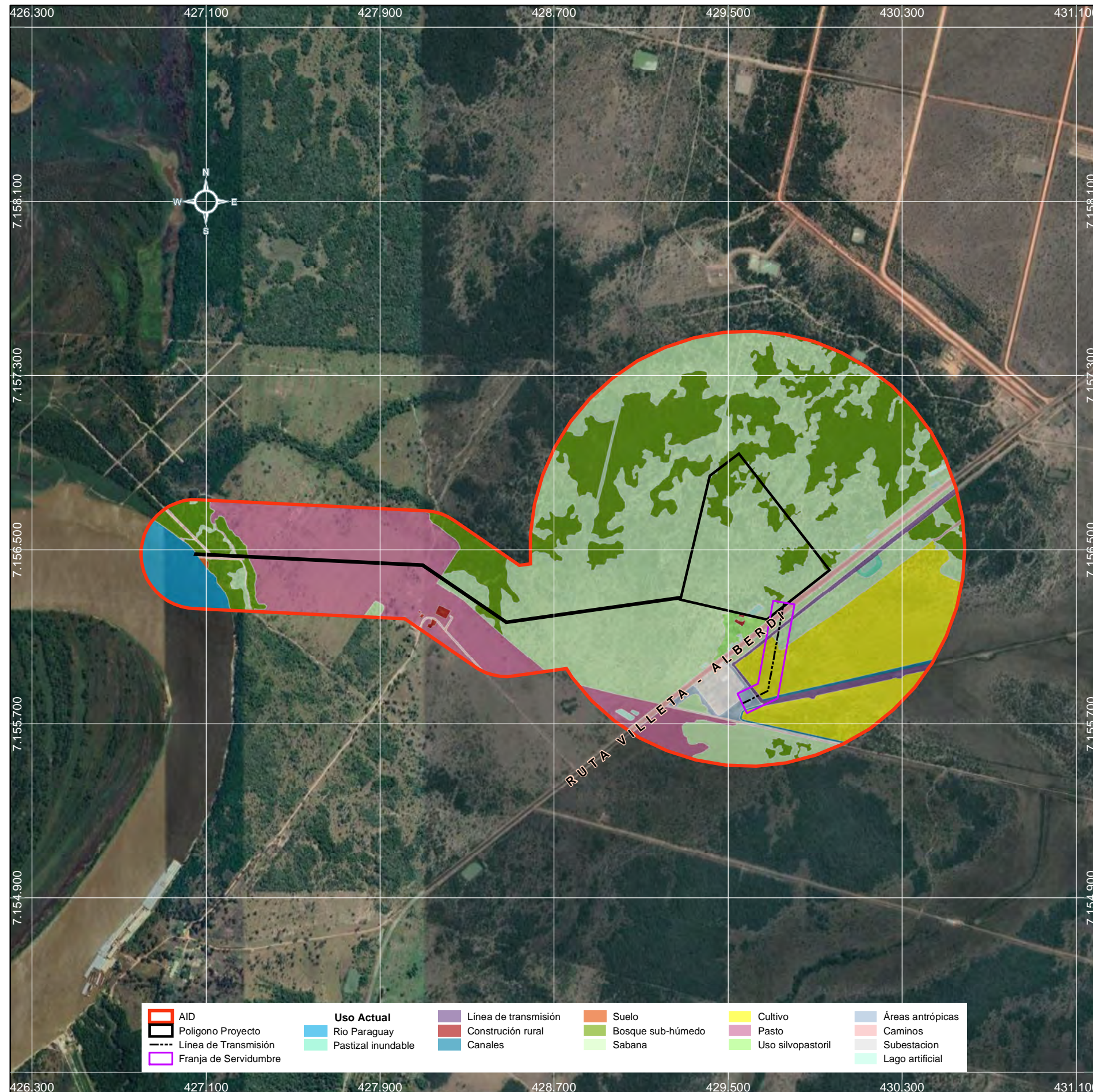
La cobertura vegetal nativa es predominante en el AID (65.25%) y está representada principalmente por Sabana hidromórfica, ocupando 42.89% del AID. El Bosque subhúmedo semicaducifolio corresponde a 22.26% del AID.

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 cantidad 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 múltiples en el terreno), caminos asfaltados y no asfaltados, la subestación de energía y las líneas de transmisión y distribución, y pequeños lagos artificiales.

⁵ Imágenes del Google Earth, fecha 25 de noviembre de 2022.



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:	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

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 Darwinion⁶. 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.

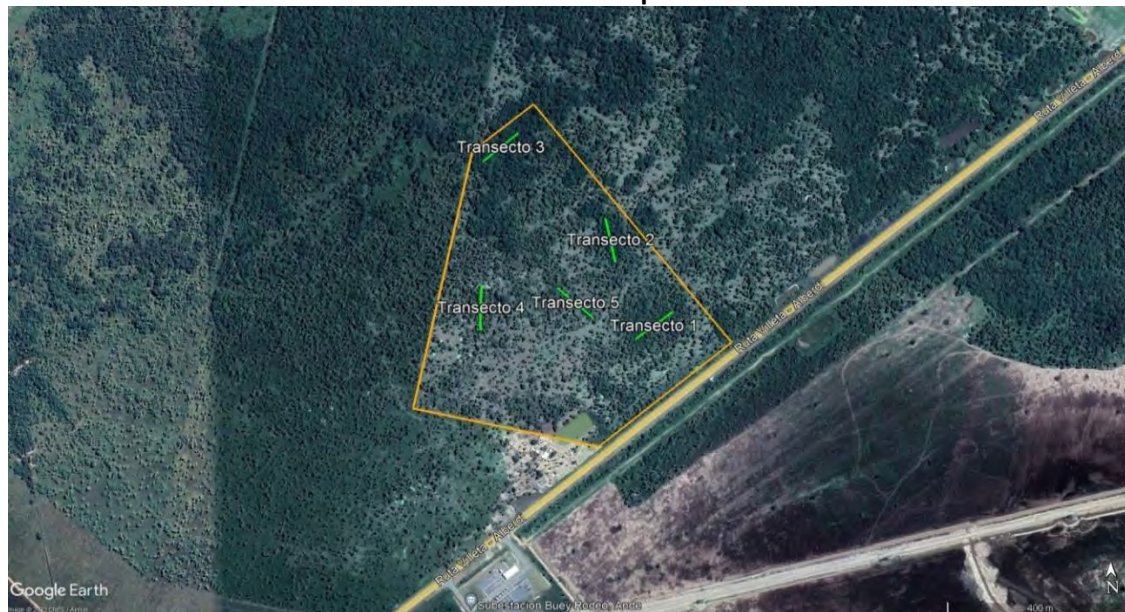
Primer relevamiento

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.

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

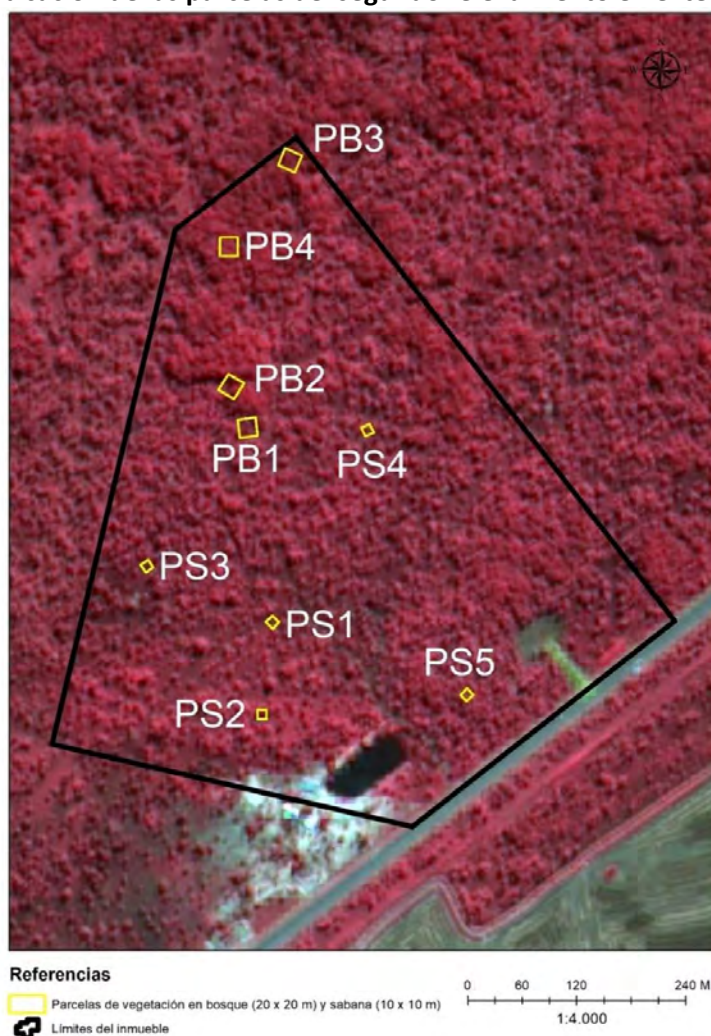




Foto 01: Medición e instalación de parcelas.



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 entre 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: $A_i = N_i / S$, donde N_i = 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: $ARI = (A_i / \sum A_i) * 100$ $i = 1...n$, 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: $FRI = n_i / \sum n_i * 100$; donde: FRI = frecuencia centesimal de la especie i, n_i = número de parcelas donde se encuentra la especie i y $\sum n_i$ = 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: $D_i = A_{bi} / S$; donde A_{bi} = área basal de la sección del fuste de la especie a 1,30 m de altura (m^2) y S = superficie (ha).

La dominancia relativa (DR) de la especie i respecto de la dominancia total de la comunidad se calcula como: $DR_i = (D_i / \sum D_i) * 100$ $i = 1 \dots n$.

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 de 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*.

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 brasiliensis*, *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.



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 raro.

Parcela N° 3 (Fotos 10 y 11): interior de bosque, raro, 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*.

Estructura vertical

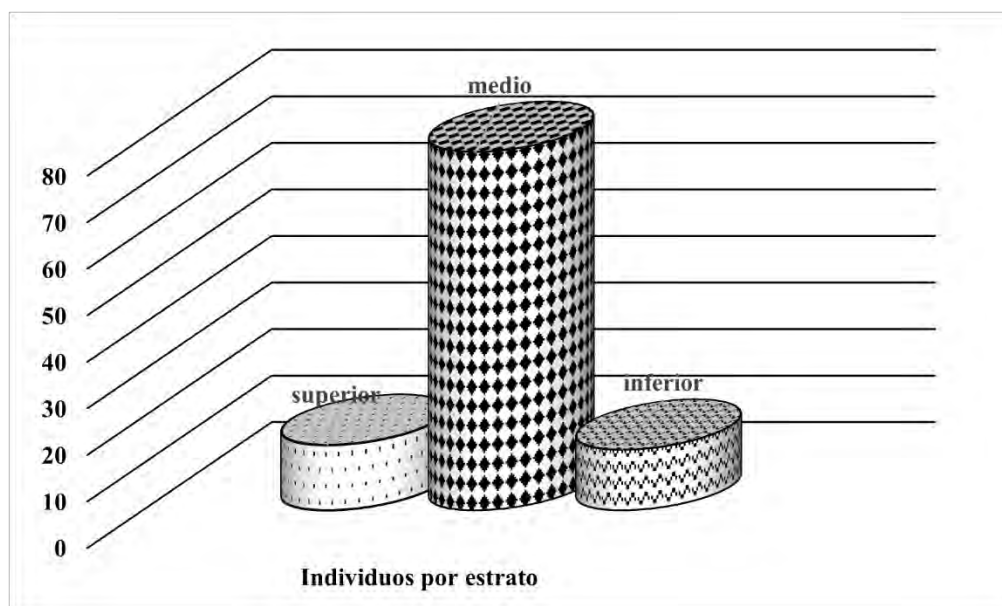
El bosque se desarrolla sobre suelos franco-arcillosos, en zonas más elevadas del terreno y sometidas a inundaciones periódicas. Se observaron cuatro estratos bien definidos, el superior en el cual se encontró el 13% de los individuos inventariados y las especies alcanzaron hasta los 15 metros de altura. 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,

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 rigida*, 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 *Copernicia 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 entrerriensis*, *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 m². 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*.

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*.

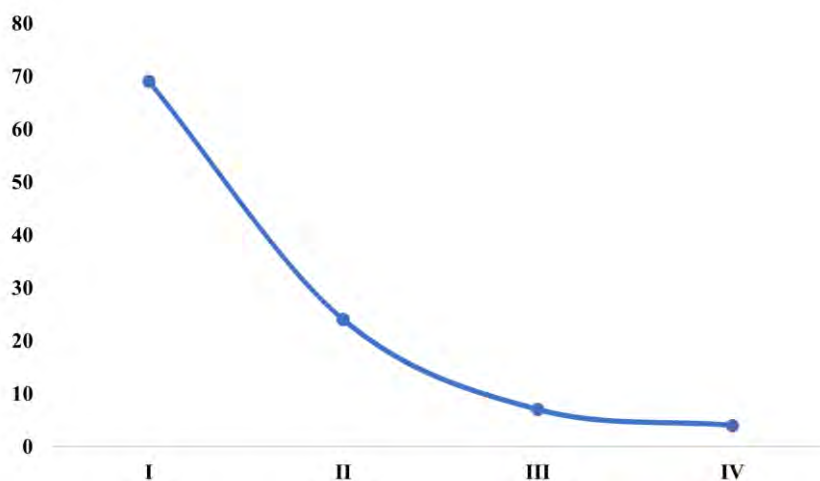
Especies amenazadas: fueron registradas dos especies amenazadas en la muestra: *Libidibia paraguariensis* y *Monteverdia ilicifolia*. Ambas con categoría de amenaza a nivel nacional según la Resolución N° 470/2019 del Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible, a nivel global *Libidibia paraguariensis* 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 enterianus* var. *enterianus*, *Eleocharis elegans*, *Hydrocotyle ranunculoides*, *Hymenachne amplexicaulis*, *Ludwigia decurrens* y *Panicum* sp.



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. *enterianus*, *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 m² cada uno y las 5 parcelas de este muestreo consideradas como muestras 3 a 7 en la curva y con 100 m² cada una, totalizando en 900 m².

La curva de acumulación de especies (**Figura 5.3.1.3.2.f**) se estabiliza entre las muestras 4 y 5, a los 700 m², 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 superficie de 43 m². 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)

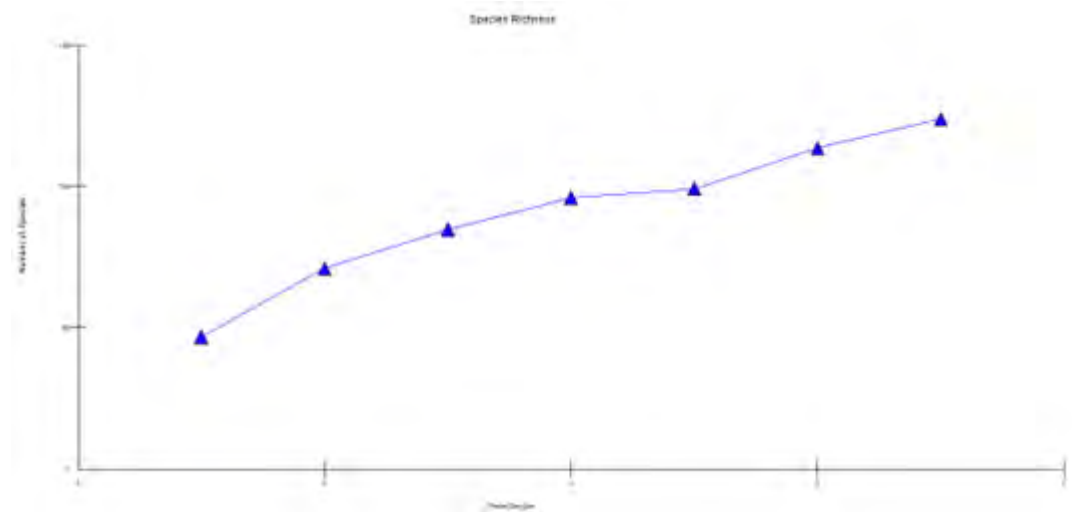
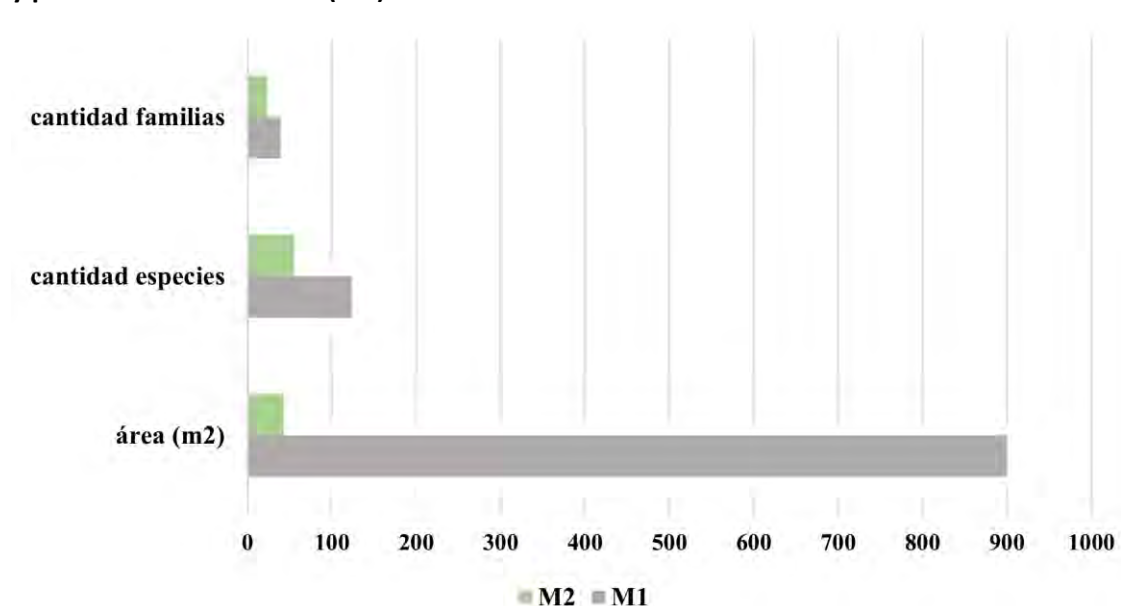


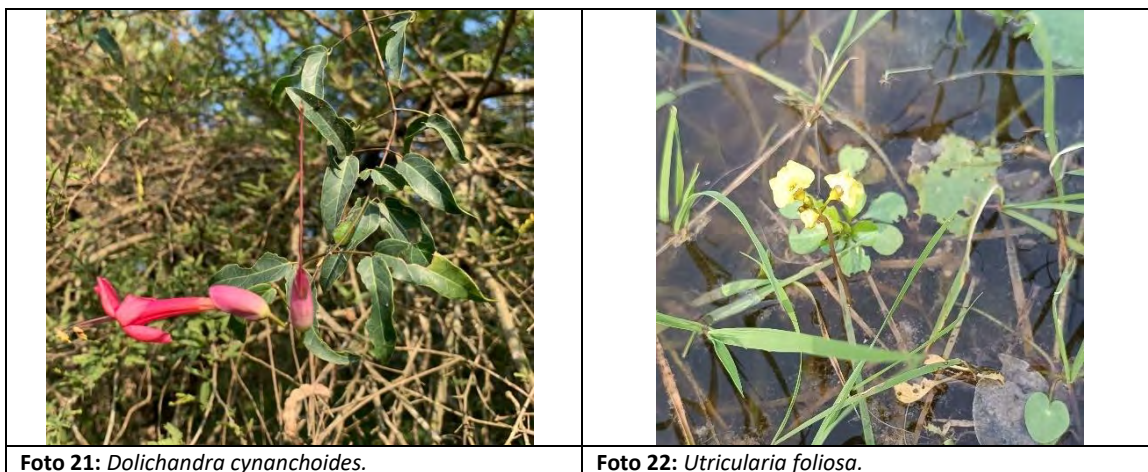
Figura 5.3.1.3.2.g

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**).



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.

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 UICN⁷, 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)
<i>Cohniella jonesiana</i> (Rchb. f.) Christenson	Orquídea	En Peligro de extinción	-
<i>Cynophalla retusa</i> (Griseb.) X. Cornejo & H.H. Iltis	Arbusto	-	Casi amenazada (NT)
<i>Libidibia paraguariensis</i> (D. Parodi) G.P. Lewis	Guayacán	En Peligro de extinción	Vulnerable (VU)
<i>Monteverdia ilicifolia</i> (Mart. ex Rissek) Biral	Kangorosa	En Peligro de extinción	-
<i>Prosopis nigra</i> (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](#).

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”.





	
<p>Foto 23: <i>Monteverdia ilicifolia</i>, en peligro de extinción.</p>	<p>Foto 24: <i>Hemionitis tomentosa</i>.</p>
	
<p>Foto 25: <i>Hydrolea spinosa</i>.</p>	<p>Foto 26: <i>Stemodia aff. Palustris</i>.</p>



Foto 27: *Solanum glaucophyllum*.



Foto 28: *Evolvulus nummularius*.



Foto 29: *Gleditsia amorphoides*.



Foto 30: *Schinopsis balansae*.



Foto 31: *Verbena litoralis*.



Foto 32: *Nymphoides indica*.

5.3.1.3.3

Mapecto 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 futuro, 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 hectáreas 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

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	%
Canal de irrigación	0.11	2.05
Cultivo	2.64	48.42
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

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 Hidrógeno y Amoníaco Verdes" 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 español⁸.

⁸ The Nature Conservancy. 2002. Un enfoque en la naturaleza: Evaluaciones ecológicas rápidas, 202 p. Arlington, Virginia, USA.

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.

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.

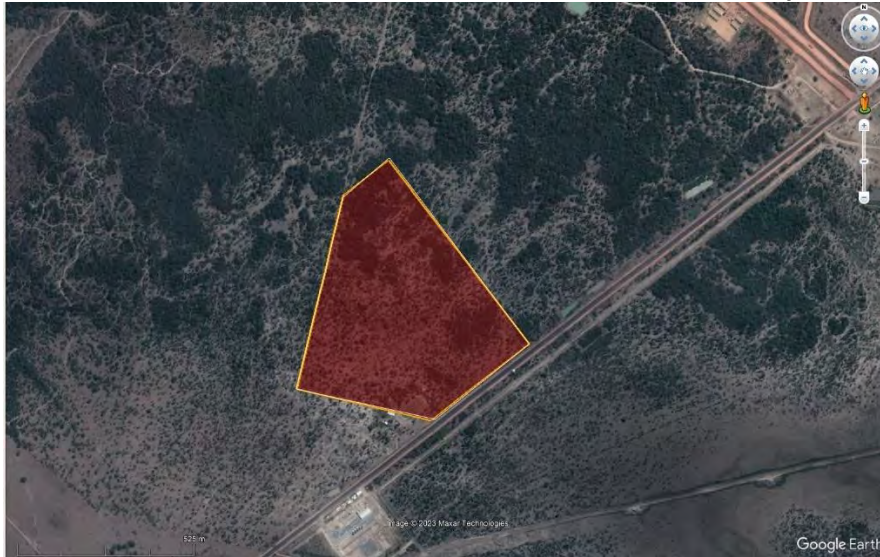
5.3.2.2

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.





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.

 <p>3 de mar. de 2023 15:36:56 21J 429763 7156323 Ruta Villeta - Alberdi Villeta Central</p>	 <p>3 de mar. de 2023 15:36:16 21J 429725 7156318 Ruta Villeta - Alberdi Villeta Central</p>
<p>Foto 01: Detalle del ambiente muestreado por el equipo de fauna.</p>	<p>Foto 02: Detalle del ambiente muestreado por el equipo de fauna.</p>
 <p>4 de mar. de 2023 10:06:36 21J 429565 7156767</p>	 <p>3 de mar. de 2023 15:29:30 21J 429585 7156180</p>
<p>Foto 03: Palmeras y pequeños árboles aislados registrados en los alrededores del Proyecto</p>	<p>Foto 04: Lago situado en parte en los terrenos del Proyecto y en parte en una propiedad vecina.</p>

	
<p>Foto 05: Ambientes inundables con presencia de palmeras y pequeños árboles aislados registrados en los alrededores del Proyecto.</p>	<p>Foto 06: Ambientes inundables con presencia de palmeras y pequeños árboles aislados registrados en los alrededores del Proyecto.</p>
	
<p>Foto 07: Ambientes inundables con presencia de palmeras y pequeños árboles aislados registrados en los alrededores del Proyecto.</p>	<p>Foto 08: Isla de vegetación con cuerpos de agua.</p>

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 & Buonghermini (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).

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**).



Foto 09: Estudio de la avifauna con binoculares.

Foto 10: Estudio de la avifauna con registros auditivos.

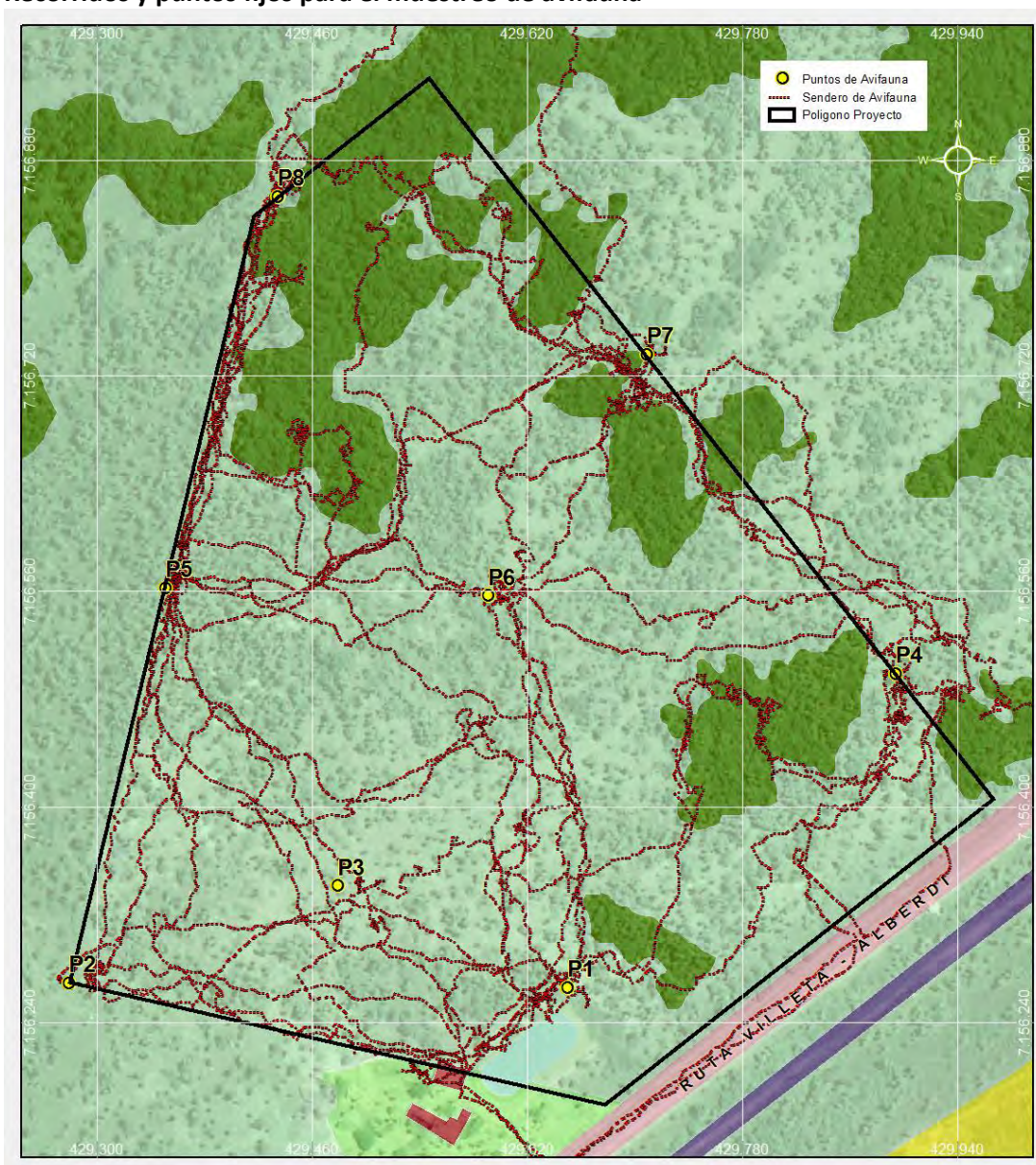
Las determinaciones de las especies fueron hechas por la experiencia y familiaridad con las aves posadas y en vuelo, con sus voces, cantos y llamadas, con sus nidos y plumas caídas. Como guía de campo se utilizó el libro de Narosky *et al.* (2022) que el especialista en aves colaboró para adaptar la 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*.

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).

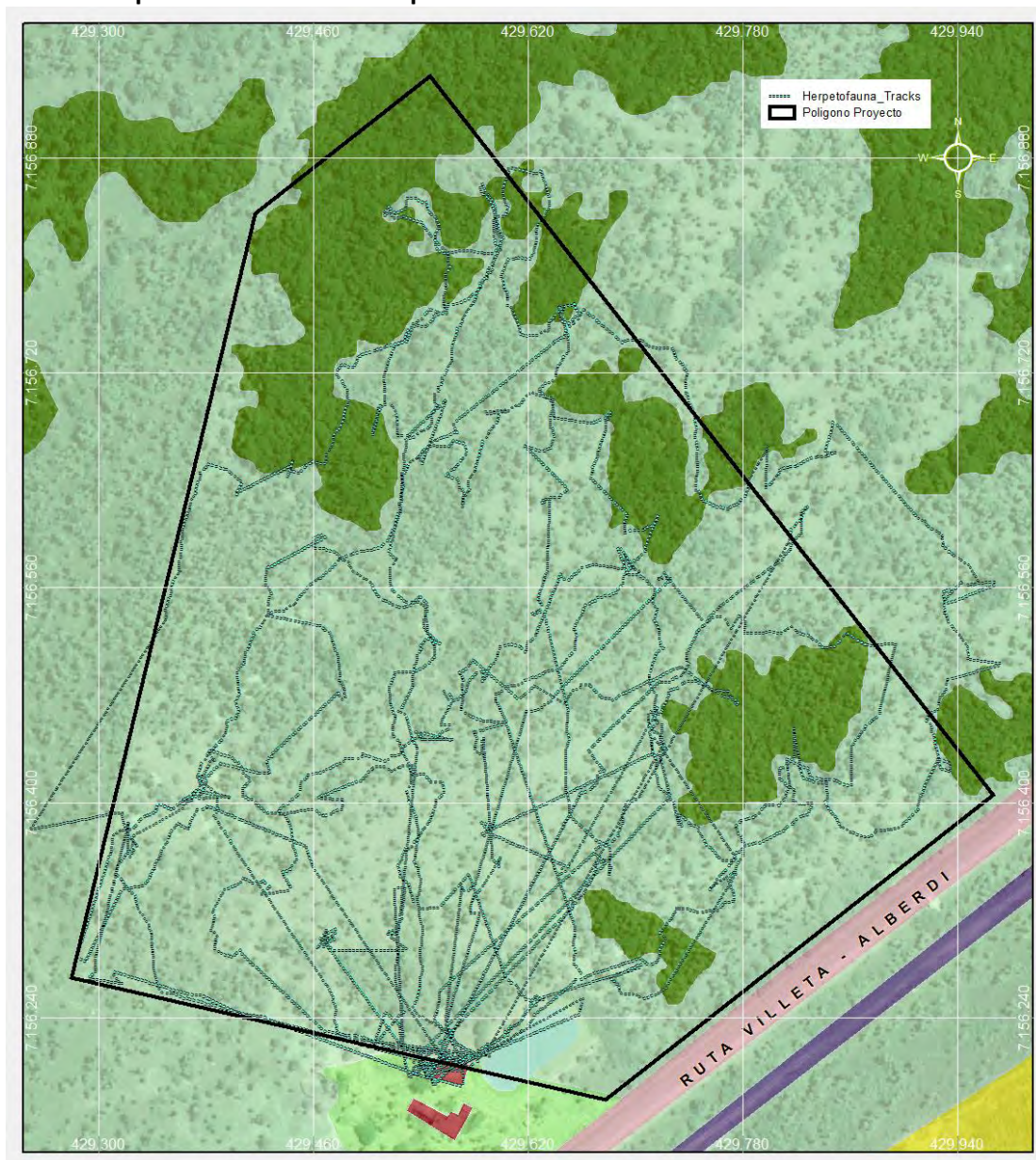
El esfuerzo de muestreo fue de 6 horas de búsqueda por día en la totalidad del área de muestreo, durante cinco días consecutivos, totalizando 30 horas de búsqueda/día. Este esfuerzo se concentró entre una franja horaria desde las 15.00 hs hasta las 20.00 hs cubriendo los periodos diurno, crepuscular 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 & Buonghermini (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.



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.





Foto 15: Registros indirectos de mamíferos.



Foto 16: Registros indirectos de mamíferos.

Cámaras trampa

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).



Foto 17: Instalación de cámara trampa.

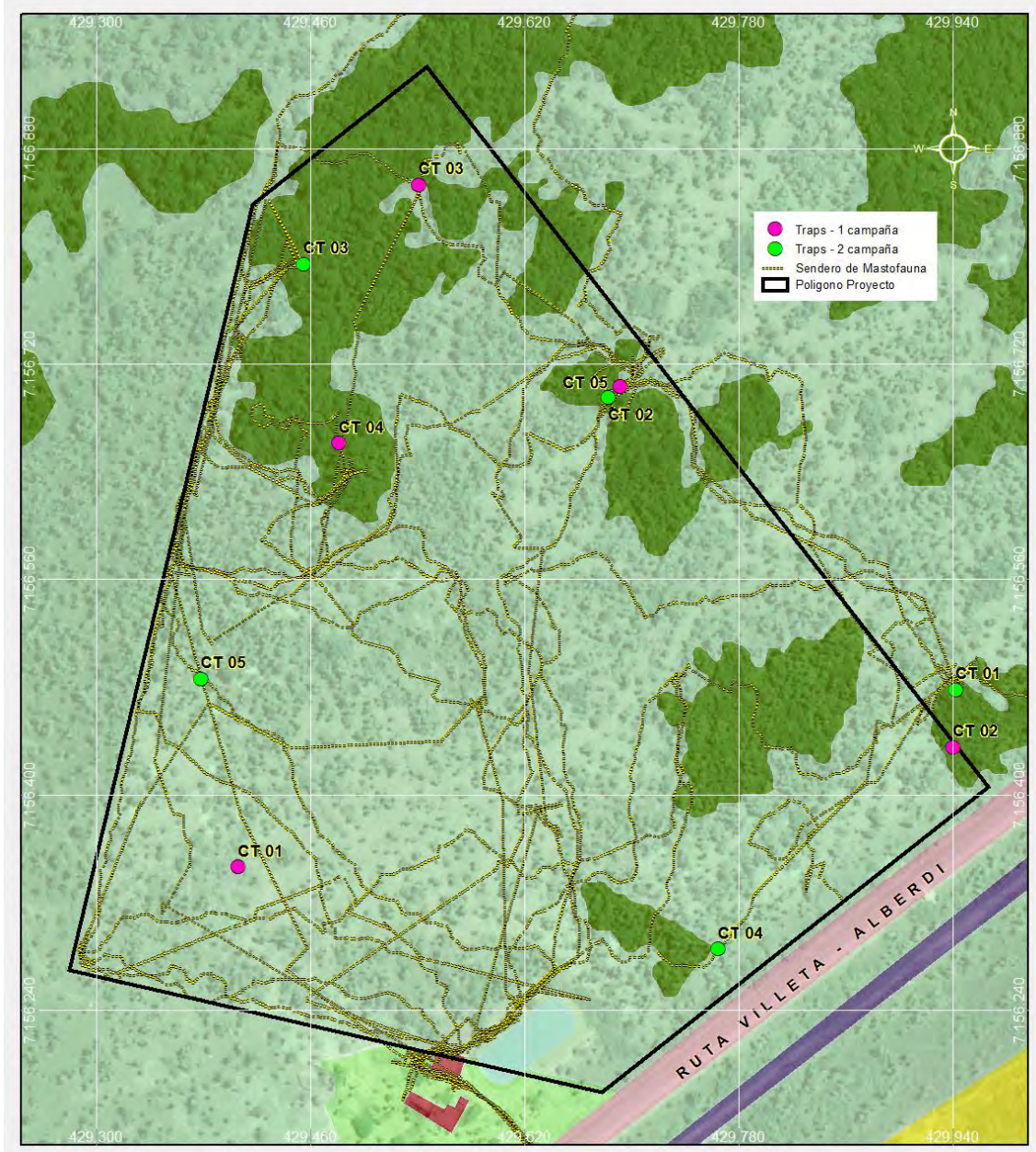


Foto 18: Detalle de la cámara trampa instalada.

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 robustos 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**).



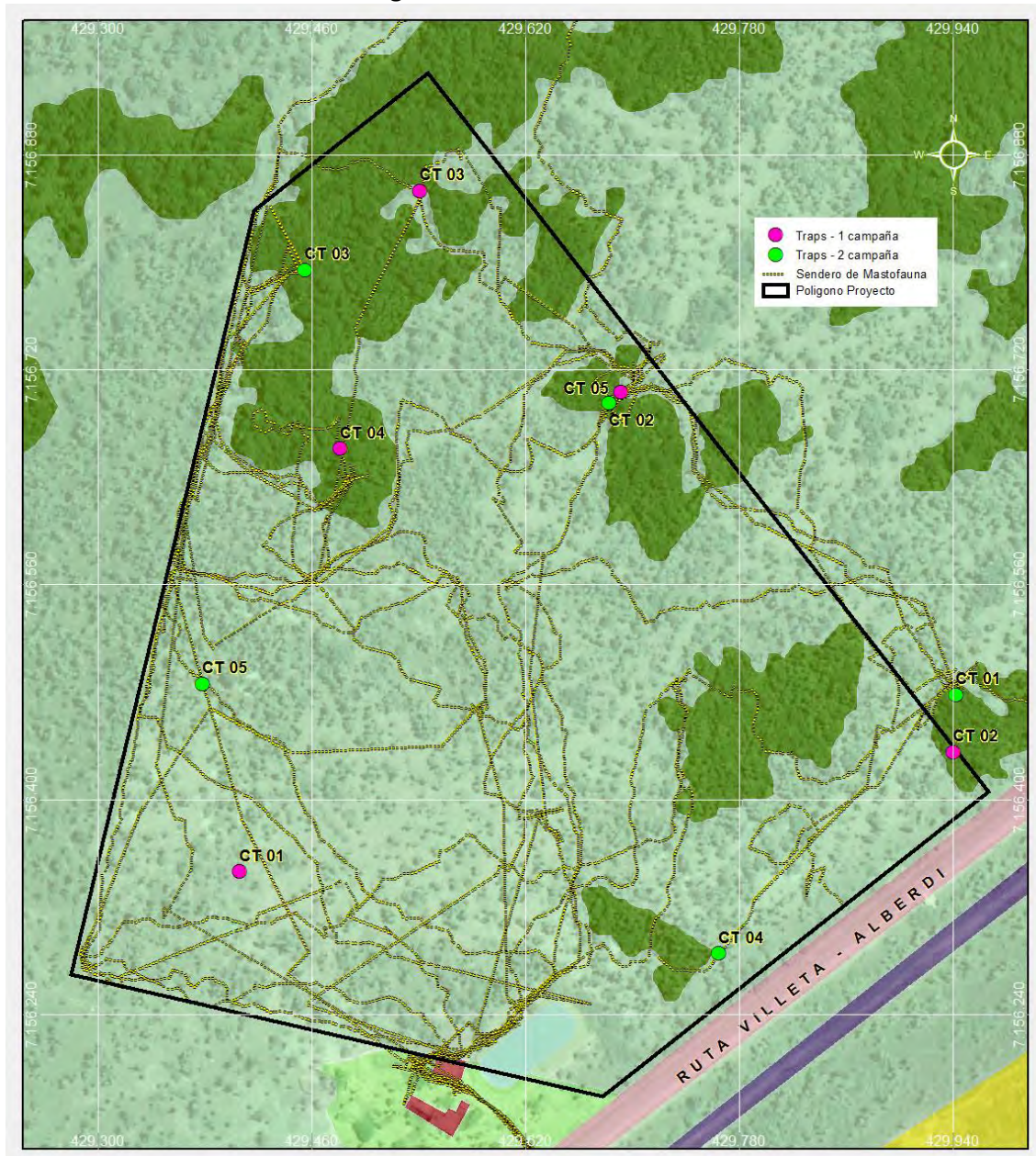
Foto 19: Programación del dispositivo bioacústico Songmeter.



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:

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

Donde:

$p_i = (n_i/N)$ probabilidad de que un individuo muestreado pertenezca a la especie i ; n_i = 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:

$$S = \alpha \cdot \ln(1 + n/\alpha)$$

Donde:

S = número de especies

n = número total de individuos registrados; α = índice de diversidad.

Para la riqueza se han utilizado los estimadores Jackknife 1 y Chao2. El método Jackknife 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:

$$Jackknife\ 1 = s + Q1(n-1/n)$$

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.

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

(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 plumizo (*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**).

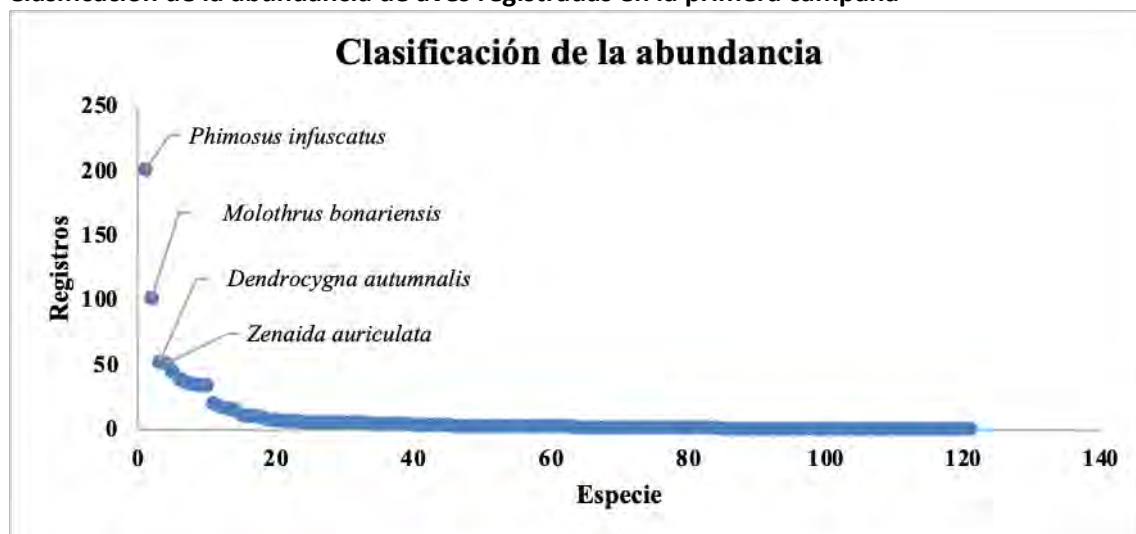
Clasificación de la abundancia

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 renegrado (*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**).

Figura 5.3.2.4.1.a

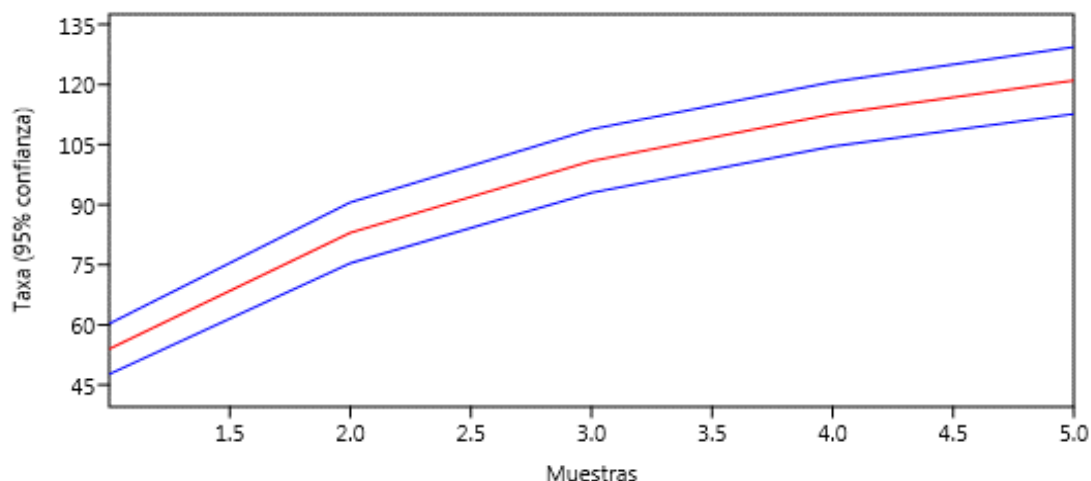
Clasificación de la abundancia de aves registradas en la primera campaña

**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

**Segunda campaña**

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 (*Helimaster 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**).

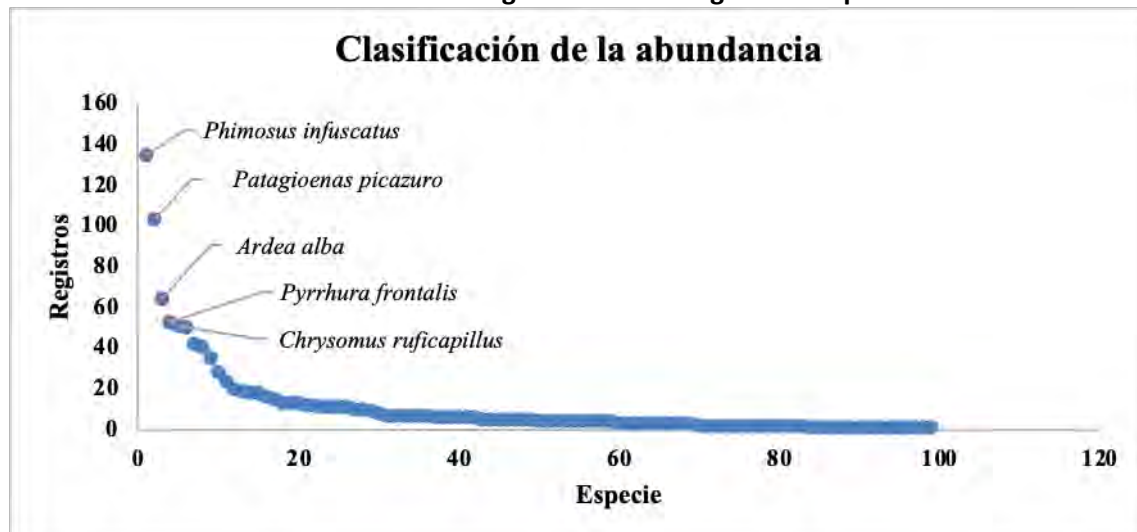
Clasificación de la abundancia

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**).

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

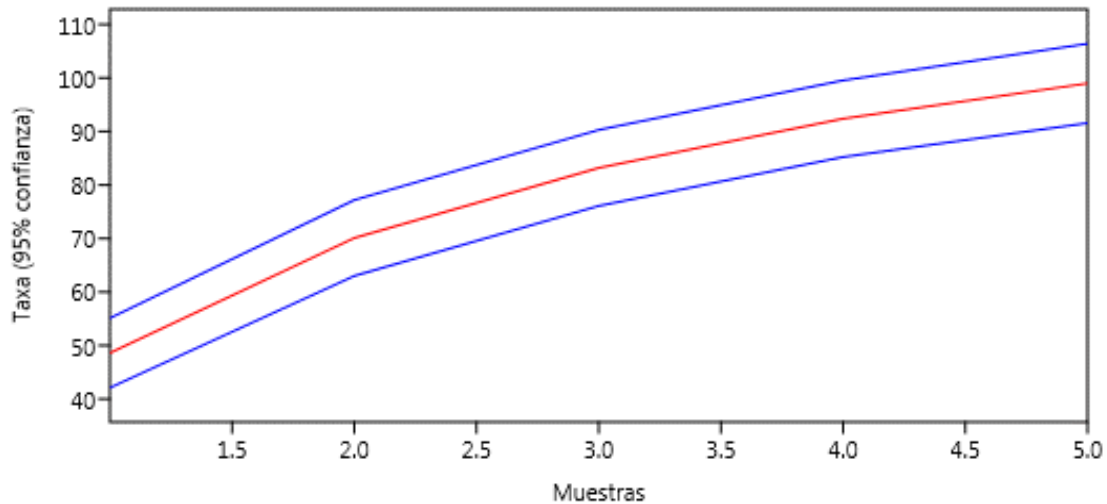


Suficiencia de la muestra

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

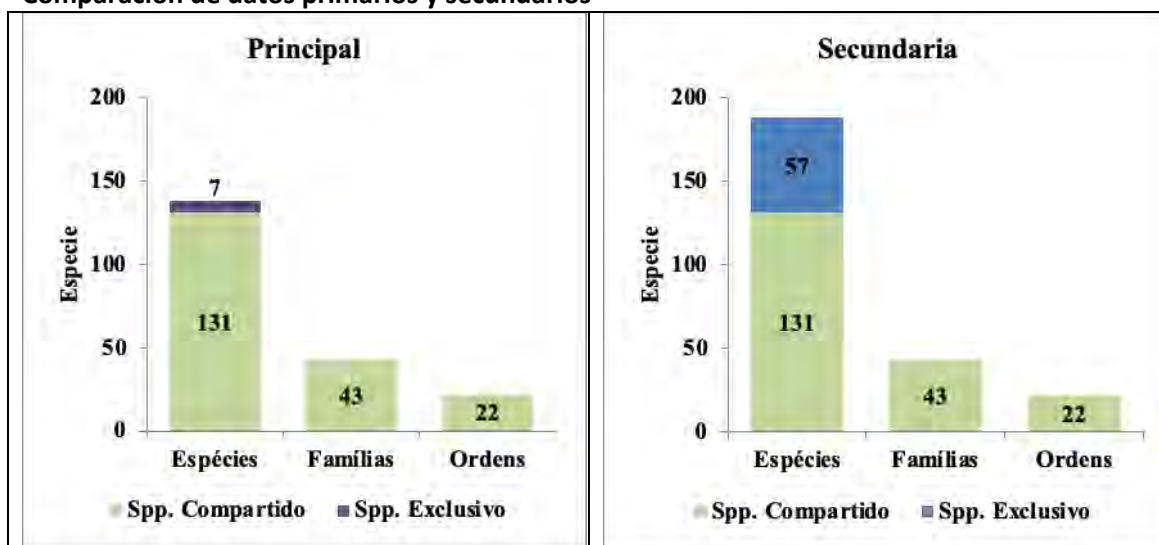
La lista de especies esperadas para el desarrollo con base en datos secundarios recopiló 188 especies de aves, distribuidas en 23 órdenes y 51 familias (**Tabla 5.3.2.4.1.c**). Para este levantamiento se utilizaron referencias como Lesterhuis (2009) y Lesterhuis y Méndez (2016), además se consideraron 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 (*Picus 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 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

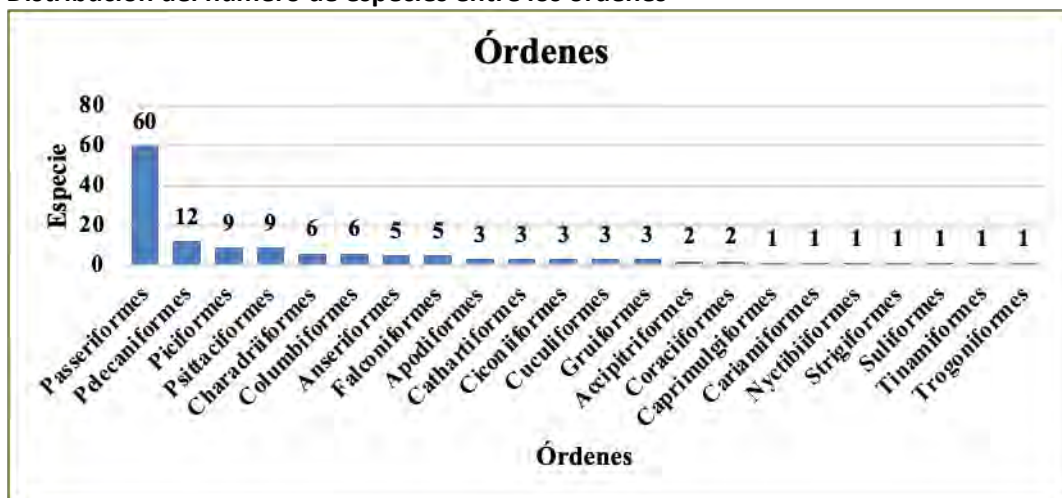


Es importante mencionar que, con el fin de aumentar la comparabilidad de los resultados, para todos los análisis siguientes sólo se utilizarán los registros obtenidos mediante las metodologías normalizadas llevadas a cabo en las dos campañas de estudio de aves.

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 (REMSSEN *et al.*, 2023).

Figura 5.3.2.4.1.f

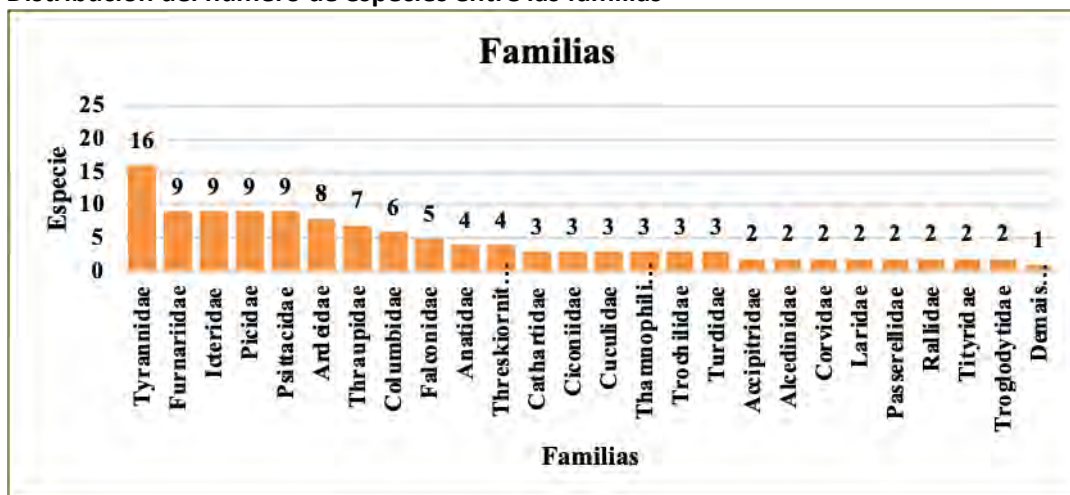
Distribución del número de especies entre los órdenes



En cuanto a las familias, las más representativas fueron Tyrannidae (fiofios, 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).

Figura 5.3.2.4.1.g
Distribución del número de especies entre las familias



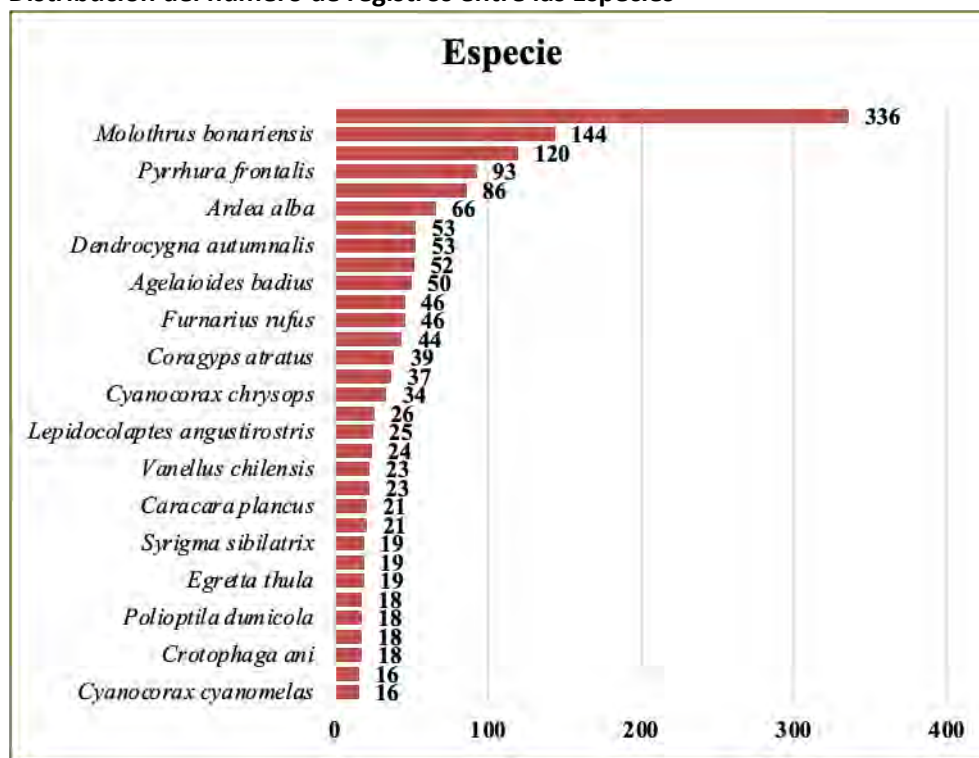
En cuanto a las especies más abundantes, observando el gráfico a continuación (**Figura 5.3.2.4.1.h**), se constata que para los resultados consolidados una especie se destacó en relación a las demás, siendo el cormorán cabeciblanco (*Phimosus infuscatus*), que presentó un total de 336 registros, correspondiendo 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 chiripepe 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 suirirí 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 (*Helimaster furcifer*), el añapero castaño (*Lurocalis semitorquatus*) el ñei ñei (*Megarynychus 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.

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. 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 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 (*Pachyrhamphus polychopterus*), el fiofío grande (*Elaenia spectabilis*), el burlisto pico canela (*Myiarchus swainsoni*), el pitogüé rayado (*Myiodynastes maculatus*) y el suirirí 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 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 chiripepe 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 endemidad, 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 tataupa 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).

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).

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 gorriónes 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

desequilibrio ambiental. En este caso, se observaron grupos de decenas de tordos renegrinos (*Molothrus 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 macularia*), la becasina chica (*Gallinago paraguanae*), 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).

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 plumizo (*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 renegrado (*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 al.*, 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).

Figura 5.3.2.4.1.i

Clasificación de las aves según su sensibilidad a las perturbaciones ambientales



Las fitofisnomías 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 saria patas rojas (*Cariama cristata*), el suirirí 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).

Las especies con alta sensibilidad a las perturbaciones antrópicas son: el chiricoe (*Aramides cajaneus*), el picapalo colorado (*Campylorhamphus trochilrostris*), 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. trochilrostris*, 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**).

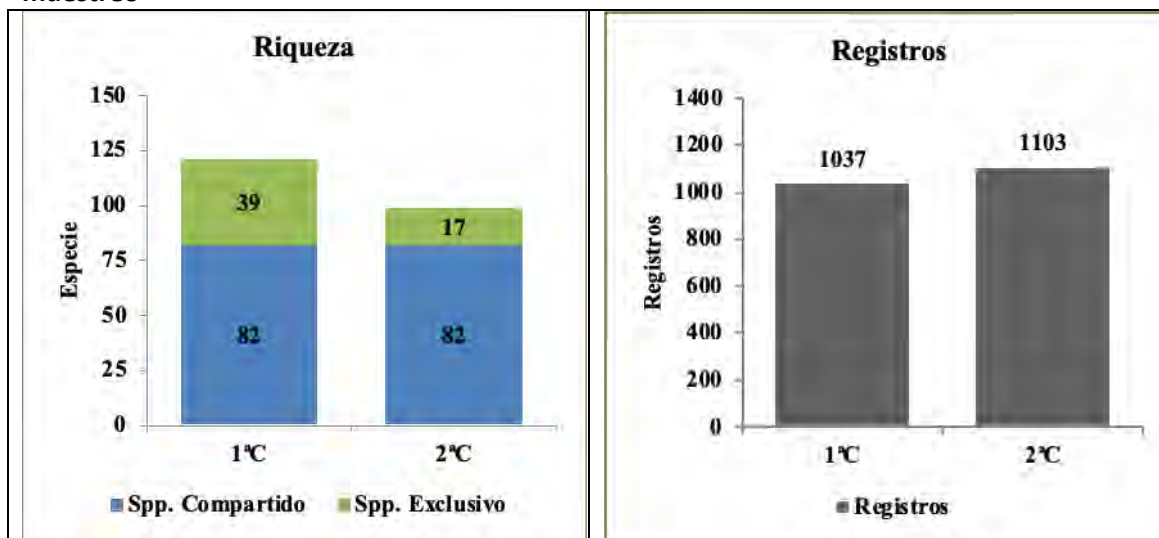
Para la riqueza, el mayor valor de diversidad se obtuvo en la primera campaña de muestreo, con 121 especies, de las cuales 39 fueron exclusivas, es decir, se registraron únicamente en esta primera campaña. Mientras que en la segunda campaña se obtuvo un total de 99 especies, 17 de las cuales eran exclusivas, 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 suirirí 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 plumizo (*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 chrysocloros*), el hocó colorado (*Tigrisoma lineatum*), el halconcito colorado (*Falco sparverius*), el churrinche (*Pyrocephalus rubinus*), el carpintero bataraz (*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**).

Figura 5.3.2.4.1.j

Distribución de la riqueza, exclusividad y registros de las aves entre las campañas de muestreo



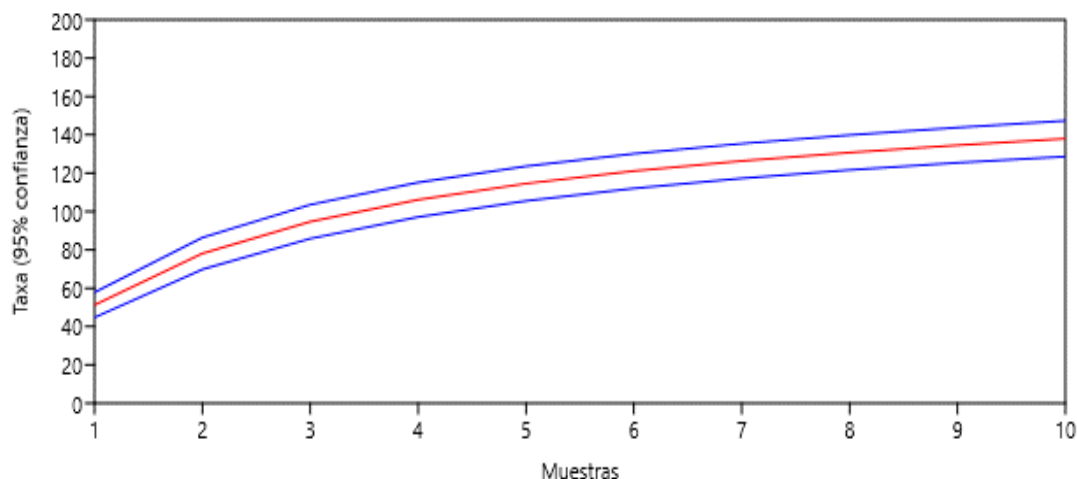
Suficiencia de la muestra

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 Jackknife 1), que estimaron más especies para la región de la empresa de especies (ver a continuación).

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 Jackknife 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 Jackknife 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 (Jackknife 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 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 Equitatividad 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 (Jackknife 1)	168,6
Diversidad (Shannon, eH)	3,93
Diversidad (alfa de Fisher)	32,94
Equitatividad_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 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

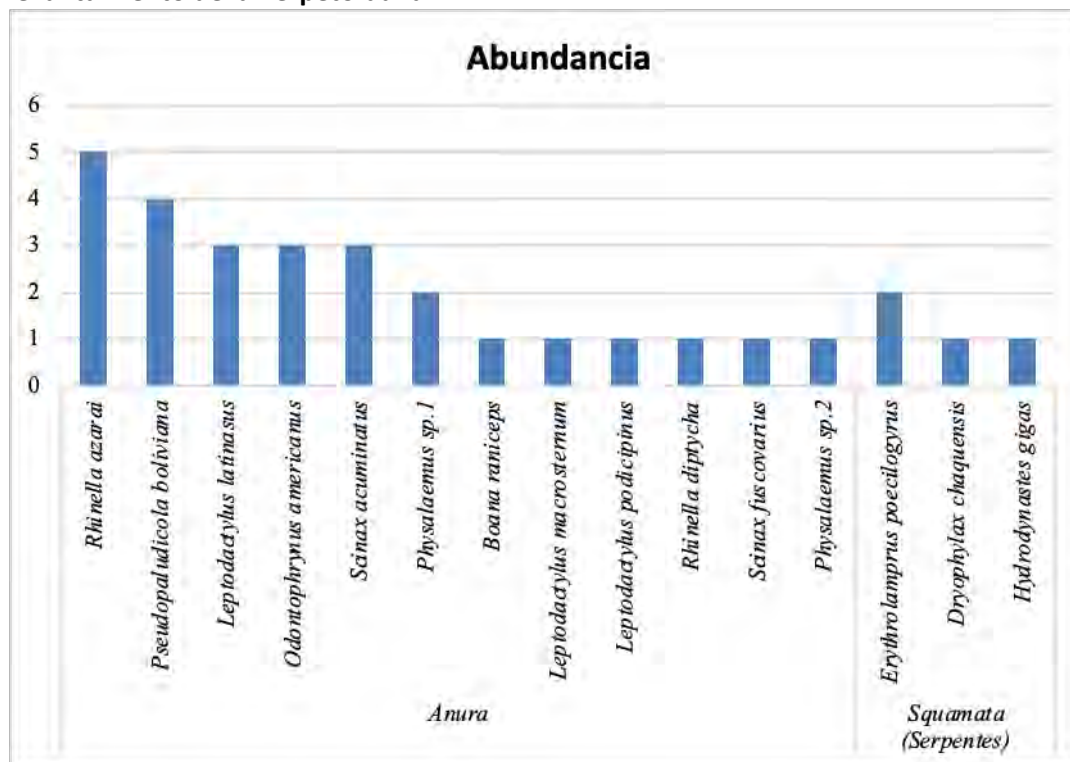
Para la herpetofauna sólo existen datos de abundancia para la segunda campaña. La clasificación de la abundancia de la herpetofauna registrada durante la segunda campaña de muestreo se presenta a continuación, para los órdenes Anura y Squamata (**Figura 5.3.2.3.2.a**).

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 americanus* 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 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

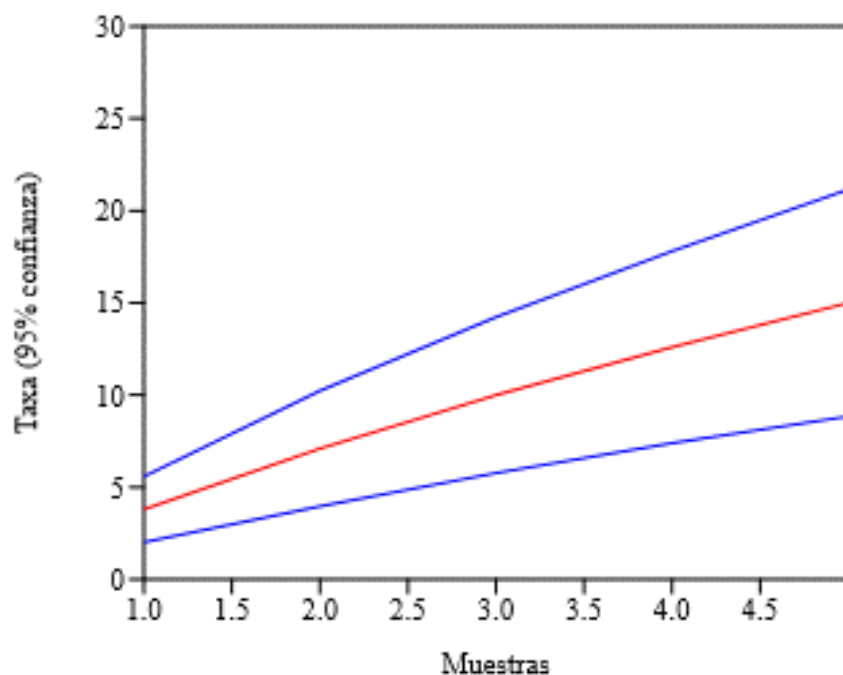


Suficiencia del muestreo

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 Jackknife 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 Jackknife 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% (Jackknife 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 Equitatividad 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

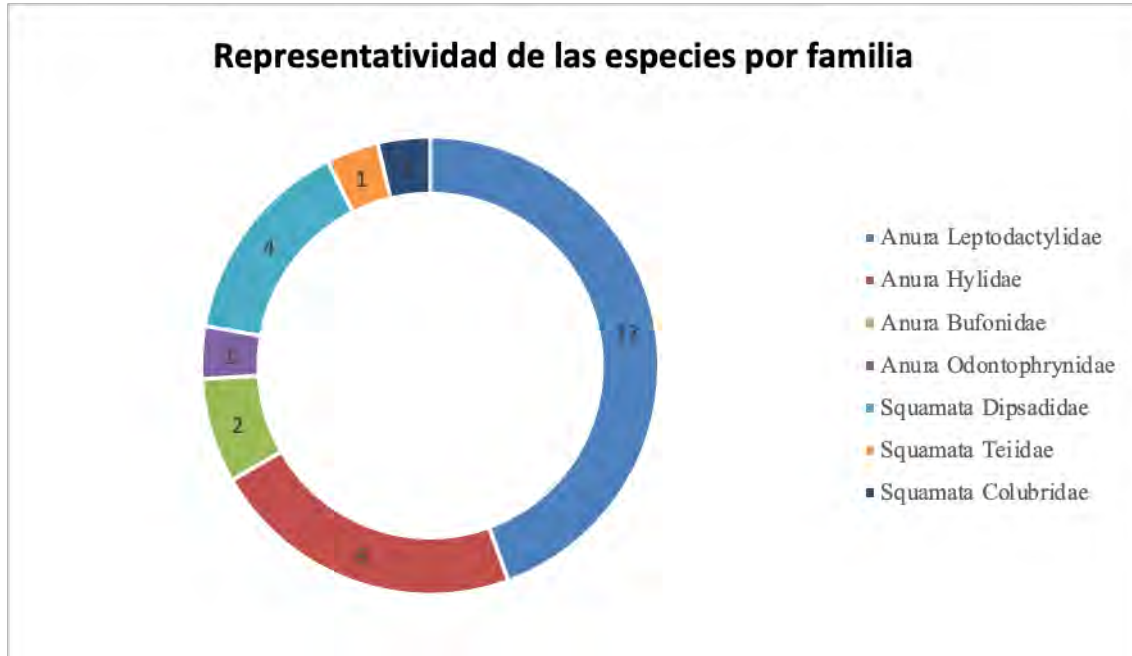
Índices	Total
Riqueza Observada (S)	15
Número de registros (N)	30
Riqueza Estimada (Chao 2)	32.6
Riqueza Estimada (Jackknife 1)	24.6
Diversidad (Shannon, eH)	2.52
Diversidad (Alfa de Fisher)	11.94
Equitatividad J	0.93

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**).

Figura 5.3.2.3.2.c

Representatividad de las especies por familias, utilizando datos consolidados entre las dos campañas de levantamiento de herpetofauna



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* (Tabla 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 almorana (*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. macrosternum*/*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*.

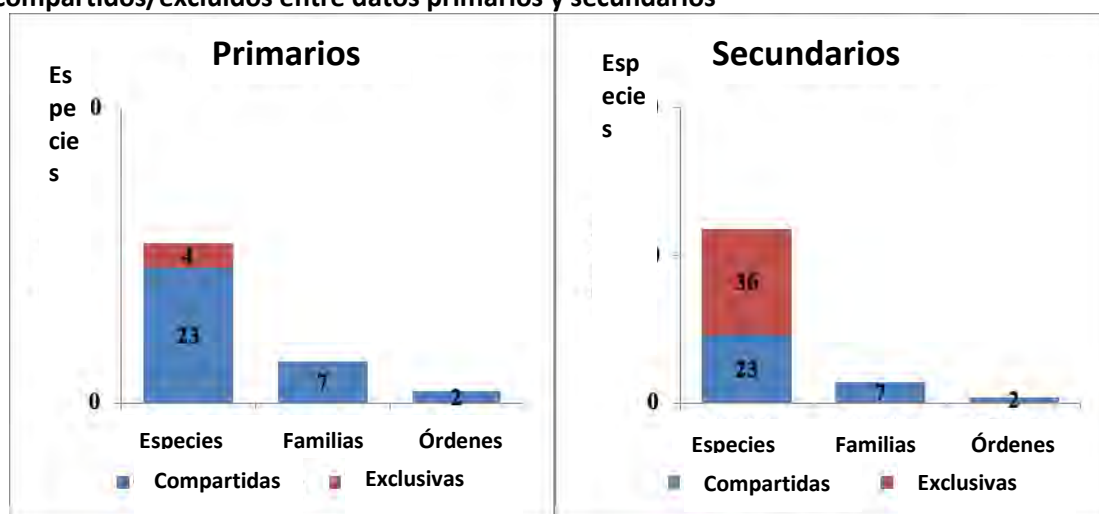
Al considerar los estudios primario y secundario, 23 especies son comunes a ambos estudios, lo que significa que fueron registradas durante las campañas de levantamiento, pero también están incluidas en la lista de especies con presencia esperada para la región del Proyecto (Figura 5.3.2.3.2.c).

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.

Consideraciones finales

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

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 fuscovarius* 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**).

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

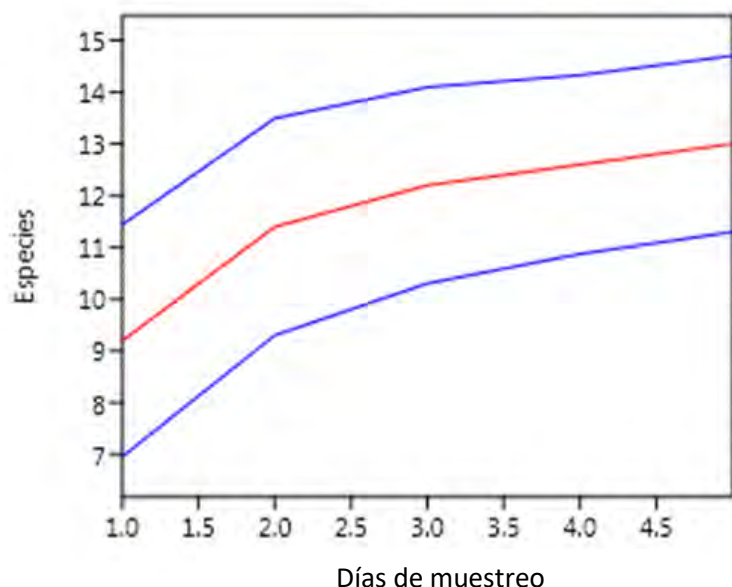


Suficiencia del muestreo

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: *Eumops* 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**).

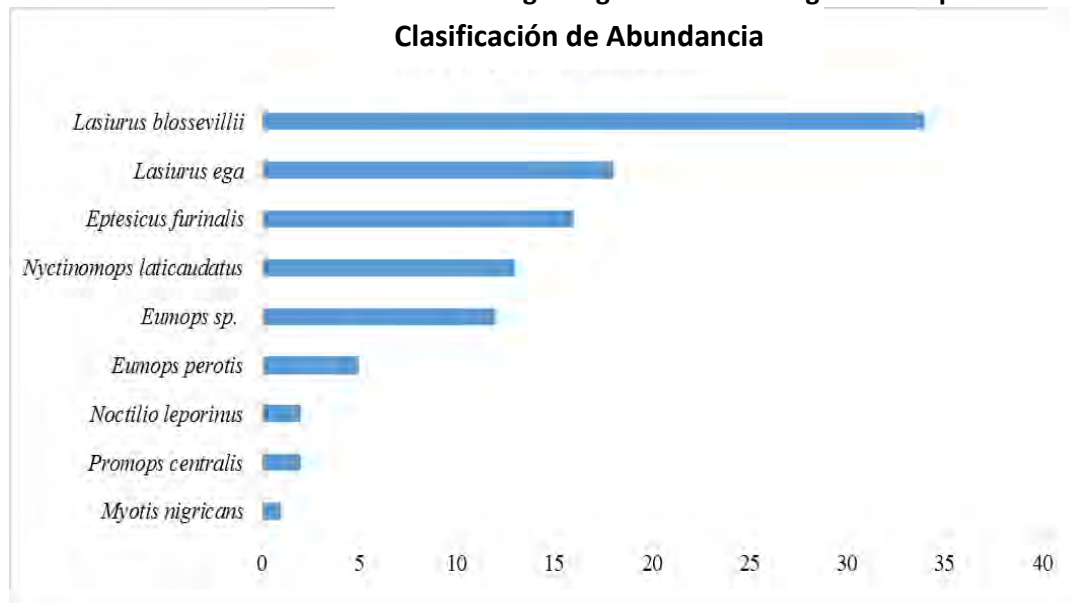
Clasificación de la abundancia

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

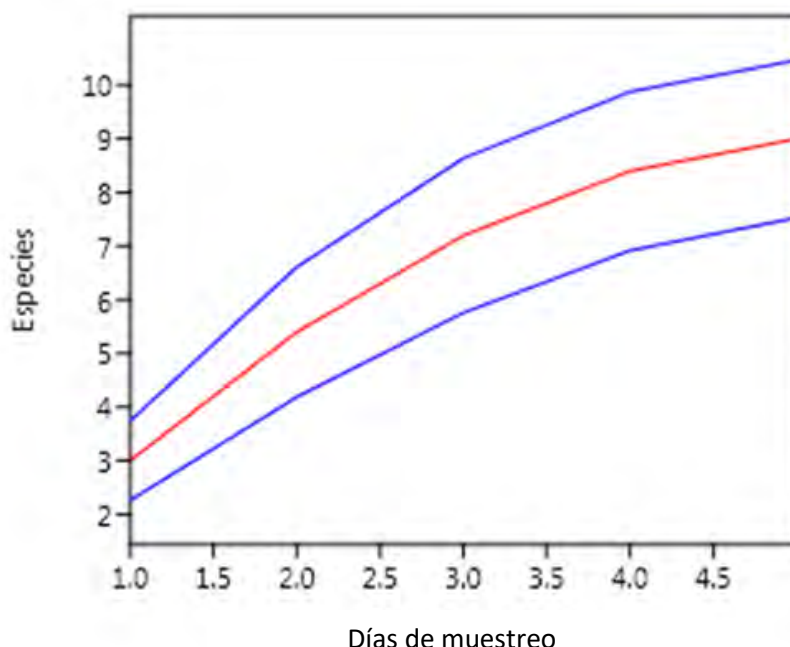


Suficiencia del muestreo

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.

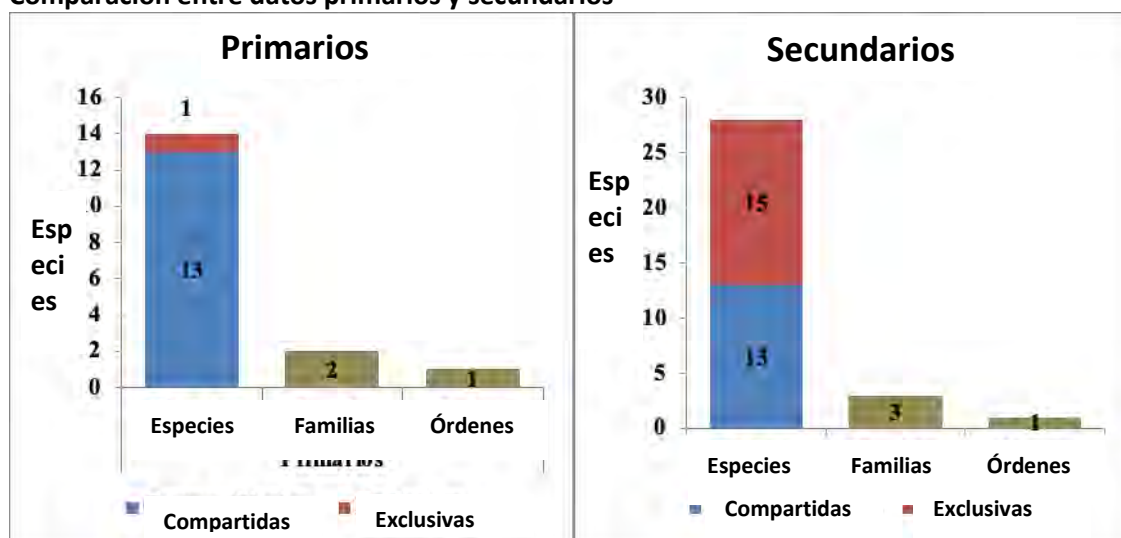
Así, al considerar tanto los estudios primarios como los secundarios, hay un total de 29 taxones, distribuidos en cuatro familias (**Tabla 5.3.2.4.3.c**). De este total, 13 especies son comunes a ambos estudios, lo que significa que fueron registradas durante las campañas de levantamiento, pero también 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 blossevillei* 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

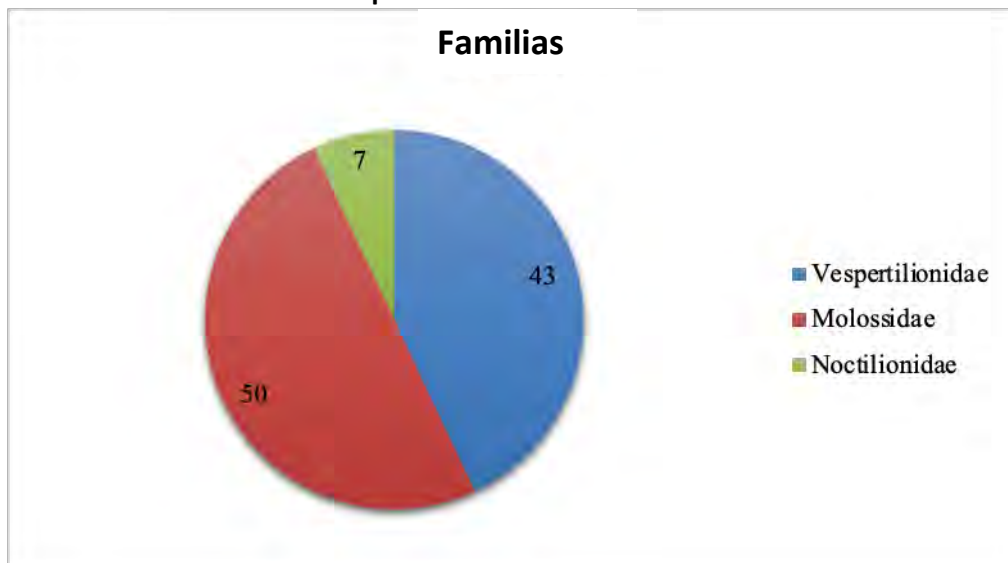
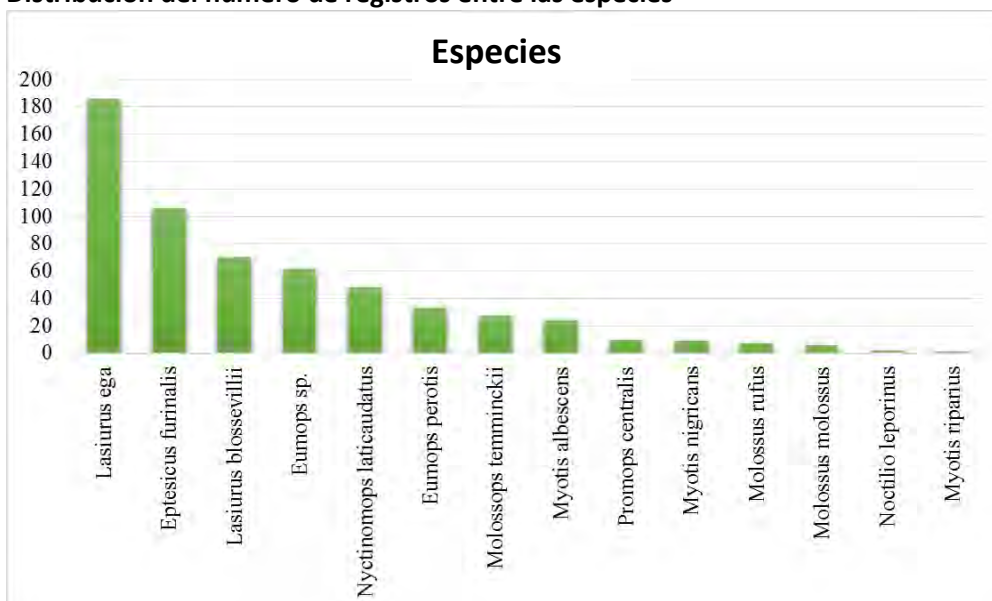


Figura 5.3.2.4.3.g
Distribución del número de registros entre las especies



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 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).

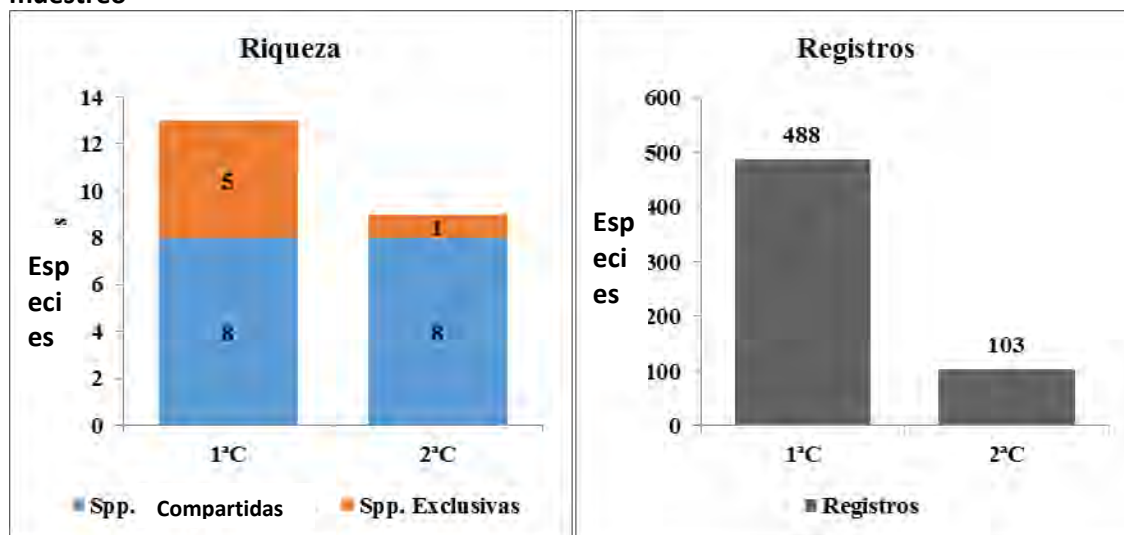
Comparación entre las dos campañas de muestreo

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



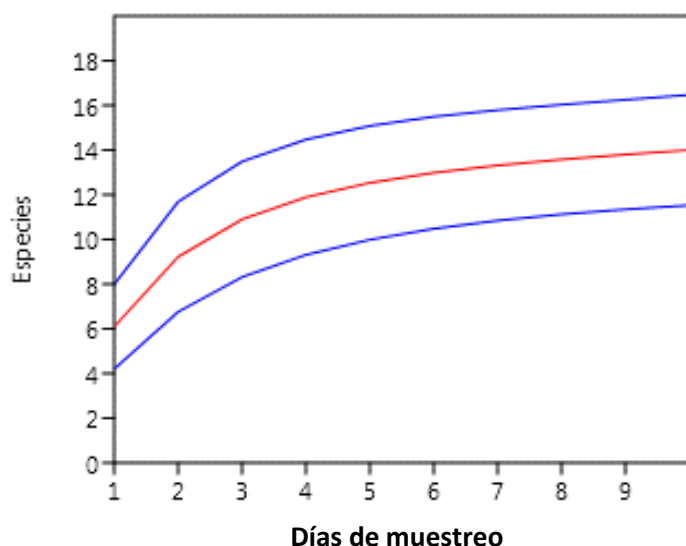
Suficiencia del muestreo

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 Jackknife 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 Jackknife 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 Jackknife 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 (Jackknife 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 Equitatividad 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 (Jackknife 1)	15.8
Diversidad (Shannon, eH)	2.1
Diversidad (Alfa de Fisher)	2.6
Equitatividad_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 especie se considera casi amenazada (*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, Dasypodidae y Didelphidae con un registro cada una (17%) (**Tabla 5.3.2.4.4.a**).

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 (*Herpailurus 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 (*Alouatta 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



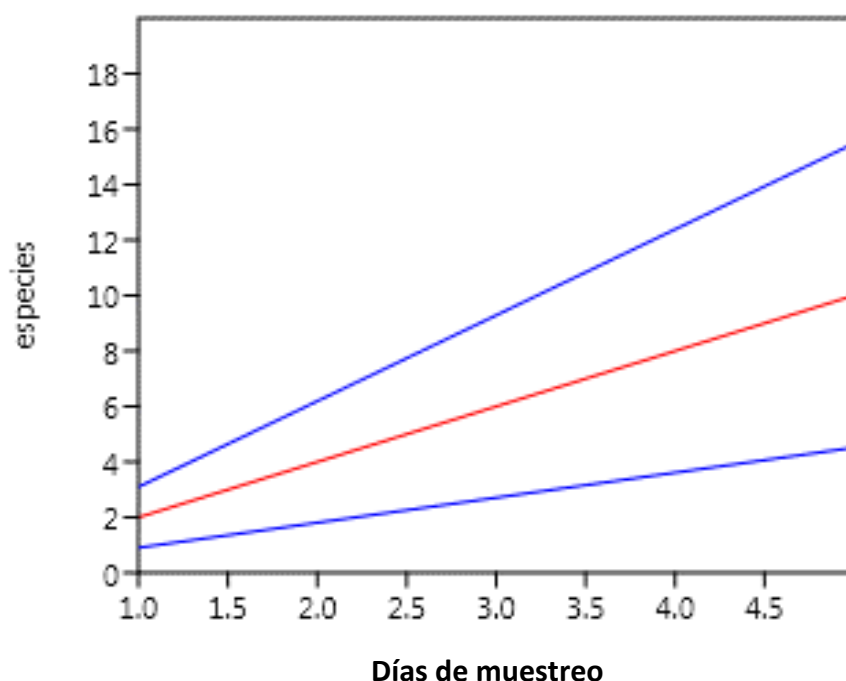
Se recogió un registro de rastro indirecto de un felino silvestre, que no pudo identificarse a nivel de especie. Sin embargo, estos registros posiblemente pertenezcan a una de las especies de félidos confirmadas por las cámaras trampa.

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



Segunda campaña

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.

Figura 5.3.2.4.4.c

Clasificación de la abundancia de Mamíferos registrados en la segunda campaña

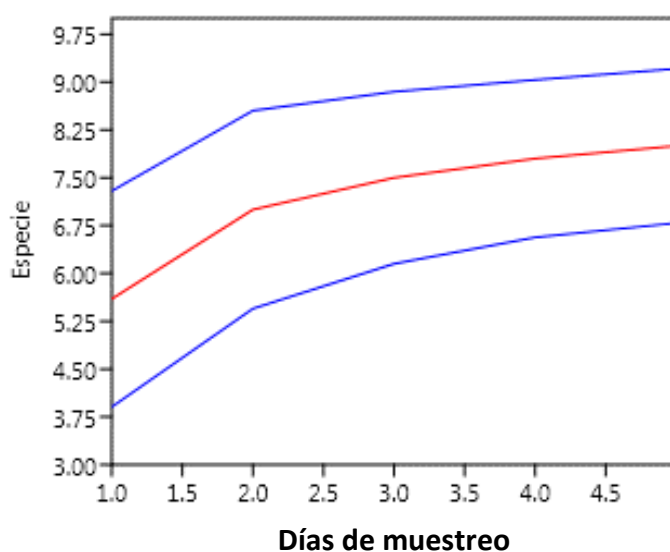


Suficiencia del muestreo

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.c**).

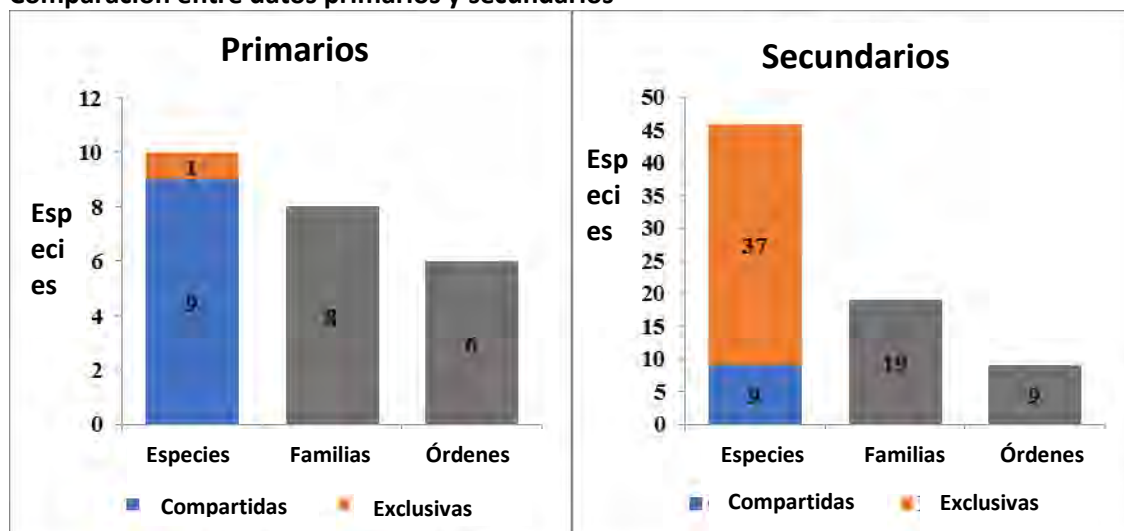
Los registros se obtuvieron mediante métodos estandarizados (búsqueda activa y cámaras trampa) y no estandarizados (encuentros fortuitos). A continuación, los análisis se presentarán considerando los valores obtenidos por los métodos estandarizados.

Comparación entre datos primarios y secundarios

La lista de especies esperadas para el Proyecto basada en datos secundarios (All) registra 46 especies de mamíferos medianos y grandes, distribuidas en nueve órdenes y 19 familias (**Tabla 5.3.2.4.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.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.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.e**).

Figura 5.3.2.4.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.

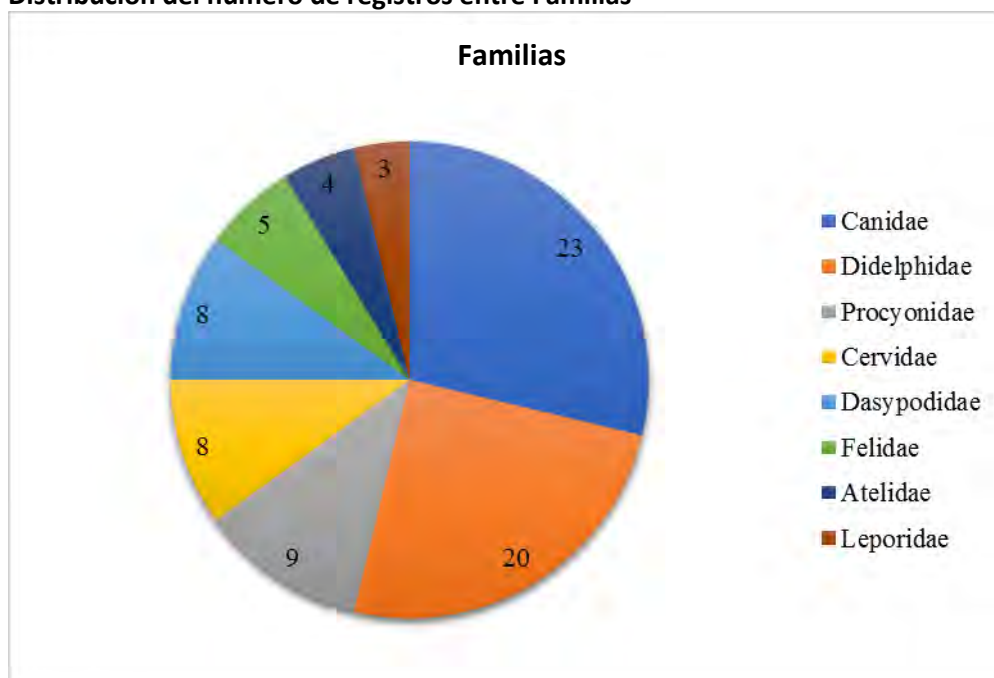
Así, con la riqueza obtenida durante las dos campañas, entre los órdenes, Carnivora fue el más representativo, con cuatro especies y 37 registros, lo que representa aproximadamente el 46% del total. Le siguen el orden Didelphimorphia con dos especies y veinte registros (25%), Cetartiodactyla (10%), Cingulata (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

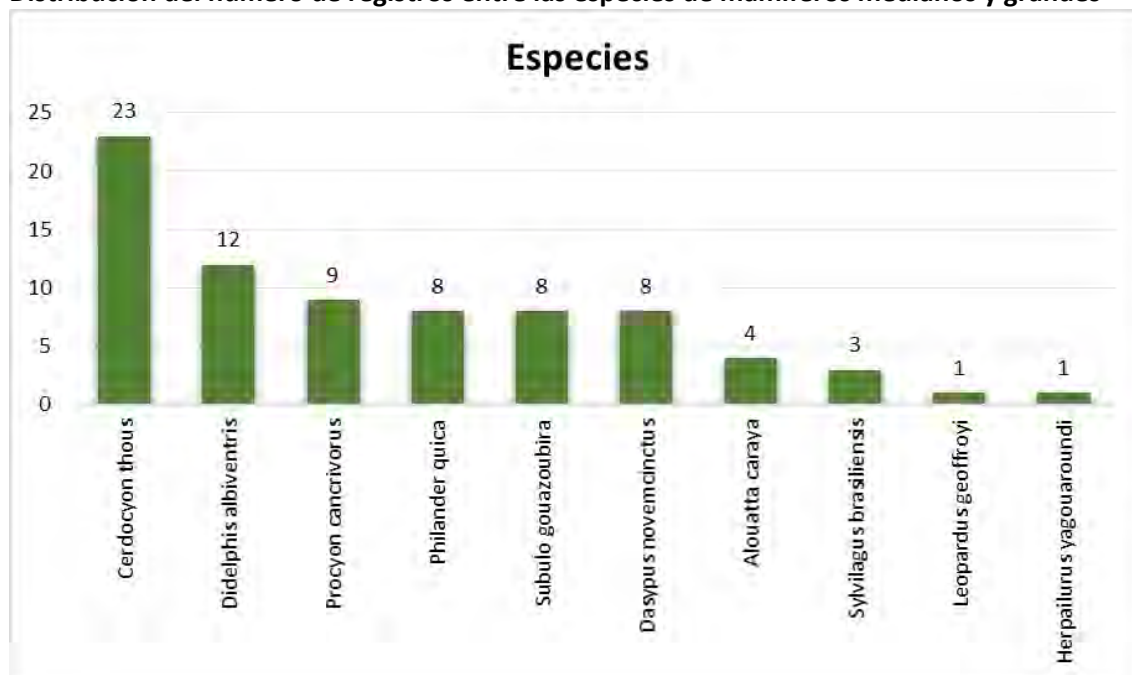


En cuanto a las especies más abundantes, al observar el gráfico a continuación (**Figura 5.3.2.4.4.h**), se nota que para los resultados consolidados una especie se destacó en relación a las demás, siendo el zorro cangrejero (*Cerdocyon thous*), que presentó un total de 23 registros, correspondiendo 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%.

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 Apéndice 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.

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.

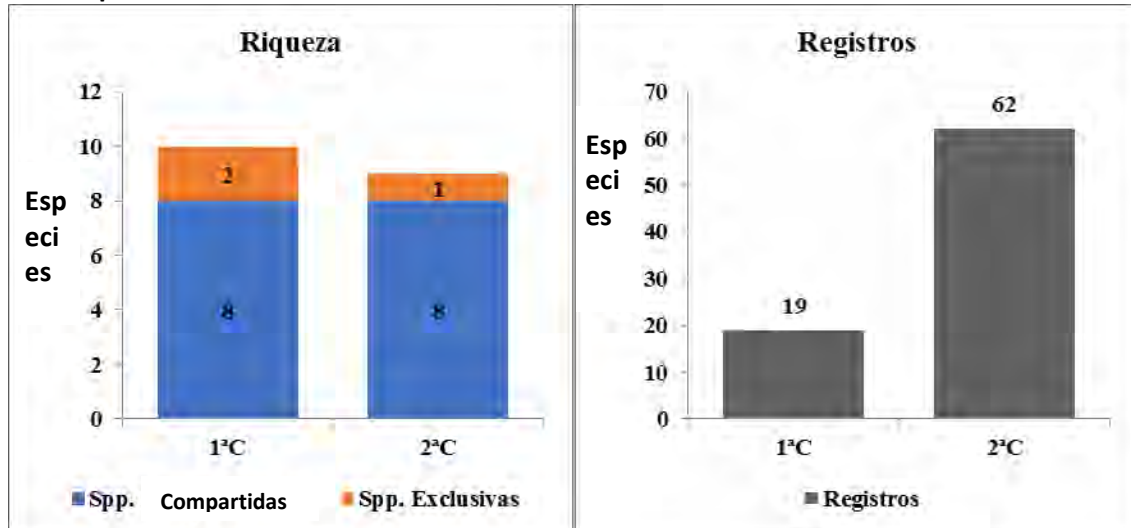
Comparación entre las dos campañas de muestreo

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).

Figura 5.3.2.4.4.j

Distribución de la riqueza, exclusividad y registros de mamíferos medianos y grandes entre las campañas de muestreo

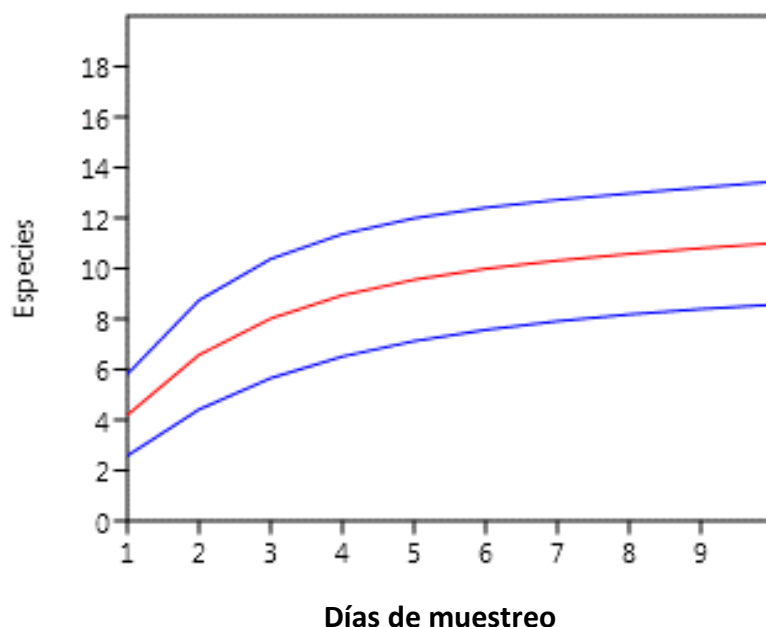


Suficiencia del muestreo

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 Jackknife 1), que estimaron más especies para la región del Proyecto (ver a continuación).

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 Jackknife 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 Jackknife 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 (Jackknife 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).

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 Equitatividad 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 (Jackknife 1)	12.8
Diversidad (Shannon, eH)	2.1
Diversidad (Alfa de Fisher)	3.4
Equitatividad_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 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	<i>Odontesthes bonariensis</i>	DD		2
Characiformes	Acestrorhynchidae	<i>Acestrorhynchus altus</i>	DD		1
		<i>Acestrorhynchus pantaneiro</i>	LC		2, 5
	Anostomidae	<i>Leporinus friderici</i>	LC		1
		<i>Leporinus lacustris</i>	LC		5
		<i>Megaleporinus obtusidens</i>	LC		1, 2
		<i>Schizodon borelli</i>	LC		2, 5

Tabla 5.3.3.a

Especies registradas en el Área de Influencia Indirecta – Cuenca baja del río Paraguay

Orden	Familia	Especie	IUCN	Exótico	Fuente
	Bryconidae	<i>Brycon orbignyanus</i>			2
		<i>Salminus brasiliensis</i>			1, 2, 5
	Characidae	<i>Aphyocharax anisitsi</i>			1, 5
		<i>Aphyocharax dentatus</i>			1, 5
		<i>Aphyocharax nattereri</i>			5
		<i>Astyanax abramis</i>			1
		<i>Astyanax alleni</i>			1
		<i>Astyanax bimaculatus</i>	LC		1
		<i>Astyanax lacustris</i>	LC		1, 5
		<i>Astyanax lineatus</i>			1
		<i>Charax gibbosus</i>			1
		<i>Charax leticiae</i>			5
		<i>Charax stenopterus</i>			1
		<i>Cheirodon interruptus</i>			5
		<i>Ctenobrycon multiradiatus</i>			1
		<i>Cyanocharax sp</i>			5
		<i>Cynopotamus argenteus</i>			1
		<i>Deuterodon luetkenii</i>			1, 5
		<i>Galeocharax humeralis</i>			1
		<i>Gymnocorymbus ternetzi</i>			1, 5
		<i>Hyphessobrycon eques</i>			1
		<i>Hypostomus formosae</i>			3
		<i>Markiana nigripinnis</i>	LC		1, 5
		<i>Moenkhausia dichrourea</i>			1, 5
		<i>Moenkhausia intermedia</i>			1
		<i>Moenkhausia sanctaefilomenae</i>	LC		1
		<i>Odontostilbe paraguayensis</i>			1
		<i>Odontostilbe pequirá</i>			1, 5
		<i>Poptella paraguayensis</i>			1
		<i>Prionobrama paraguayensis</i>			1, 5
		<i>Psalidodon cf. fasciatus</i>			1, 5
		<i>Psalidodon pellegrini</i>			5
		<i>Psellogrammus kennedyi</i>			1, 5
		<i>Pseudocorynopoma doriae</i>			1
		<i>Roeboides descavadensis</i>			1, 5
		<i>Roeboides microlepis</i>	LC		1, 5
		<i>Serrapinnus calliurus</i>			5
		<i>Serrapinnus kriegi</i>			5
		<i>Serrapinnus microdon</i>			5
		<i>Tetragonopterus argenteus</i>			1, 5
	Crenuchidae	<i>Characidium cf. fasciatum</i>			1
	Curimatidae	<i>Curimatella dorsalis</i>			1, 2
		<i>Cyphocharax platanus</i>			1, 2
		<i>Cyphocharax saladensis</i>			2
		<i>Cyphocharax spilatus</i>			1
		<i>Cyphocharax voga</i>	LC		1, 2
		<i>Potamorhina squamoralevis</i>			1, 2
		<i>Psectrogaster curviventris</i>			1, 2, 5

Tabla 5.3.3.a

Especies registradas en el Área de Influencia Indirecta – Cuenca baja del río Paraguay

Orden	Familia	Especie	IUCN	Exótico	Fuente
		<i>Steindachnerina brevipinna</i>			1, 5
		<i>Steindachnerina conspersa</i>			1, 5
	Cynodontidae	<i>Raphiodon vulpinus</i>			1, 2
	Erythrinidae	<i>Hoplerethrinus unitaeniatus</i>	LC		1, 5
		<i>Hoplias malabaricus</i>	LC		1, 5
	Gasteropelecidae	<i>Thoracocharax stellatus</i>			1
	Hemiodontidae	<i>Hemiodus orthonops</i>			1, 2
	Iguanodectidae	<i>Piabucus melanostoma</i>			1
	Lebiasinidae	<i>Pyrrhulina australis</i>	LC		1, 5
	Parodontidae	<i>Apareiodon affinis</i>			1
	Prochilodontidae	<i>Prochilodus lineatus</i>			1, 2, 5
	Serrasalminidae	<i>Mylossoma duriventre</i>			1, 2
		<i>Piaractus mesopotamicus</i>			1, 2
		<i>Pygocentrus nattereri</i>			1, 2, 5
		<i>Serrasalmus maculatus</i>			5
		<i>Serrasalmus marginatus</i>			1, 2, 5
		<i>Serrasalmus spilopleura</i>			1
	Triportheidae	<i>Triportheus nematurus</i>			1, 2
		<i>Triportheus pantanensis</i>			5
Cichliformes	Cichlidae	<i>Apistogramma borellii</i>			1, 5
		<i>Apistogramma commbrae</i>			1
		<i>Bujurquina vittata</i>			1, 5
		<i>Cichla kelberi</i>			2
		<i>Cichlasoma dimerus</i>			1, 5
		<i>Coptodon rendalli</i>		EX	2
		<i>Crenicichla semifasciata</i>			1, 5
		<i>Crenicichla vittata</i>			1
		<i>Gymnogeophagus balzanii</i>			1, 5
		<i>Oreochromis niloticus</i>		EX	2
		<i>Saxatilia lepidota</i>			1, 5
Clupeiformes	Engraulidae	<i>Lycengraulis grossidens</i>	LC		2
Cypriniformes	Cyprinidae	<i>Cyprinus carpio</i>		EX	2
	Xenocyprididae	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>		EX	2
Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Poecilia reticulata</i>			4
	Rivulidae	<i>Austrolebias bellottii</i>			1
		<i>Neofundulus paraguayensis</i>			1
		<i>Pterolebias longipinnis</i>			1, 5
		<i>Rivulus sp.</i>			1
		<i>Trigonectes balzanii</i>			5
Gymnotiformes	Gymnotidae	<i>Gymnotus carapo</i>	LC		1
		<i>Gymnotus inaequilabiatus</i>			5
	Hypopomidae	<i>Brachyhypopomus gauderio</i>			5
	Rhamphichthyidae	<i>Rhamphichthys hahni</i>	LC		5
	Sternopygidae	<i>Eigenmannia trilineata</i>			5
		<i>Eigenmannia virescens</i>			1
		<i>Sternopygus macrurus</i>			1
Lepidosireniformes	Lepidosirenidae	<i>Lepidosiren paradoxa</i>	LC		1, 5
Myliobatiformes	Potamotrygonidae	<i>Potamotrygon motoro</i>	DD		5

Tabla 5.3.3.a

Especies registradas en el Área de Influencia Indirecta – Cuenca baja del río Paraguay

Orden	Familia	Especie	IUCN	Exótico	Fuente
Perciformes	Centrarchidae	<i>Micropterus salmoides</i>		EX	2
	Sciaenidae	<i>Plagioscion ternetzi</i>	DD		2
Pleuronectiformes	Achiridae	<i>Catathyridium jenynsii</i>	LC		1
Siluriformes	Ariidae	<i>Genidens barbatus</i>			2
	Aspredinidae	<i>Amaralia oviraptor</i>	LC		6
	Auchenipteridae	<i>Ageneiosus inermis</i>			2
		<i>Ageneiosus militaris</i>			2
		<i>Auchenipterus nigripinnis</i>			1
		<i>Auchenipterus osteomystax</i>			1, 5
		<i>Trachelyopterus cf. ceratophysus</i>			1
		<i>Trachelyopterus striatulus</i>			1, 5
	Callichthyidae	<i>Callichthys callichthys</i>			1, 5
		<i>Corydoras hastatus</i>			1, 5
		<i>Corydoras microps</i>	LC		1
		<i>Corydoras paleatus</i>			1
		<i>Hoplosternum littorale</i>			1, 5
		<i>Lepthoplosternum pectorale</i>			5
		<i>Megalechis thoracata</i>			1
	Clariidae	<i>Clarias gariepinus</i>		EX	2
	Doradidae	<i>Anadoras weddellii</i>	LC		1, 5
		<i>Ossancora eigenmanni</i>			1
		<i>Oxydoras kneri</i>			2
		<i>Pterodoras granulosus</i>			1, 2
		<i>Rhinodoras dorbignyi</i>			1
		<i>Trachelyopterus cf. galeatus</i>			2
		<i>Trachydoras paraguayensis</i>			1
	Heptapteridae	<i>Pimelodella gracilis</i>	LC		1, 5
		<i>Pimelodella howesi</i>			1
		<i>Pimelodella laticeps</i>	LC		1, 5
		<i>Rhamdia quelen</i>	LC		5
	Hypopomidae	<i>Brachyhypopomus brevirostris</i>			1
	Ictaluridae	<i>Ictalurus punctatus</i>		EX	2
	Loricariidae	<i>Hisonotus maculipinnis</i>			1
		<i>Hypoptopoma inexpectatum</i>			1
		<i>Hypostomus commersoni</i>			1
		<i>Hypostomus sp.1</i>			5
		<i>Hypostomus sp.2</i>			5
		<i>Loricaria simillima</i>			1, 2
		<i>Loricariichthys maculatus</i>			1
		<i>Loricariichthys platymetopon</i>			5
		<i>Otocinclus vittatus</i>			5
		<i>Potamorhaphis eigenmanni</i>	LC		1
		<i>Pterygoplichthys ambrosetti</i>			1, 5
		<i>Pterygoplichthys multiradiatus</i>			1
		<i>Rineloricaria parva</i>			1, 5
		<i>Sturisoma robustum</i>			1, 5
	Pimelodidae	<i>Bergiaria westermanni</i>	LC		1
		<i>Hemisorubim platyrhynchos</i>			1

Tabla 5.3.3.a

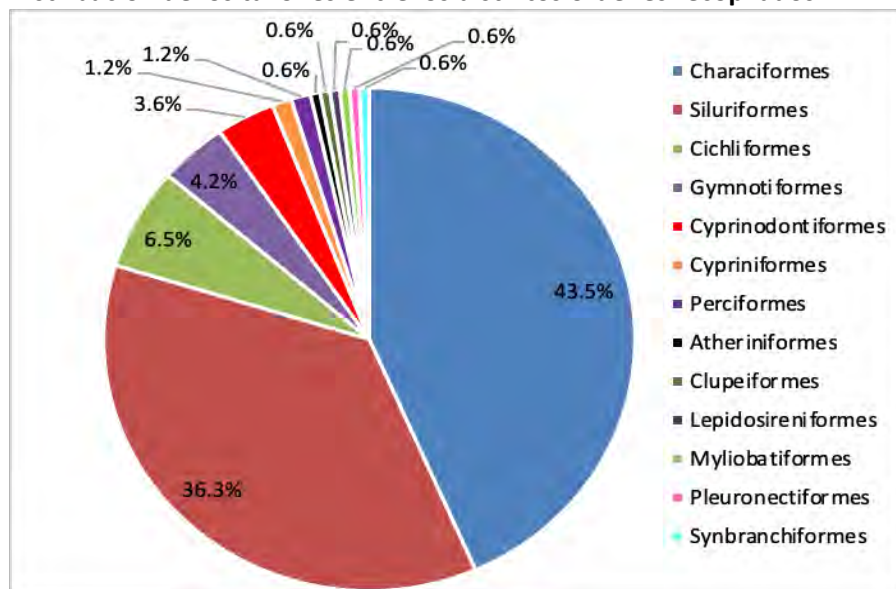
Especies registradas en el Área de Influencia Indirecta – Cuenca baja del río Paraguay

Orden	Familia	Especie	IUCN	Exótico	Fuente
		<i>Hypophthalmus edentatus</i>			2, 5
		<i>Hypophthalmus oremaculatus</i>	LC		2
		<i>Luciopimelodus pati</i>			1, 2
		<i>Pimelodus albicans</i>			1, 2, 5
		<i>Pimelodus argenteus</i>	LC		1
		<i>Pimelodus maculatus</i>	LC		1, 2
		<i>Pimelodus ornatus</i>			1, 5
		<i>Pseudoplatystoma cf. fasciatum</i>			1
		<i>Pseudoplatystoma corruscans</i>			1, 2, 5
		<i>Pseudoplatystoma reticulatum</i>			2, 5
		<i>Sorubim lima</i>	LC		1, 2, 5
		<i>Steindachneridion scriptum</i>			2
		<i>Zungaro jahu</i>			2
	Pseudopimelodidae	<i>Pseudopimelodus mangurus</i>	LC		2
	Trichomycteridae	<i>Tridentopsis cahuali</i>			5
		<i>Tridentopsis pearsoni</i>			1
Synbranchiformes	Synbranchidae	<i>Synbranchus marmoratus</i>	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)

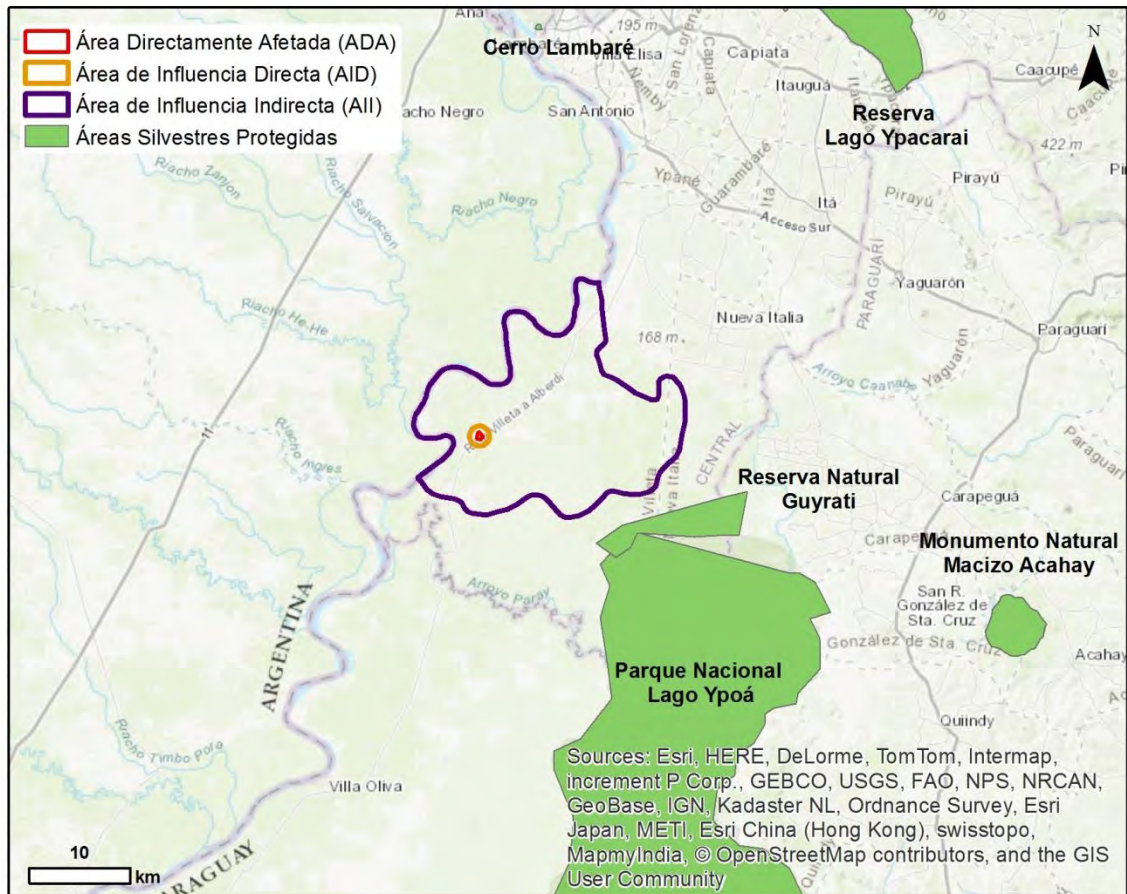
La Ley N° 352/94 de Áreas Silvestres Protegidas (ASP) tiene como objetivo fijar normas generales para la regulación y manejo del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Paraguay (SINASIP). El SINASIP es el conjunto de Áreas Silvestres Protegidas de relevancia ecológica y social, a nivel internacional, 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 SINASIP⁹, 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.

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 N° 5450, rectificado por Decreto N° 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, riparias, 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*, *Panicum*, *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*).

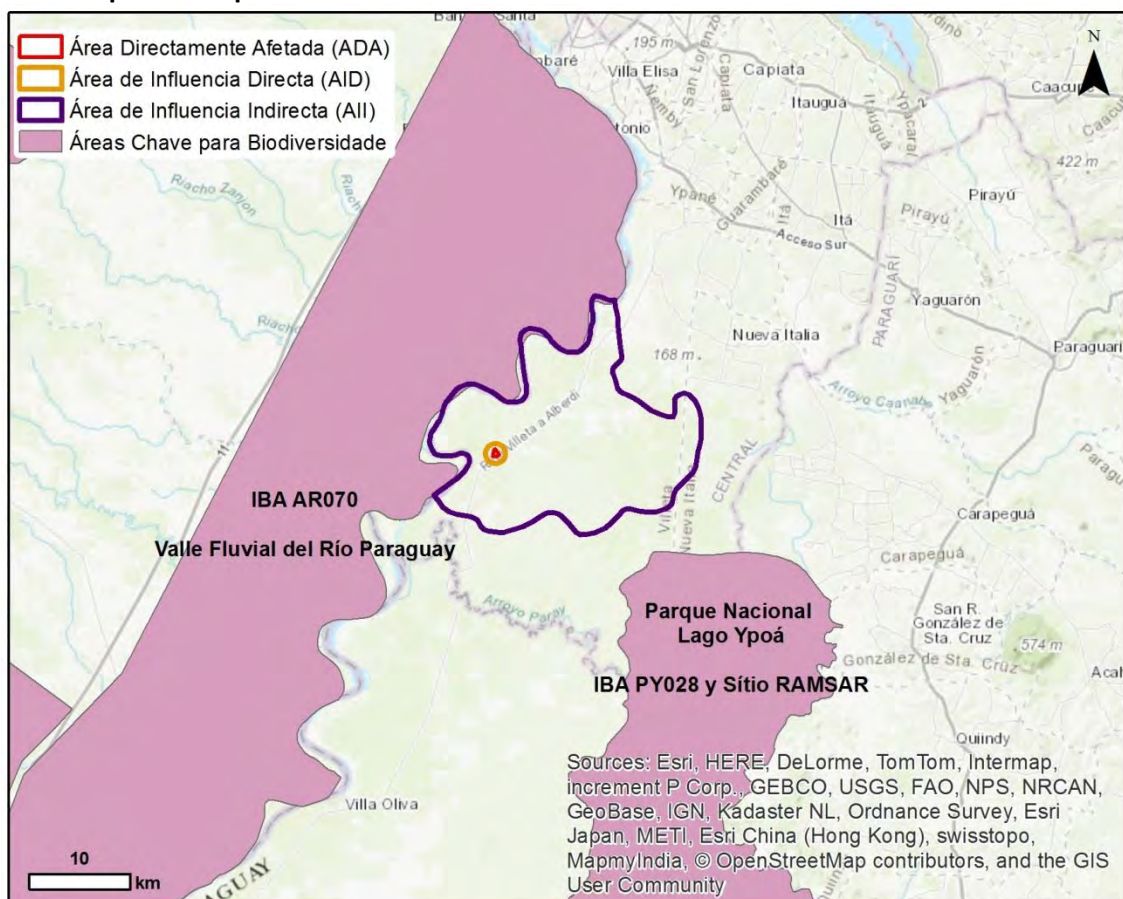
5.3.4.2

Otras Áreas de Interés para la Biodiversidad

Además de las Áreas Silvestres Protegidas, hay cerca del AI 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 N° 11 en Argentina.

Según *BirdLife International* (2023¹⁰), 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.

5.3.5

Análisis de hábitat crítico

El análisis de hábitat crítico (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 ($\geq 0,5\%$ 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, 2010¹¹)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

(Area of Occupancy/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 $\geq 50\%$ o $\geq 70\%$, 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.

¹³La 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 especies¹⁴.

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 AID¹⁵, y el 0.3% del total de vegetación nativa del AII¹⁶.

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 *Prionomys 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 bases 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

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

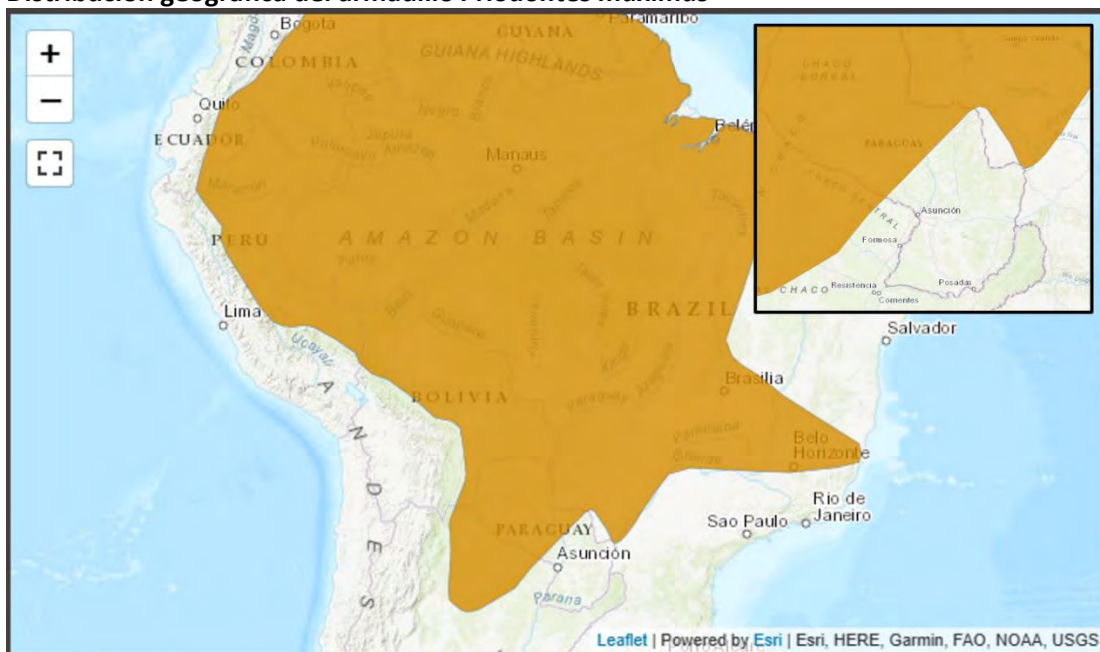
Distribución geográfica del taguá *Catagonus wagneri*



Fuente: UICN (*Catagonus wagneri* (Chacoan Peccary) (iucnredlist.org))

Figura 5.3.5.1.b

Distribución geográfica del armadillo *Prionomys maximus*



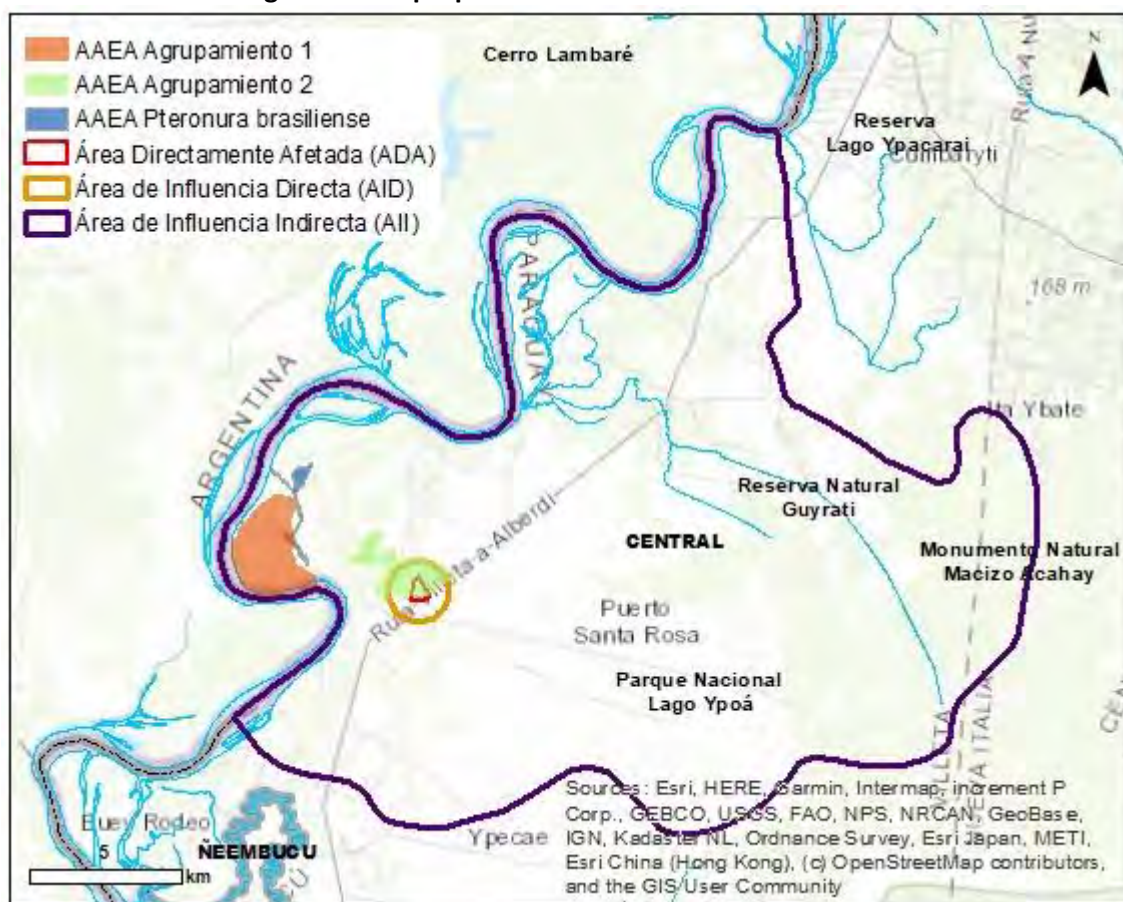
Fuente: UICN (*Prionomys maximus* (Giant Armadillo) (iucnredlist.org))

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.

Figura 5.3.5.1.c

Área de análisis ecológicamente apropiada utilizada en la verificación de los umbrales



Fuente: Elaboración propia.

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	<i>Pteronura brasiliensis</i>	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, GBIF 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	<i>Alectrurus risora</i>	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.	IUCN, GBIF, BirdLife
Mammalia	<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	Oso Hormiguero Gigante	Secundario	VU (IUCN)	2	Habita regiones de bosques húmedos y secos, sabanas y campos abiertos.	Ocurre en 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 Umeko es el ambiente preferible para la especie (LAINO <i>et al.</i> , 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 el 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, GBIF; Desbiez & Medri, 2010; Smith, 2012; Laino <i>et al.</i> , 2020

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	<i>Leopardus tigrinus</i>	Jaguarate'i	Secundario	VU (IUCN)	2	Ocorre 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 (<i>L. pardalis</i>) el número de individuos de <i>L. tigrinus</i> 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, GBIF
Mammalia	<i>Tapirus terrestris</i>	Mborevi	Secundario	VU (IUCN)	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, GBIF
Mammalia	<i>Tayassu pecari</i>	Tañykati	Secundario	VU (IUCN)	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 <i>et al.</i> (2004) encontraron 7.5 ind./km² y 9.6 ind./km². Desbiez <i>et al.</i> (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, GBIF

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	<i>Blastocerus dichotomus</i>	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 <i>et al.</i> (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 el 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 <i>et al.</i> (2012)

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 $\geq 10\%$ 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, $\geq 1\%$ 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 $\geq 10\%$ 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.

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 UICN¹⁷.

La GN80 define los límites del marco como HC según el Criterio 4: (a) áreas que representan $\geq 5\%$ 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 MapBiomias.

Según los últimos levantamientos realizados por el proyecto MapBiomias Chaco²⁰, en 2022 la cobertura vegetal nativa en todo el Chaco (incluyendo todas las formaciones nativas) es de 846,056.26 km², y en Paraguay el total es el 230,136.76 km².

En el Bosque Atlántico, el mapeo realizado en 2022 por el proyecto MapBiomias Bosque Atlántico²¹ indicó una cobertura vegetal nativa total de 548,988.69 km² en todo el ecosistema (incluyendo todas las formaciones nativas) y del 40,636.63 km² 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 fitofisnomías 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.

¹⁷ [IUCN Ecosystems \(iucn.org\)](https://www.iucn.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 [MapBiomias Chaco](#)

²¹ [MapBiomias 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:

- *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**).

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**.

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 (Ypeka'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 km². 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



Villeta se divide en 12 compañías: Naranjaisy, Valle Po'i, Senda, Tacuaty, Guazú Korá, Tacuruty, Ypeka'e, Surubi'y, Cumbarity, Ita Ybaté, Guyratí 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/km ²	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
Departamento 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%.

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 Po'i, Takurutu, Ypeka'e, Surubi'y, 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.



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.

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 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.

Tabla 5.4.1.4.a

**Hogares del Departamento Central según tenencia de la vivienda y bienes duraderos.
Período 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: DGECC 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.

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.

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

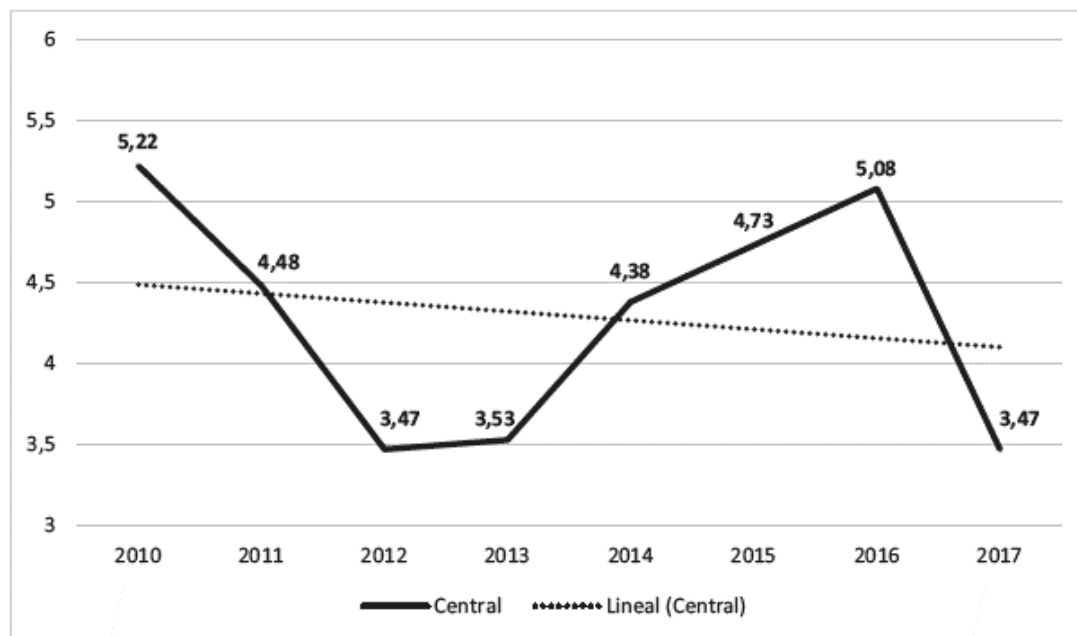
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Tasa de homicidios	5,22	4,48	3,47	3,53	4,38	4,73	5,08	3,47
Tasa de hechos punibles contra la propiedad	124,95	149,54	143,8	128,87	148,25	174,42	218,37	210,03

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

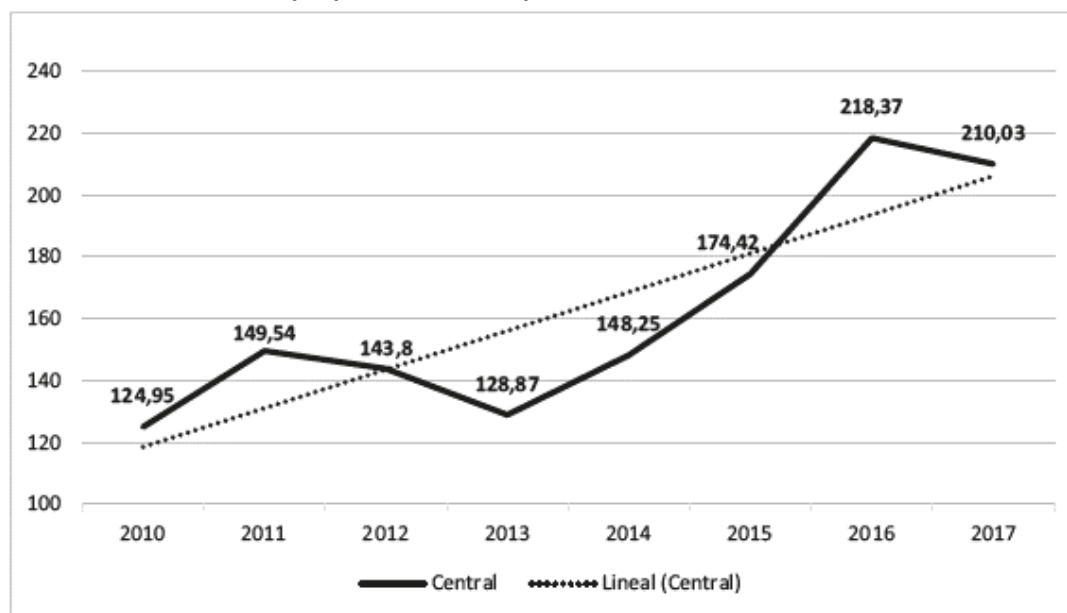
Tasa de homicidios dolosos en el Departamento Central cada cien mil habitantes



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.

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 Económicamente Activa - PEA	Tasa de actividad (%)	Población Ocupada - PO	Tasa de ocupación (%) PO/PEA	Población desocupada - 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%.

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

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

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
Empleador o patrón	5.0	5.3	6.2
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	Paraguari	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.

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 toneladas²².

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

²² <https://www.ip.gov.py/ip/jefe-de-estado-visita-la-mayor-planta-de-procesamiento-de-soja-ubicada-en-villeta/>

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.

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 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 aceites 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 biodiésel. 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.

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 Ypeka'e, 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 Ypo'a 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 acarrear 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.

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.

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.

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

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

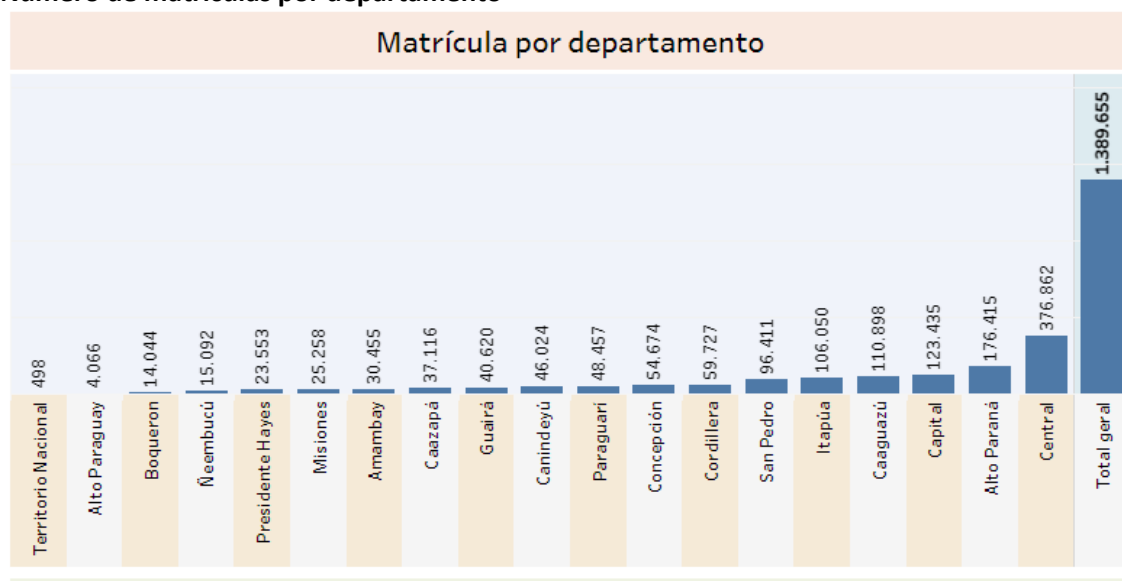
Fuente: DGEEC Encuesta Permanente de Hogares Continua 2017 - 2019. Promedio anual

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 Ciencias²³, 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

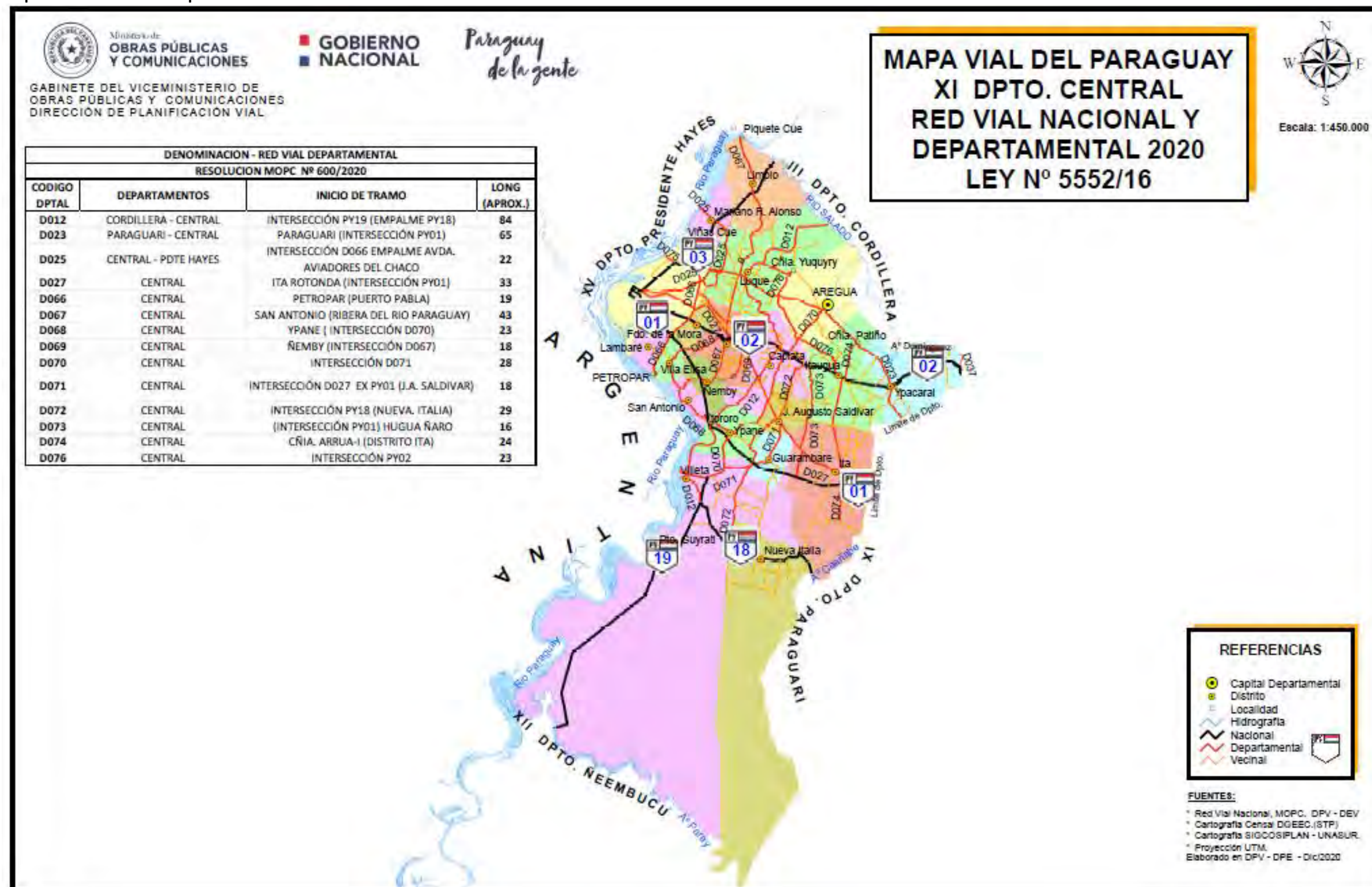
La red vial del Departamento Central se muestra a continuación en la **Figura 5.4.1.6.3.1.a**.

Las dos carreteras principales que llegan al municipio de Villeta son las Rutas Nacionales PY18 y PY19.

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 lugar²⁴.



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

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.

barcazas fluviales de todo tipo (para cargas al granel, secos, líquidos y gaseosos y 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
Hidro vía Paraná-Paraguay en Sudamérica



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, 2014²⁶), 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>.

extiende de octubre a febrero, con niveles extremos entre los meses de diciembre y enero (ANA²⁷; CPRM, 2015²⁸).

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 Pyré (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, 2010²⁹).

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, 2016³⁰) 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, 2016³¹), 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).

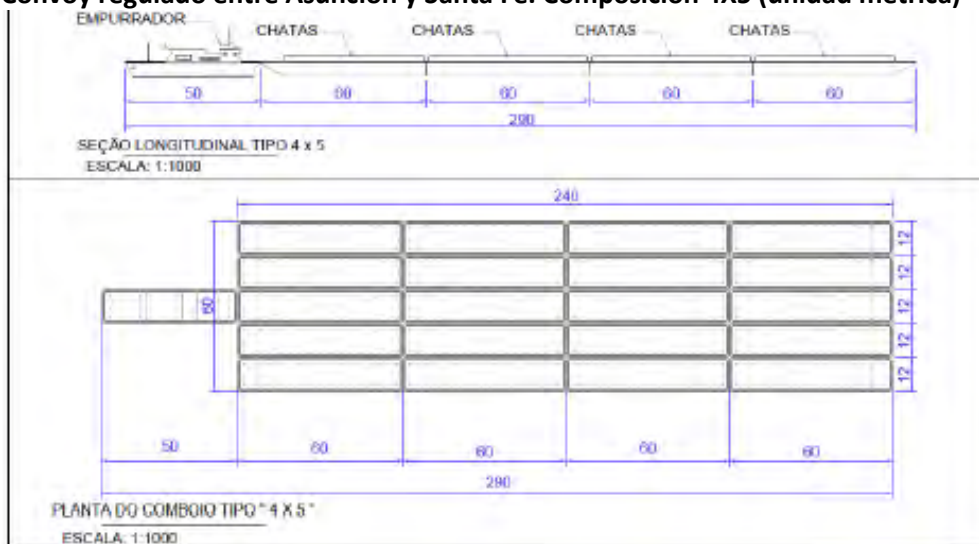
³⁰ ARGENTINA. Secretaría de Transporte de la Nación. Subsecretaría de Puertos y Vías Navegables. Información de rutas navegables. 2016b. Disponible en: <http://www.sspyn.gov.ar/sspyvn/>.

³¹ CIH. COMITÊ GOVERNAMENTAL DA HIDROVIA PARAGUAI-PARANÁ. Disponible en: http://cicplata.org/?id=hpp_mi.

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 barcasas y casi todo el año con calado máximo de 10 pies. El tráfico aguas arriba hasta Asunción posee la componente de buques y barcasas 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.

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

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.

puertos de origen y destino localizados fuera de los límites de la misma. La mayoría de esta 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.

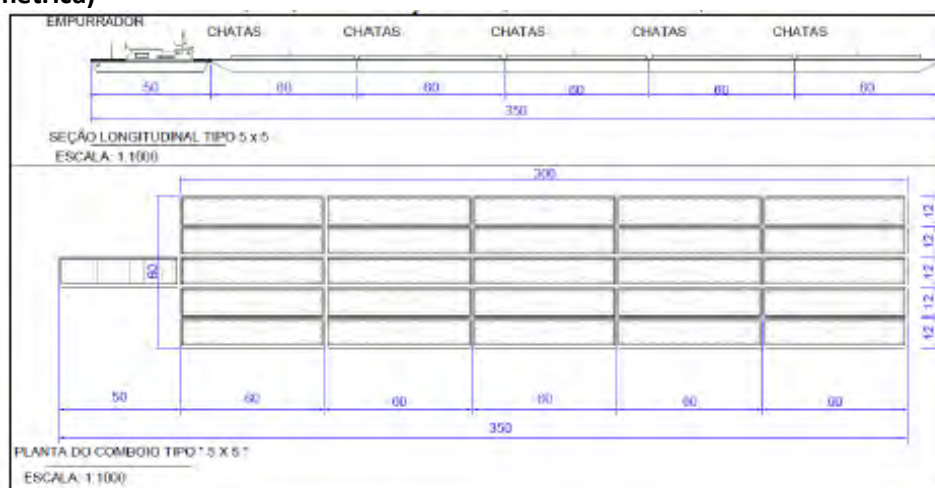
Tramo Santa Fe a Nueva Palmira:

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.

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.*, 2015³³).

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, 2016³⁴).

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.

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,

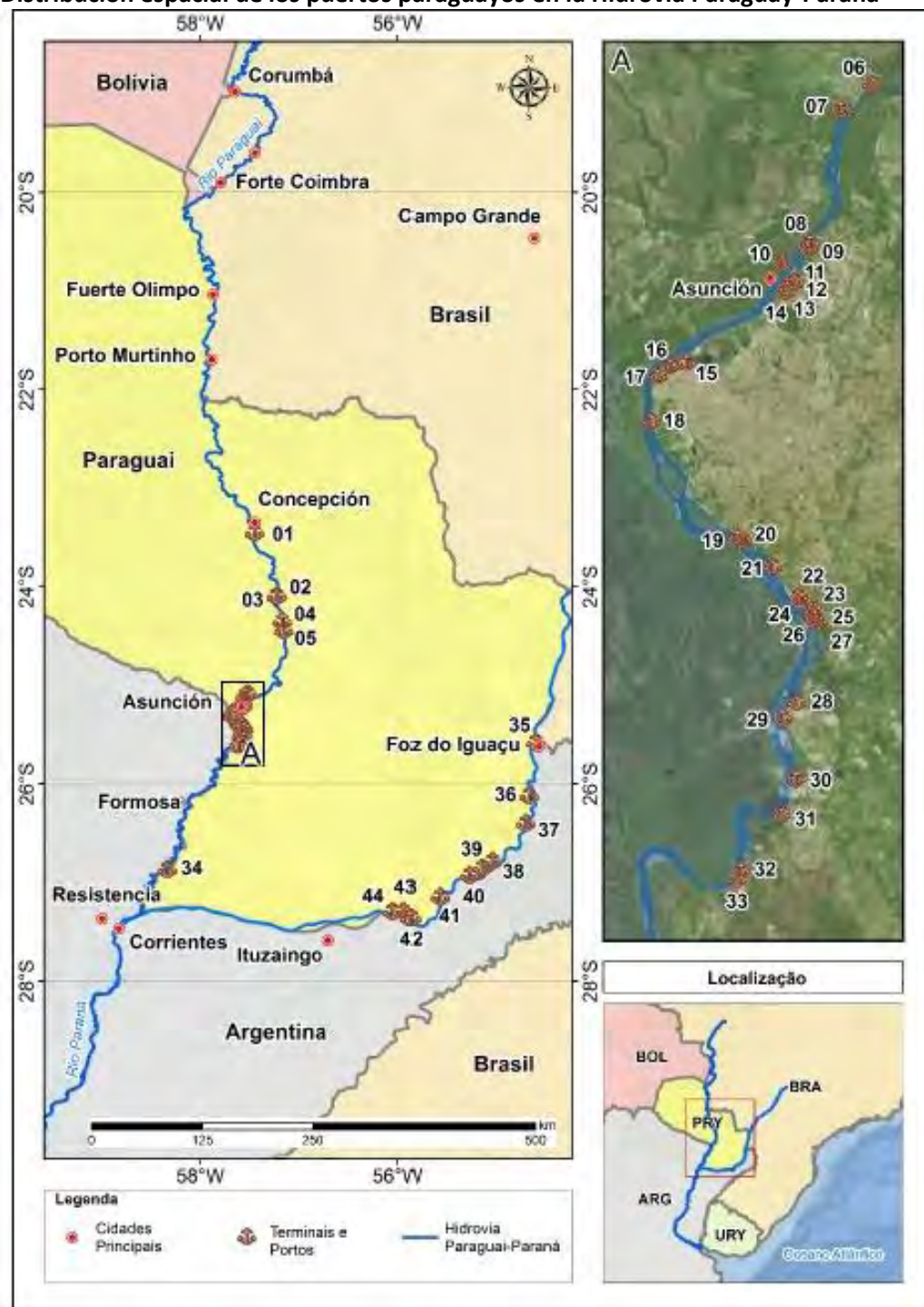
³⁵ BAFILM. Puente Zarate Brazo Largo. Disponible en: <http://www.bafilm.com.ar/locacion/zarate/131-puente-zarate-brazo-largo>.

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.

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 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	Complejo 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 Terport³⁷; Mundo Marítimo - Toda la Información Marítima de Latinoamérica³⁸).

En cuanto a infraestructura, Terport tiene un muelle de 200 m de largo y 31 metros de ancho y un depósito de 1.800 m² 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 dolfinos 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).

³⁷ <http://www.terport.com.py/es/villeta>.

³⁸ <https://www.mundomaritimo.cl/>.

Según la información obtenida en consulta con Terport, el tiempo de viaje en Hidrovía desde el puerto en Villetea hasta el puerto en Uruguay es de 5-6 días de bajada y 7-8 días de subida.

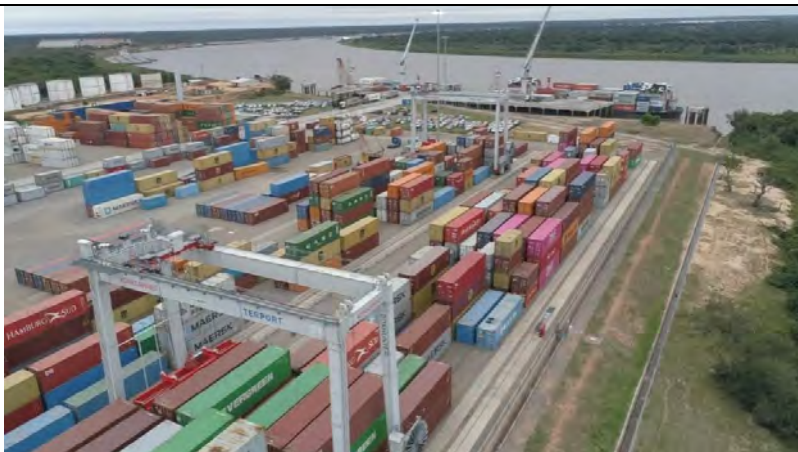


Foto 03: Vista del patio de contenedores de TERPORT (Fuente: Página web oficial de Terport).



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.

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

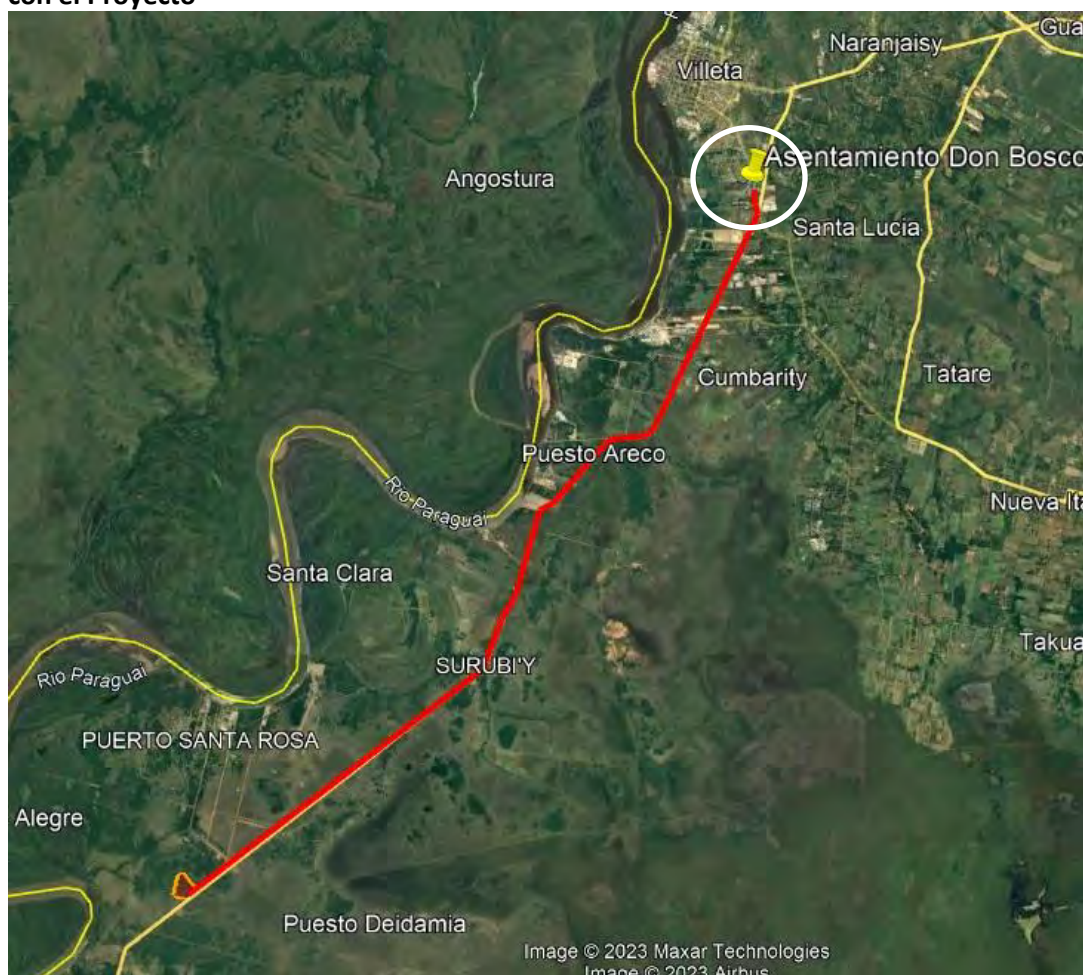


Fuente: Instituto Paraguayo del Indígena y Federación por la Autodeterminación de los Pueblos Indígenas (FAPI).

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 Paraguay³⁹.

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 encontrada⁴⁰, 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>

5.4.1.9

Patrimonio Arqueológico y Cultural⁴¹

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.

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).

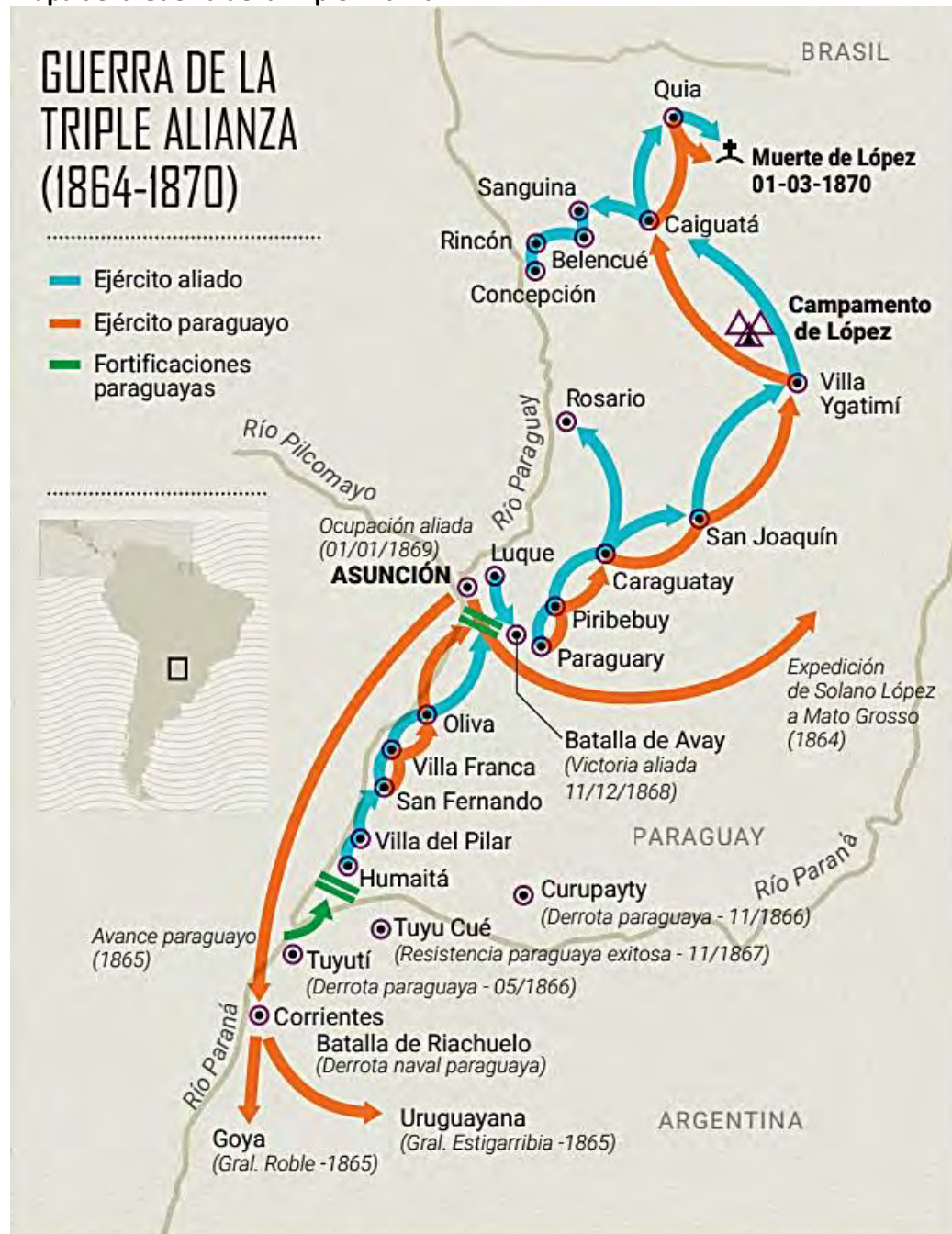
Estos eventos y narraciones, consideran a la zona de Villeta como un sitio arqueológico⁴² de campos de batallas, donde todavía esos eventos están presentes en la memoria colectiva,

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.

además, es sitio de estudio de historiadores, y presenta monumentos a mártires que cayeron. 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 arqueológica⁴³ 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**).

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)

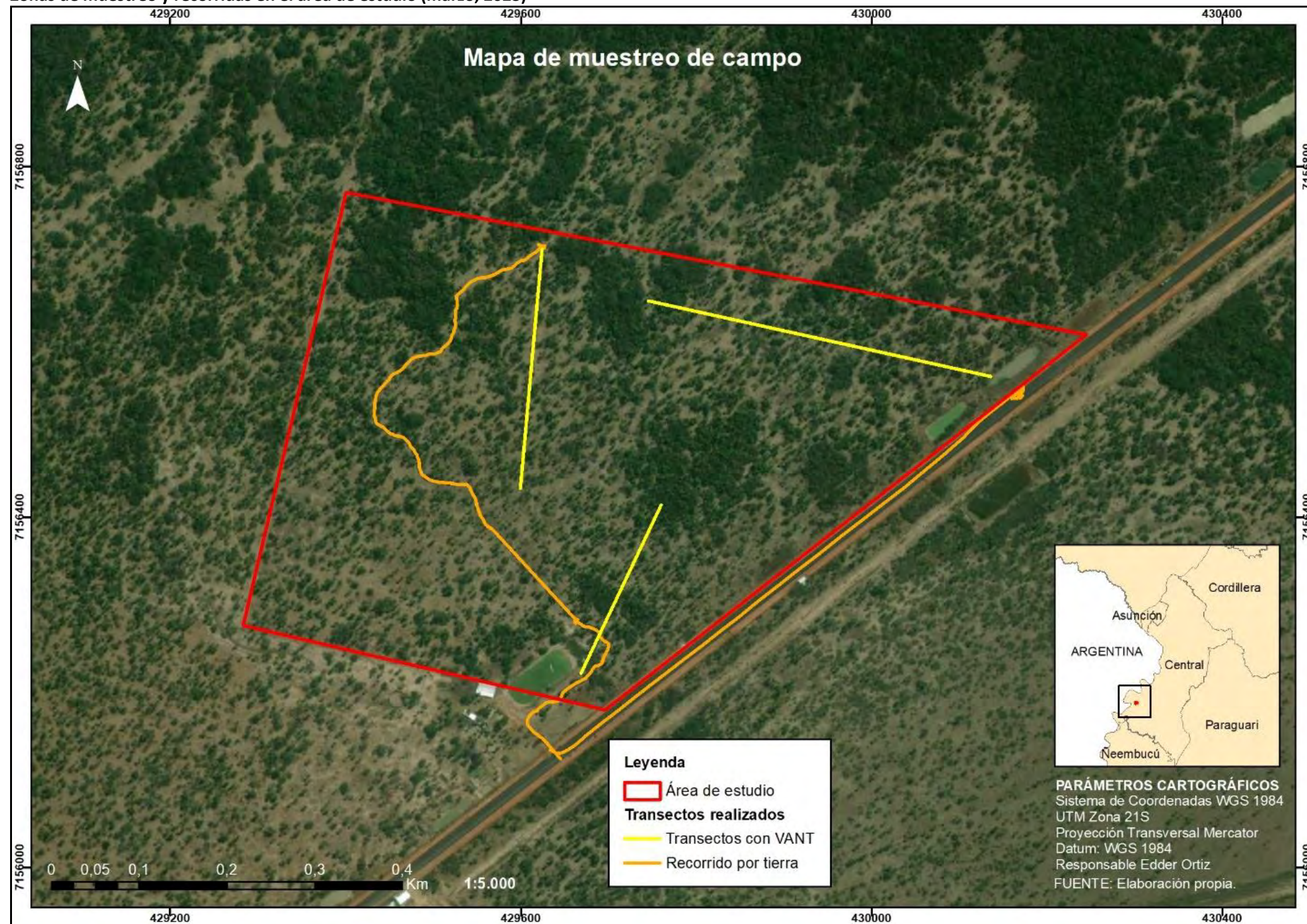


Figura 5.4.1.9.3.b

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 arqueológica 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 encontrarse 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 N° 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 Preventiva⁴⁷, 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 arqueológico⁴⁸ como lo indica la salvaguarda cultural, quien evaluará el potencial arqueológico⁴⁹ 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**.

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).

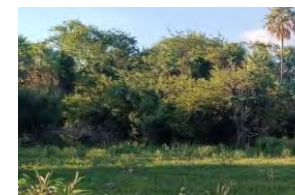
La AID también incluye la Ruta Nacional PY19, que está asfaltada y en buenas condiciones de circulación, con señales de tráfico y presencia de arcén (**Fotos 10 y 11**).

Figura 5.4.2.1.a
Uso y ocupación del suelo en el AID

Sabana



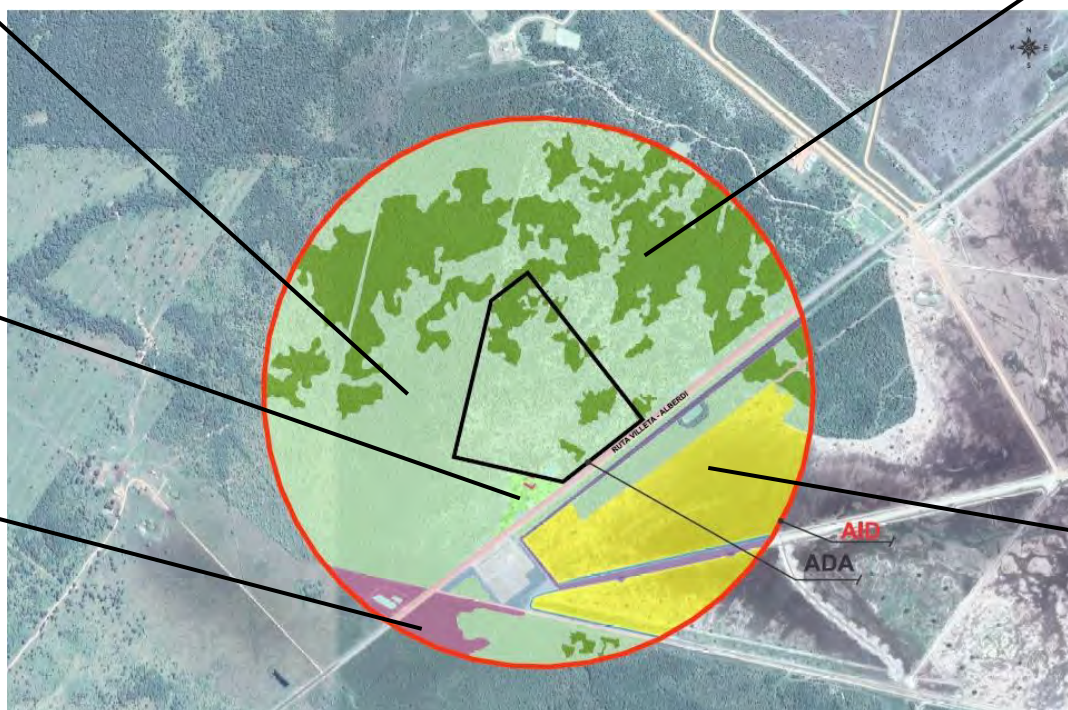
Bosque sub húmedo



Uso silvopastoril



Pasto

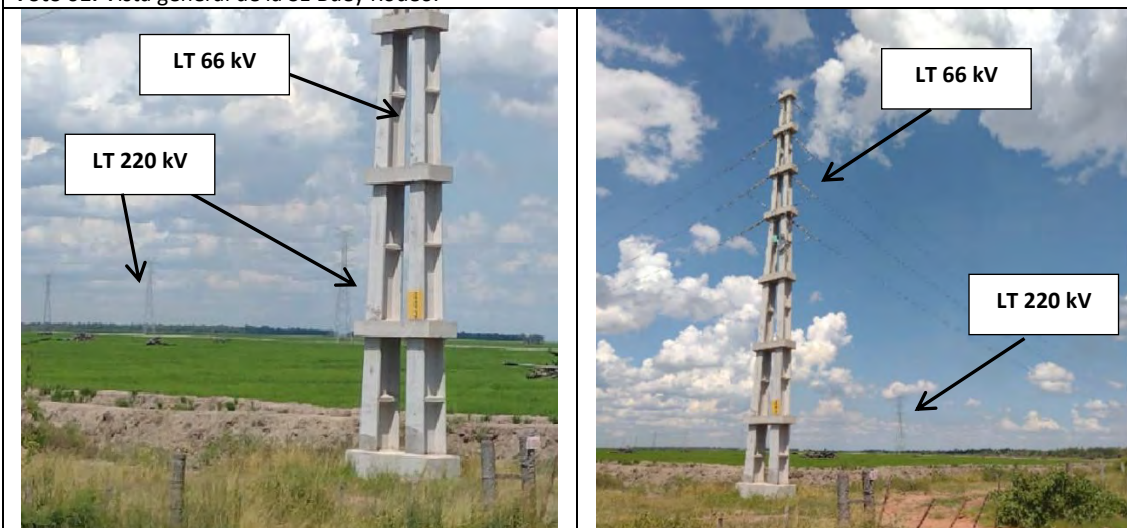


Cultivo (arroz)





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

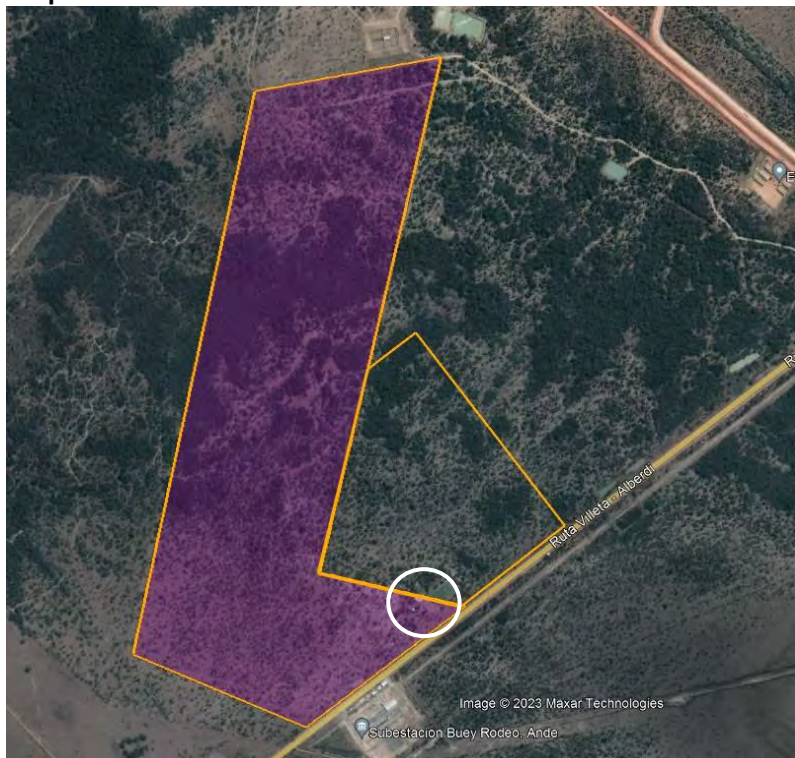




Foto 12: Propiedad vecina al terreno de ATOME.

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:

- **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, descritos 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.

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.

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.