

Expte. N°100.392/26/SEA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Etapa de Construcción y Operación

PROYECTO: NUEVA URBANIZACIÓN KAIKEN SUR

Ubicación: Estancia Santa Margarita (PC 071-0000-1133), Provincia de Santa Cruz

Proponente: LAGO VIEDMA SA/ GRUPO FARO VERDE

Consultora Ambiental: SENSEI AMBIENTAL SA

Registro Provincial N°902.333/JMG/14

Fecha de Emisión: Abril 2026

CAPITULO I - Profesionales intervinientes responsables del Estudio

ÍNDICE

1.1. INTRODUCCIÓN 3
1.2. PROFESIONALES INTERVINIENTES RESPONSABLES DEL ESTUDIO 3

Tablas

Tabla 1. Profesionales intervinientes..... 4

1.1. INTRODUCCIÓN

La empresa LAGO VIEDMA S.A. presenta en carácter de declaración jurada el Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Urbanización KAIKEN SUR ubicado en Ea. Santa Margarita, Departamento Lago Argentino, Santa Cruz, para ser presentado ante la Secretaría de Estado de Ambiente de la provincia de Santa Cruz.

El informe fue elaborado por SENSEI AMBIENTAL SA, cumpliendo con los requerimientos de complejidad para categoría II, según tipología de estudios de impacto ambiental indicados en el Anexo VIII, del Decreto Reglamentario 007/06 de la Ley Provincial N°2.658 de Evaluación de Impacto Ambiental.

Durante el mes de mayo de 2026 se realizaron los relevamientos en campo a fin de caracterizar los distintos factores ambientales. Esta caracterización incluye factores del medio físico, biótico, sociocultural y antrópico. Los datos de campo se relevaron con listas de chequeo, equipo GPS, se realizó el registro fotográfico y tomas aéreas con equipo aéreo no tripulado. Se han considerado también la información del proyecto proporcionada por LAGO VIEDMA S.A.

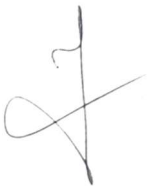
Se elaboró la cartografía correspondiente al área de estudio utilizando el software para sistemas de información geográfica (QGis Desktop versión 4.0.2-Norrkopping). La proyección utilizada corresponde al Sistema de coordenadas geográficas - Datum WGS84. Se presenta en formato vectorial SHP.

1.2. PROFESIONALES INTERVINIENTES RESPONSABLES DEL ESTUDIO

El informe fue elaborado por SENSEI AMBIENTAL. Su equipo interdisciplinario se encuentra inscripto en el Registro de Profesionales en Estudios Ambientales de la Secretaría de Estado de Ambiente de Santa Cruz, bajo expediente N°902.333/JMG/14, renovado por Disposición N° 558-SEA/24, según Anexo 05/02, de la Ley Provincial N°2.567.

En la siguiente tabla se presentan los profesionales que han participado de la elaboración del informe y las funciones/disciplinas desarrolladas:

PROFESIONALES RESPONSABLES DEL PROYECTO					
Apellido	Nombre	Título Habilitante	N° Inscripción	Función	Firma
Marucco	Rubén Darío	Tec. Superior En Industrias Alimentarias	558-SEA/24	Director De Proyecto	

Mansilla	Marcela Alejandra	Ing. En Recursos Naturales Renovables	558-SEA/24	Coordinación De Proyecto. Medio Biótico e Instalaciones	
Ninkovic	Lila	Geóloga	558-SEA/24	Geología	
Jancich	Ivana	Tec. Sup. en Gestión y Evaluación Ambiental	558-SEA/24	Edición de Gabinete	
Carballo	Flavia Marina	Dra. en Ciencias Naturales con orientación en Arqueología.	054-SEA/23	Especialista Arqueológico	
Belardi	Juan Bautista	Doc. en Cs. Antropológicas con orientación en Arqueología.	054-SEA/23	Especialista Arqueológico	

ASISTENTES TÉCNICOS				
APELLIDO	NOMBRE	TÍTULO HABILITANTE	N° Inscripción	FUNCIÓN
Marucco	Martín Nicolas	Lic. En Seguridad e Higiene	558-SEA/24	Coordinación de Logística y Seguridad

Tabla 1. Profesionales intervinientes.

CAPITULO II - Datos identificatorios y descripción del Proyecto

ÍNDICE

CAPÍTULO II: DATOS IDENTIFICATORIOS Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 8
2.1. INTRODUCCIÓN 8
2.2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 8
2.2.1. UBICACIÓN Y COORDENADAS 8
2.2.2. SUPERFICIES Y ACTORES INVOLUCRADOS 10
2.2.3. ENCUADRE LEGAL Y ADMINISTRATIVO 10
2.3. RESTRICCIONES HIDROLÓGICAS, LÍNEA DE RIBERA Y NO INUNDABILIDAD 11
2.3.1. CERTIFICACIÓN DE NO INUNDABILIDAD 11
2.3.2. DELIMITACIÓN DE LÍNEA DE RIBERA 11
2.3.3. TRAZADO URBANO, ZONIFICACIÓN E INDICADORES 11
2.4. FASE 1: CONSTRUCTIVA Y OBRAS DE INFRAESTRUCTURA 12
2.4.1. INSTALACIÓN DEL OBRADOR PRINCIPAL E INFRAESTRUCTURA TEMPORAL 12
2.4.2. DISTRIBUIDORES DE ACCESO Y ROTONDAS SOBRE RUTA PROVINCIAL N° 23 12
2.4.3. HELIPUERTO TÉCNICO DE EMERGENCIA 13
2.4.4. BALANCE DE RECURSOS NATURALES Y MATERIAS PRIMAS DE CONSTRUCCIÓN 13
2.4.5. INGENIERÍA DE MOVIMIENTO DE SUELOS (ETAPAS 1, 2 Y 3) 14
2.4.6. RELLENO Y CONSOLIDACIÓN DE CAMINOS (CALLES Y BOULEVARDS) 15
2.4.7. CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA (POZOS DE EXPLOTACIÓN) 15
2.4.8. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE Y SISTEMA DE REGULACIÓN 16
2.4.9. CENTRAL DE GENERACIÓN TÉRMICA OFF-GRID 18
2.4.10. INFRAESTRUCTURA DE TELECOMUNICACIONES Y FIBRA ÓPTICA 21
2.4.11. PLANTA DE TRATAMIENTO DE LÍQUIDOS CLOACALES 21
2.5. FASE 2: OPERATIVA Y FUNCIONAMIENTO URBANO 31
2.5.1. LOGÍSTICA DE OPERACIÓN DE LA USINA CENTRAL TÉRMICA OFF-GRID 31
2.5.2. CICLO DE EXPLOTACIÓN Y POTABILIZACIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA 32
2.5.3. OPERACIÓN DE LA PLANTA CLOACAL E INFILTRACIÓN SUBTERRÁNEA 32
2.5.4. OLORES ASOCIADOS A LA INFRAESTRUCTURA DE SANEAMIENTO 33
2.5.5. CICLO DE VAPORIZACIÓN Y REGULACIÓN DE LA PLANTA DE GLP 33
2.5.6. LOGÍSTICA URBANA DE GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS (RSU) 33
2.5.7. OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MOVILIDAD DE BAJO IMPACTO 34
2.5.8. OTROS ASPECTOS RELEVANTES DESDE LA ÓPTICA AMBIENTAL 34
2.5.9. MATRIZ CONSOLIDADA DE ETAPABILIDAD TÉCNICA DEL PROYECTO 35
2.6. MATERIAS PRIMAS, INSUMOS Y PRODUCTOS 39
2.6.1. MATERIAS PRIMAS, INSUMOS Y PRODUCTOS FASE CONSTRUCTIVA 39
2.6.2. MATERIAS PRIMAS, INSUMOS Y PRODUCTOS FASE OPERATIVA 42
2.7. RESIDUOS Y EFLUENTES GENERADOS 44
2.7.1. FASE CONSTRUCTIVA (MOVIMIENTOS DE SUELO, LOTEO E INFRAESTRUCTURA) 44
2.7.2. FASE OPERATIVA (USO RESIDENCIAL Y MANTENIMIENTO URBANO) 50
2.8. PERSONAL AFECTADO AL PROYECTO Y LUGAR DE RESIDENCIA 56
2.8.1. CUANTIFICACIÓN DEL PERSONAL (FASE CONSTRUCTIVA) 56
2.8.2. LUGAR DE RESIDENCIA 56
2.9. CONDICIONES Y MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO. RIESGOS ESPECÍFICOS DE LA ACTIVIDAD 57
2.9.1. CONDICIONES Y MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO (CyMAT) 57
2.9.2. PROGRAMA DE PROTECCIÓN Y CONTROL EN OBRA (CyMAT) 59

Tablas

Tabla 2. Ubicación de pozos de captación de agua subterránea. 16

Tabla 3. Cálculo de caudales y coeficientes de punta por etapa. *23*

Tabla 4. Parámetros de vuelco del efluente tratado. *24*

Tabla 5. Matriz Consolidada de Etapabilidad Técnica del Proyecto. *38*

Tabla 6. Riesgos durante fase operativa. *59*

Imágenes

Imagen 1. Mapa Ubicación General Proyecto Urbanístico Kaiken Sur. Elaboró: SENSEI AMBIENTAL, 2026. ..... *9*

Imagen 2. Mapa de Infraestructura Proyecto Urbanístico Kaiken Sur. Elaboró: SENSEI AMBIENTAL, 2026. *9*

Imagen 3. Mapa de Infraestructura Proyecto Urbanístico Kaiken Sur. Elaboró: SENSEI AMBIENTAL, 2026. ..... *10*

Imagen 4. Esquema del proceso de tratamiento de efluentes. *25*

Imagen 5. Lay out preliminar para la depuración de líquidos cloacales de la población máxima. *28*

Imagen 6. Líneas de flujo. *29*

Imagen 7. Unidades por etapa *31*

CAPÍTULO II: DATOS IDENTIFICATORIOS Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1. INTRODUCCIÓN

El presente capítulo expone la caracterización técnica, dimensional y operativa del "Proyecto Urbanístico KAIKEN SUR". La ingeniería de detalle, el diseño arquitectónico, zonificación e indicadores urbanísticos que estructuran el *masterplan* han sido desarrollados por el proponente LAGO VIEDMA S.A. / GRUPO FARO VERDE, junto con el estudio de arquitectura ASZ Arquitectos - VSA.

El equipo de consultoría ambiental de SENSEI AMBIENTAL SA ha procedido a la sistematización, auditoría y análisis técnico de dicha documentación. El objeto de este apartado es consolidar la descripción formal del proyecto y evaluar su inserción en el territorio, sirviendo como base cuantitativa y procedimental para contrastar los requerimientos de infraestructura con la capacidad de carga del sitio analizada en las matrices de impacto ambiental.

El alcance, estructuración y desglose de los componentes de ingeniería presentados en este capítulo se ajustan a los contenidos mínimos determinados para los Estudios de Impacto Ambiental de Categoría II, en concordancia con los procedimientos administrativos de la Secretaría de Estado de Ambiente de la Provincia de Santa Cruz. El proyecto responde formalmente al rubro de "Servicios de turismo, villas turísticas, aldeas de montaña y similares", encuadrándose legalmente en los alcances de la Ley Provincial N°3213 de loteos en áreas rurales.

2.2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.2.1. UBICACIÓN Y COORDENADAS

El Proyecto Urbanístico KAIKEN SUR se emplaza en la Provincia de Santa Cruz, Departamento III (Lago Argentino), en la Zona Norte del Río Santa Cruz, sobre la Ruta Provincial N°23 (actualmente pavimentada y denominada Ruta Provincial N°41). El desarrollo se localiza específicamente en el sector sur de la Estancia Santa Margarita, sobre la parcela rural identificada con la Matrícula Catastral 071-0000-1133. Las coordenadas geográficas de referencia central para el polígono de intervención corresponden a los 49°25'49.54" S y 72°43'17.49" O (sistema de referencia WGS84).

Se muestra a continuación los mapas de ubicación general e infraestructuras del Proyecto Urbanístico KAIKEN SUR.

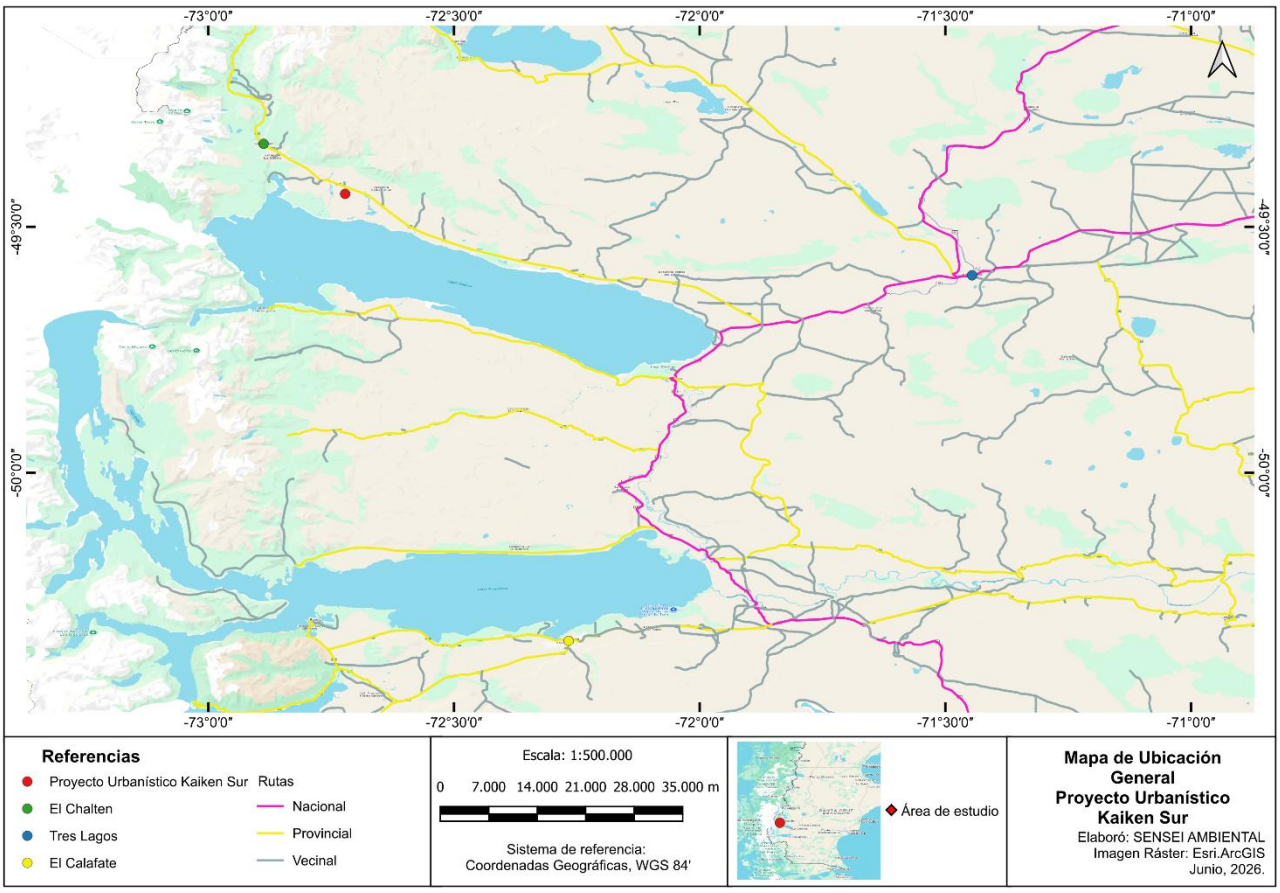


Imagen 1. Mapa Ubicación General Proyecto Urbanístico Kaiken Sur. Elaboró: SENSEI AMBIENTAL, 2026.

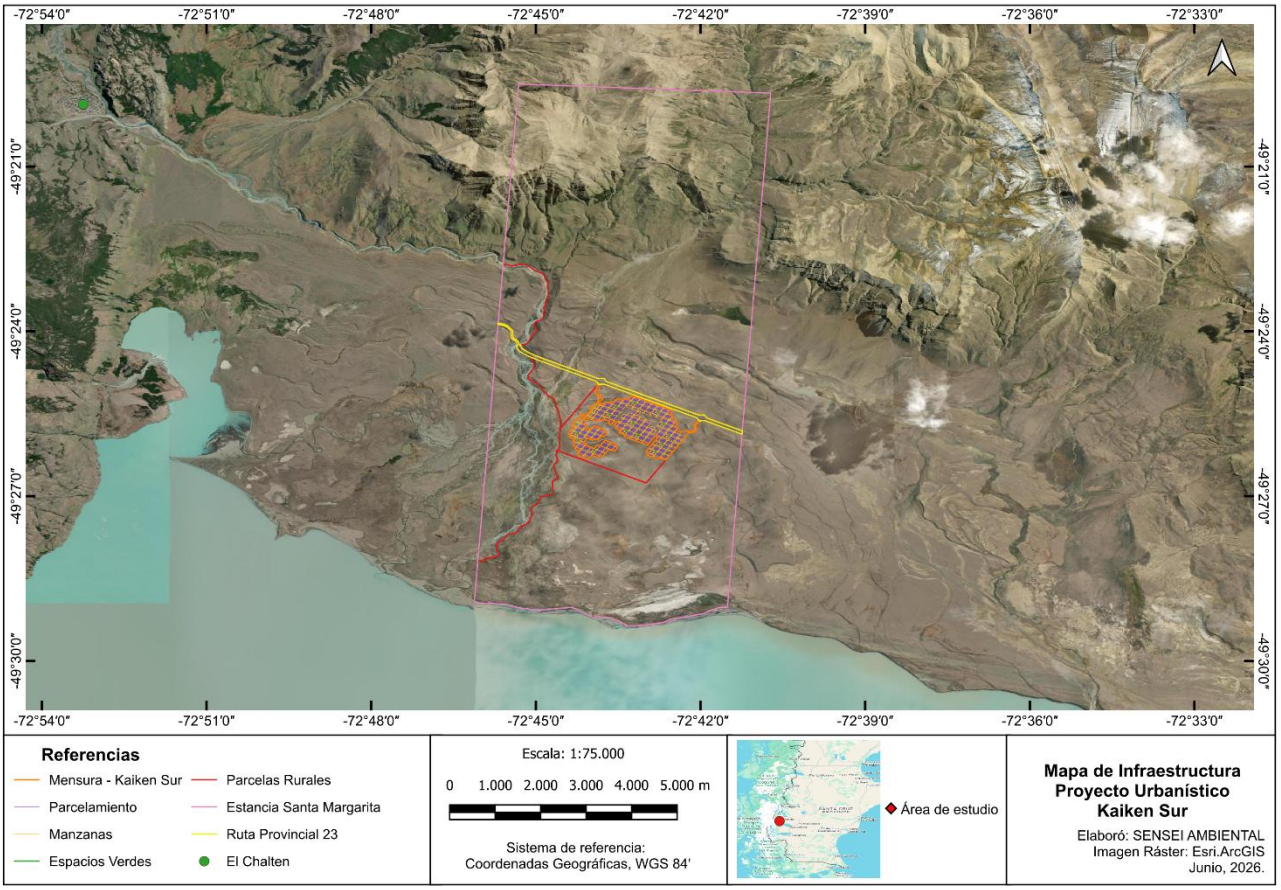


Imagen 2. Mapa de Infraestructura Proyecto Urbanístico Kaiken Sur. Elaboró: SENSEI AMBIENTAL, 2026.

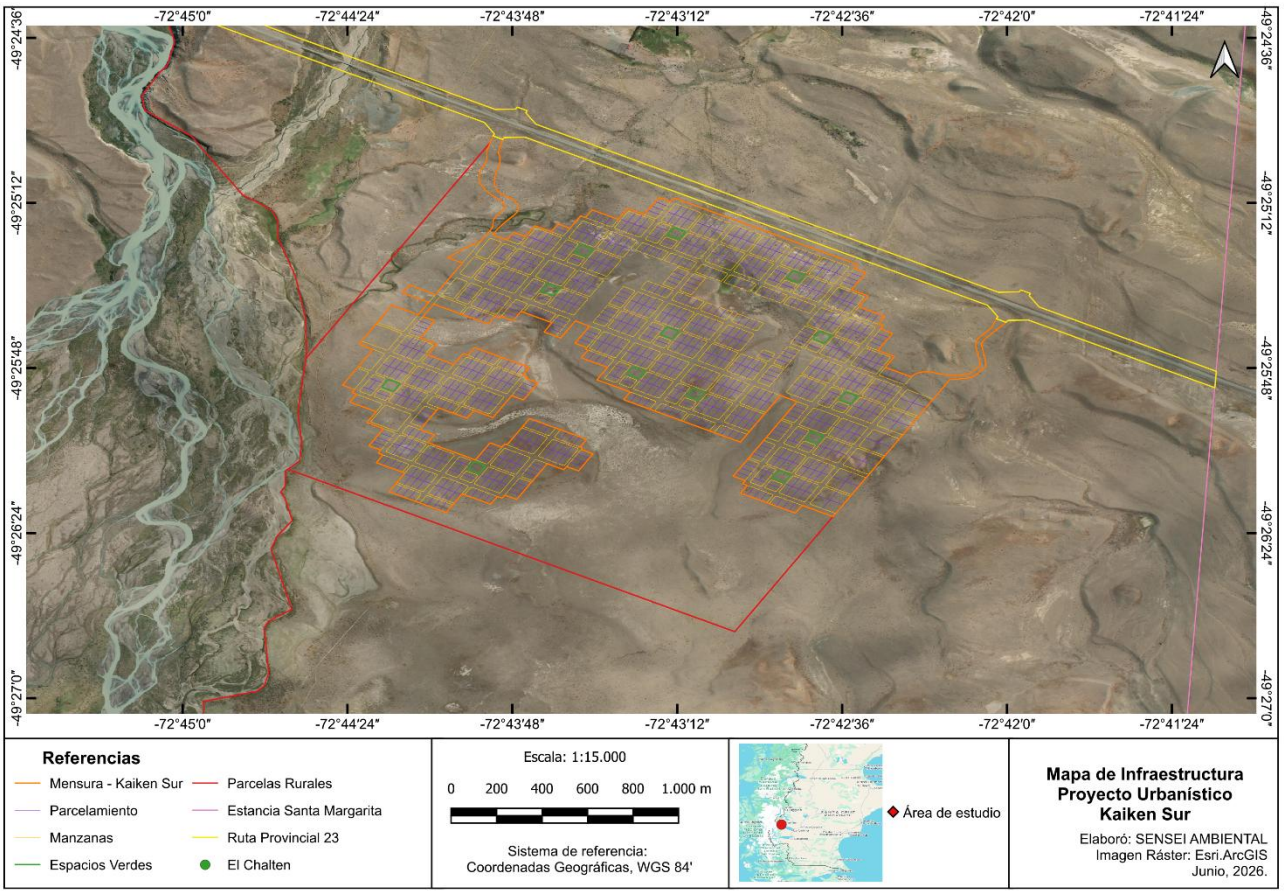


Imagen 3. Mapa de Infraestructura Proyecto Urbanístico Kaiken Sur. Elaboró: SENSEI AMBIENTAL, 2026.

2.2.2. SUPERFICIES Y ACTORES INVOLUCRADOS

Superficie del Predio Rural Originario: El establecimiento total abarca una extensión de 10.000 Ha (Matrícula 118 del Departamento III).

Superficie Mensurada y Afectada al Proyecto: El polígono definitivo de la urbanización comprende una superficie de 2.957.021 m² (295,70 Ha).

Propietario y Desarrollador: Lago Viedma S.A. / Grupo Faro Verde.

Proyecto Técnico: ASZ Arquitectos - VSA (documentación registrada en abril de 2026).

2.2.3. ENCUADRE LEGAL Y ADMINISTRATIVO

De acuerdo con el Manifiesto de Impacto Ambiental formalizado ante la Secretaría de Estado de Ambiente de la provincia (Expediente Nro. 946418-2026), la actividad se encuadra bajo las siguientes especificaciones técnico-administrativas:

Rubro Específico: Servicios de turismo, villas turísticas, aldeas de montaña y similares.

Vida Útil Declarada del Proyecto: 15 años.

Responsabilidad Societaria y Técnica: Representación legal ejercida por Lautaro Cerone (DNI 23.997.063), representación técnica a cargo del Arquitecto Sergio Antonini (DNI 22.177.422), y presidencia de la sociedad bajo la titularidad de Leandro Venacio. El proyecto se encuadra normativamente en los alcances de la Ley Provincial N° 3213 de loteos en áreas rurales.

2.3. RESTRICCIONES HIDROLÓGICAS, LÍNEA DE RIBERA Y NO INUNDABILIDAD

2.3.1. CERTIFICACIÓN DE NO INUNDABILIDAD

La Secretaría de Estado de Recursos Hídricos (SERH) de Santa Cruz, mediante Informe Técnico del 13 de abril de 2026 (Expediente Nro. 946418-2026), dictaminó que el sector a urbanizar se encuentra catalogado como una zona de probabilidad de INUNDACIÓN MEDIA. Esto se fundamenta en que el *masterplan* se sitúa sobre líneas de escurrimiento natural y es atravesado por un curso de agua no permanente en su cuadrante noroeste. Se establece la necesidad estructural de ejecutar obras de ingeniería vial que mitiguen la obstrucción de los flujos y mantener un porcentaje de suelo absorbente en las parcelas para garantizar la correcta infiltración.

2.3.2. DELIMITACIÓN DE LÍNEA DE RIBERA

Bajo el Expediente Nro. 946422-2026 (Informe N° 01/DPOHEP/2026), la SERH realizó la delimitación técnica de la línea de ribera sobre el Río de las Vueltas, Río Barrancas y su brazo secundario, y la costa del Lago Viedma.

Camino de Sirga: Se establece una restricción de 15 metros adyacentes a la línea de ribera del Lago Viedma y del Río de las Vueltas, catalogada estrictamente como *"Reservado para camino de Sirga"*, de acuerdo con el Artículo 1974 del Código Civil y Comercial de la Nación.

2.3.3. TRAZADO URBANO, ZONIFICACIÓN E INDICADORES

El *masterplan* urbano se organiza en una morfología urbana circular adaptada a geoformas y terrazas aluviales decrecientes (cotas entre 275 y 305 msnm), distribuyéndose en 178 manzanas y 922 parcelas.

- **Zonificación Residencial Unifamiliar (Amarillo):** Consta de 478 lotes con superficies de 2.000 m². Indicadores: Factor de Ocupación del Suelo (FOS) de 0,15 (15%), Factor de Ocupación Total (FOT) de 0,30 y altura máxima de 6 metros (2 niveles).

- **Zonificación Residencial Multifamiliar (Naranja)** y Hospedaje (Amarillo Claro): Comprende 373 lotes multifamiliares y 7 lotes de hospedaje/hotelería. Indicadores: FOS de 0,20 (20%), FOT de 0,35 y altura máxima de 6 metros (2 niveles).
- **Zonificación de Equipamiento Comercial (Azul) y Actividades Productivas (Magenta):** Concentrados en el Centro Cívico (Oeste) y el Área de Servicios (Este) respectivamente. Indicadores: FOS de 0,50 (50%), FOT de 0,50 y alturas máximas de 6 metros para comercio y 9 metros (1 nivel con entrepiso) para sectores productivos e industriales.
- **Retiros Obligatorios Generales:** Aplicables a la totalidad de los lotes del emprendimiento, consistentes en un retiro mínimo de 5 metros respecto de la Línea Oficial y de 5 metros respecto del eje divisorio de predios (EDP).

2.4. FASE 1: CONSTRUCTIVA Y OBRAS DE INFRAESTRUCTURA

Esta fase inicial abarca la preparación del predio, la instalación de servicios auxiliares temporales y la ejecución física de las redes de servicios, las rotondas de acceso y el movimiento de tierras general.

2.4.1. INSTALACIÓN DEL OBRADOR PRINCIPAL E INFRAESTRUCTURA TEMPORAL

Se ejecutará la instalación de un obrador centralizado con una superficie de ocupación de 10.000 m², localizado en el sector norte del predio, adyacente al acceso principal y a la Ruta Provincial N° 23 (actual RP N° 41) (antigua zona de cantera). Las especificaciones técnicas y su evaluación serán presentadas en informe anexo al presente documento.

Módulos Técnicos e Insumos: El recinto contará con cerramiento perimetral y acceso controlado. Albergará oficinas, salas de reuniones, comedores, módulos habitacionales para el pernocte y vestuarios sanitarios temporales. El suministro hídrico del campamento y de la flota de camiones cisterna se realizará mediante una perforación subterránea. La energía eléctrica del obrador se abastecerá mediante grupos electrógenos diésel.

Seguridad Ambiental en Obra: Las áreas de reabastecimiento de combustible y lubricantes de la maquinaria de fuerza contarán con bateas móviles de contención de derrames para mitigar el riesgo de contaminación química directa sobre el suelo.

2.4.2. DISTRIBUIDORES DE ACCESO Y ROTONDAS SOBRE RUTA PROVINCIAL N° 23

Durante la Etapa 1 de la Fase Constructiva, se proyecta la ejecución física de los distribuidores de acceso vehicular desde la Ruta Provincial N° 23, cuyas tareas de visado y aprobación se gestionan

ante la Administración General de Vialidad Provincial. Las especificaciones técnicas de las dos rotondas contempladas son las siguientes:

Rotonda 1 (Asociada al Acceso Principal 1): Registra un ancho total de eje a eje de 1.310 m y una superficie neta de rodamiento de 9.495 m². Durante las tareas de movimiento de suelos, se le aplica una capa de excavación simple de 0,20 m de espesor, representando un volumen de extracción de 1.899,00 m³. De este total, un volumen de 759,60 m³ se clasifica como retiro de desbroces sin esparcidos y 1.139,40 m³ corresponden a esparcidos de excavación.

Rotonda 2 (Asociada al Acceso Secundario 2): Registra un ancho total de eje a eje de 1.310 m y una superficie neta de rodamiento de 8.720 m². El movimiento de suelos comprende una capa de excavación simple de 0,20 m de espesor, consolidando un volumen de extracción de 1.744,00 m³. Su desglose operativo computa 697,60 m³ como retiro de desbroces sin esparcidos y 1.046,40 m³ asignados a esparcidos de excavación en las inmediaciones.

2.4.3. HELIPUERTO TÉCNICO DE EMERGENCIA

Ubicado en el acceso principal norte (asociado a la Etapa 1), comprende una plataforma técnica y zona de aproximación libre de obstáculos de 19.500 m² de superficie de rodamiento, vinculada operativamente a los sistemas de emergencia generales. Las especificaciones técnicas y su evaluación serán presentadas en informe anexo al presente.

2.4.4. BALANCE DE RECURSOS NATURALES Y MATERIAS PRIMAS DE CONSTRUCCIÓN

La fase de ejecución de la infraestructura e ingeniería de suelos (estimada para un periodo continuo con 200 operarios en obra) demandará los siguientes volúmenes totales:

- Áridos Totales (Provisiones de Cantera): 75.000 m³.
- Agua para Elaboración de Hormigón Estructurante: 2.280 m³.
- Agua para Compactación y Humectación Vial: 3.600 m³.
- Agua para Control de Polvo Suspendido (Mitigación M.P.): 5.000 m³.
- Hormigón Elaborado H-30 (Fundaciones y Reservorios): 12.000 m³.
- Asfalto y Tratamiento Superficial Vial: 180.000 m².
- Tuberías de Polietileno (PEAD) para Red de Agua Potable: 25.000 m.
- Tuberías de Polietileno (PEAD) para Red de Gas Regulada: 20.000 m.
- Tuberías de Polietileno (PEAD) para Colectores Cloacales: 25.000 m.
- Ductos Subterráneos de Telecomunicaciones (Tritubos Fibra Óptica): 15.000 m.

2.4.5. INGENIERÍA DE MOVIMIENTO DE SUELOS (ETAPAS 1, 2 Y 3)

La fase constructiva del movimiento de suelos y apertura de trazas viales contempla un cronograma físico de 74,6 meses netos de trabajo (95,6 meses calendario totales incluyendo las ventanas de veda climática invernal). El avance físico se subdivide en tres etapas secuenciales de intervención:

Etapa 1 (E1): Abarca una superficie de 595.085,00 m² (59,51 Ha). Comprende la ejecución técnica de las rotondas, el helipuerto, los caminos conectores internos, el boulevard principal de interconexión y las manzanas del Centro Cívico adyacentes al Río Barrancas. Registra un tiempo de ejecución neta de 17 meses (20,6 meses calendario).

Etapa 2 (E2): Abarca una superficie de 1.099.094,00 m² (109,91 Ha). Comprende la apertura de la trama urbana de estructuración secundaria a norte y sur del boulevard principal, abriendo macrolotes residenciales y de equipamiento. Registra un tiempo de ejecución neta de 28 meses (35,1 meses calendario).

Etapa 3 (E3): Abarca una superficie de 1.262.842,00 m² (126,28 Ha). Comprende la consolidación periférica del trazado vial principal y secundario sobre las fracciones del extremo norte cercanas a la ruta provincial y las fracciones del extremo sur del polígono circular. Registra un tiempo de ejecución neta de 29,5 meses (40,0 meses calendario).

Los trabajos mecánicos sobre el suelo típico de origen glaciario (arena, grava y canto rodado) serán ejecutados de acuerdo a los procedimientos previstos en el Plan de Gestión Ambiental (PGA) del proyecto, los cuales se dividen en las siguientes intervenciones físicas:

Desbroce General (1ra Capa de Excavación / h: 20 cm): Consiste en la acción mecánica de limpiar, cortar y retirar la maleza, hierbas altas, arbustos secos y restos vegetales del terreno. El objetivo es acondicionar las áreas principales de trabajo y obtener una primera nivelación general del suelo para la construcción de la subbase. El material resultante se destina a un acopio temporal con criterio de reuso para áreas forestadas, parquización o rellenos particulares dentro de los lotes sin alterar áreas sensibles.

Excavación Simple de Caja (2da Capa de Excavación / h: 15-20 cm): Consiste en una excavación del tipo perfilada del suelo bajo, destinada a la caja de contención para la consolidación del aporte posterior del nuevo suelo granular que servirá de subbase al camino definitivo. El resultante se destina a un acopio temporal con criterio de reuso para áreas de relleno tanto en zanjeos para infraestructuras como para nivelaciones y suelos de arrime en áreas de puentes y de recreación.

Excavación en Áreas con Instalaciones Enterradas: Se ejecuta a manera de trinchera continua

donde se llegará a cotas de proyecto partiendo de una cota base de arranque de 1,50 metros respecto del Nivel de Terreno Natural (NTN). Se consideran las pendientes mínimas de diseño de 3 mm/ml para los tramos colectores cloacales más exigidos. El suelo resultante se acopia temporalmente para reuso en la misma trinchera luego del paso de la infraestructura. Para el relleno será necesaria la descompactación de los suelos de manera de generar áreas estables, contenidas y mitigar el exceso de suelo resultante por la disgregación del mismo (coeficiente de esponjamiento estimado del orden del 15% al 20% del volumen).

2.4.6. RELLENO Y CONSOLIDACIÓN DE CAMINOS (CALLES Y BOULEVARDS)

- **Subbase Granular (Tipo 2):** Incorporación de suelo seleccionado granular triturado parcialmente estabilizado con agregados finos (arena) y agregados gruesos (guijarros, grava y piedra triturada) de cantera externa al emprendimiento. Su función principal es soportar y distribuir las cargas del tránsito, evitar el hundimiento y mejorar el drenaje para que el agua no ablande el suelo inferior. Previo a su extendido, se limpia, perfila y compacta la subrasante natural dándole un ligero abovedamiento para que el agua escurra hacia los lados. El material de sub base se distribuye de manera uniforme en capas que no superen los 15 cm a 20 cm de espesor. Se humecta hasta alcanzar la humedad óptima y se compacta mediante rodillos pata de cabra o lisos vibratorios hasta lograr una base firme que verifique una compactación promedio del 95% del Proctor Modificado (PNModif. T180).
- **Capa de Rodadura (Tipo 1):** Conformada con suelo tipo ripio de granulometría variada de entre 5 y 45 mm (pudiendo incluir gravilla o grancilla de molienda) de cantera externa al emprendimiento. Se distribuye de manera uniforme siguiendo el perfil alcanzado anteriormente en capas que no superen los 15 cm a 20 cm de espesor. Se agrega agua hasta alcanzar la humedad óptima y se pasa un rodillo compactador repetidas veces hasta lograr una compactación promedio del 95% del PNModif. (T180). Una vez concluida, le otorga la terminación superficial al camino de ripio definitivo.

2.4.7. CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA (POZOS DE EXPLOTACIÓN)

Para el abastecimiento hídrico del complejo se adopta como fuente de provisión la captación de agua subterránea mediante pozos de perforación profunda. La selección de esta tipología responde a las directrices de planificación, en las cuales se prioriza la explotación de las napas subterráneas, descartando alternativas de captación superficial como la toma directa desde el Río Las Vueltas.

Las captaciones subterráneas ofrecen un suministro relativamente estable, menos expuesto a variaciones estacionales y a las condiciones climáticas extremas de la estepa patagónica, reduciendo la necesidad de esquemas de tratamiento de alta complejidad.

Las coordenadas y posiciones geográficas de las perforaciones se encuentran recopiladas de forma inicial y tentativa en el documento cartográfico técnico FAV-KAI-AP-IR-COORDENADAS.

	Latitud	Longitud
Perf 1	49°25'10.03"S	72°43'34.05"O
Perf 2	49°25'12.13"S	72°43'28.04"O
Perf 3	49°25'16.48"S	72°43'40.43"O

Tabla 2. Ubicación de pozos de captación de agua subterránea.

La perforación de los pozos será realizada una vez obtenidos los permisos de SRH de acuerdo a lo establecido en Ley N°1451. Los caudales operativos asociados quedaran condicionados y sujetos a la validación de los estudios hidrogeológicos y ensayos de bombeo.

El diseño del sistema impone incluye protocolo de control periódico para monitorear las características microbiológicas y físico-químicas.

La perforación de pozos se proyecta bajo un criterio modular, facilitando la incorporación progresiva de nuevas perforaciones en función del crecimiento real de la demanda hídrica en las sucesivas etapas de consolidación urbana.

2.4.8. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE Y SISTEMA DE REGULACIÓN

Las instalaciones de acondicionamiento, reserva y distribución se dimensionan en cumplimiento del marco legal aplicable:

- Los requisitos técnicos y guías de diseño del Ente Nacional de Obras Hídricas de Saneamiento (ENOHSA).
- Las especificaciones mínimas de materiales y accesorios según Normas IRAM.
- El reglamento del servicio de agua potable y saneamiento de Servicios Públicos Sociedad del Estado (S.P.S.E.) de la Provincia de Santa Cruz.
- Los parámetros de potabilidad de agua para consumo humano establecidos por el Código Alimentario Argentino (CAA).

Se presentará como anexo el plano y características constructivas del recinto.

2.4.8.1. PROCESO DE TRATAMIENTO Y DESINFECCIÓN (CLORACIÓN)

Debido a que el recurso extraído de las perforaciones profundas presenta baja turbiedad y nula exposición a contaminantes superficiales, no se prevé la ejecución de fases complejas de floculación o filtración, adoptándose la desinfección por cloración como única etapa de acondicionamiento sanitario.

El proceso de desinfección se resuelve mediante la dosificación controlada de hipoclorito de sodio (NaOCl) en concentraciones comerciales del 10% al 15%. El balance de masa fija un consumo estimado de 15 a 20 kg/día de reactivo químico para la fase operativa de ocupación plena.

Componentes de la Casilla de Cloración: Cada pozo de captación dispondrá de una casilla técnica estanca en la boca de perforación provista de la siguiente infraestructura:

- Una (1) bomba dosificadora electromecánica en operación continua y una (1) unidad idéntica de respaldo en *standby*.
- Un (1) tanque de almacenamiento de hipoclorito de sodio fabricado en polietileno de alta densidad (PEAD), dimensionado con una autonomía de acopio de entre 7 y 10 días.
- Un (1) medidor de caudal individual acoplado a la línea de salida del pozo.
- Un (1) punto de inyección provisto de válvula antirretorno de seguridad.
- Un (1) sistema automatizado para la medición y registro del cloro residual libre.

La bomba dosificadora inyecta el reactivo directamente en la cañería de impulsión a boca de pozo. El fluido atraviesa un tramo de mezcla hídrica forzada que garantiza la homogeneización y el tiempo de contacto desinfectante mínimo requerido antes de que el agua clorada ingrese a la cisterna central.

2.4.8.2. INFRAESTRUCTURA DE ALMACENAMIENTO Y SALA DE BOMBAS

Configuración Mixta: Para absorber las variaciones horarias de consumo y mitigar los desniveles accidentados del terreno (de hasta 25 metros de amplitud), se proyecta un esquema mixto de almacenamiento y regulación.

Cisterna Enterrada: Concentra el volumen de almacenamiento principal de la urbanización, permitiendo la flexibilidad operativa y el crecimiento por módulos independientes a través de una división física estanca en Celda 1 y Celda 2. El diseño contempla condiciones estrictas de estanqueidad, ventilación con protección contra vectores y facilidades mecánicas para tareas de limpieza y desinfección.

Sala de Bombas e Impulsión: Alberga el equipamiento electromecánico de bombeo, cuya función exclusiva es la aspiración desde la cisterna y la impulsión del agua potabilizada hacia el tanque elevado.

Tanque Elevado: Funciona como el nodo pulmón de regulación del sistema, asegurando la disponibilidad de agua ante eventuales interrupciones del suministro eléctrico general y garantizando el mantenimiento de las presiones hidrostáticas mínimas en los puntos de consumo.

2.4.8.3. RED DE DISTRIBUCIÓN URBANA

Mecánica de Distribución: La conducción del agua potable desde el tanque elevado hacia las parcelas residenciales y comerciales se realizará íntegramente por gravedad, aprovechando las condiciones topográficas del relieve para reducir el consumo energético global de la urbanización.

Topología Mallada: Se adopta una configuración de red de distribución de tipo mallada o anillada para optimizar la distribución interna de presiones, mejorar la confiabilidad del servicio ante roturas y aportar redundancia operativa mediante alimentaciones alternativas.

Materiales y Válvulas: La red se ejecutará con cañerías subterráneas de PVC de alta durabilidad y resistencia a la corrosión. Para mitigar presiones hidrostáticas excesivas en las zonificaciones de menor cota (Zonas Bajas), se prevé la incorporación de válvulas reguladoras de presión en los nodos de la red donde resulte necesario.

2.4.8.4. ESCENARIOS DE DISEÑO Y BALANCE HIDRÁULICO DE AGUA POTABLE

A los efectos del dimensionamiento de la planta de cloración, capacidades de reserva de las cisternas y secciones de las cañerías de PVC, se aplican los escenarios de carga basados en una dotación de diseño de 250 l /(hab-día), coeficiente máximo diario (α_1 = 1,40) y coeficientes máximos horarios (α_w) específicos para cada etapa hídrica:

Escenario Etapa 1: Población de diseño de 1.589 habitantes. Caudal medio diario anual (Q_c) = 19,5 m³/h; Caudal máximo diario de diseño de fuentes (Q_d) = 27,0 m³/h; Caudal máximo horario de diseño de redes (Q_e) = 52,0 m³/h.

Escenario Etapa 2: Población de diseño de 4.346 habitantes. Caudal medio diario anual (Q_c) = 53,0 m³/h; Caudal máximo diario de diseño de fuentes (Q_d) = 74,5 m³/h; Caudal máximo horario de diseño de redes (Q_e) = 127,0 m³/h.

Escenario Etapa 3 / Horizonte Completo: Población de diseño de 9.542 habitantes estables permanentes. El balance total consolida una demanda de suministro neto de 1.500 m³/día en la fase de ocupación plena. Parámetros hidráulicos: Caudal medio diario anual (Q_c) = 117,0 m³/h; Caudal máximo diario de fuentes (Q_d) = 164,0 m³/h; Caudal máximo horario del día de mayor consumo (Q_e) = 278,0 m³/h. En este horizonte final se incorporan los caudales de población comercial en tránsito normalizados mediante el cálculo de habitantes equivalentes.

2.4.9. CENTRAL DE GENERACIÓN TÉRMICA OFF-GRID

La usina de generación termoeléctrica se ubicará en el Área de Servicios del cuadrante Este,

segregada del entorno residencial para optimizar la logística de combustible y mitigar impactos acústicos. Operará bajo un esquema modular con un criterio de redundancia N+1.

La central constará de un total de 8 grupos electrógenos Cummins modelo C1400 D5 de 1250 kVA de Potencia Prime (provistos por Sullair Argentina S.A.), equipados con motores Cummins V16 KTA50-G3 de 1500 rpm. Cada grupo se acopla a transformadores elevadores de potencia individuales para elevar la tensión en bornes desde baja tensión hasta 13,2 kV.

2.4.9.1. EVOLUCIÓN DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE POR ETAPAS

Etapa 1 (Arranque urbano): Demanda prevista de 2 MW. Requiere 2 grupos electrógenos en funcionamiento (manejando escalones de 2 MW en horas pico, 0,8 MW en horas valle con 1 solo grupo activo, y 1,2 MW en horas resto), con un consumo diario de GasOil de 8.000 litros.

Etapa 2 (Consolidación): Demanda prevista de 5 MW. Requiere un bloque de 5 grupos electrógenos en funcionamiento (escalonando a 5 MW en pico, 2 MW en horas valle con 2 grupos activos, y 3 MW en horas resto con 3 grupos activos), con un consumo diario de GasOil de 18.900 litros.

Etapa 3 (Proyecto Completo): Demanda prevista de 8 MW. Requiere la totalidad de los 8 grupos electrógenos operando en paralelo durante las horas pico (escalonando a 3,2 MW en horas valle con 4 grupos activos, y 4,8 MW en horas resto con 5 grupos activos), registrando un consumo diario de GasOil de 31.200 litros.

2.4.9.2. ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE DE CABECERA

Se implementará un parque de tres (3) tanques aéreos horizontales de pared simple Bertotto Boglione de 60.000 litros cada uno (180.000 litros totales de GasOil clase II), incorporando una unidad por etapa. Cada tanque posee una batea de contención antiderrame integrada con capacidad superior al 10% del volumen del tanque (dimensiones de 3,00 m de ancho, 16,0 a 17,0 m de largo y un área de ocupación de batea de 48 a 51 m²).

Los tanques son de uso exclusivo para los generadores de la usina, garantizando una autonomía operativa de 7 días en la Etapa 1, 6 días en la Etapa 2 y 4 días en la Etapa 3.

HIBRIDACIÓN FUTURA: El diseño civil y electromecánico de la central contempla la flexibilidad física para permitir la incorporación posterior de sistemas fotovoltaicos y/o aerogeneradores de media potencia conectados directamente a las barras de media tensión a través de inversores elevadores.

2.4.9.3. RED DE DISTRIBUCIÓN DE MEDIA TENSIÓN (13,2 KV)

Topología de la Red: La transmisión de potencia desde la usina central hacia los nodos urbanos se ejecutará mediante una red subterránea de media tensión en 13,2 kV configurada en anillo.

Criterios de Operación Técnica: Esta configuración en anillo aporta redundancia mallada, lo que permite disponer de alimentaciones alternativas y ejecutar maniobras de mantenimiento especializado bajo carga o con una afectación mínima del servicio. La disposición subterránea prescinde de líneas aéreas y postes visibles, logrando la mimetización paisajística dentro del entorno urbano.

2.4.9.4. RED DE DISTRIBUCIÓN DE BAJA TENSIÓN (BT)

Canalizaciones y Trazado: La red secundaria de baja tensión se desarrollará de forma 100% subterránea, alojando los conductores aptos para instalaciones enterradas en ductos o zanjas normalizadas con cámaras de registro en puntos de derivación y cambios de dirección. El tendido se apoyará sobre las veredas y las franjas técnicas de los corredores viales internos.

Centros de Transformación Compactos: El escalonamiento de tensión a niveles de consumo domiciliario se resolverá mediante subestaciones de tipo semi-enterrado compactas mimetizadas, alimentadas desde el anillo de 13,2 kV y distribuidas en puntos estratégicos del *masterplan* para optimizar los niveles de caída de tensión. Cada centro compacto dispone en su interior de tres recintos estancos separados con accesos independientes desde el exterior: uno aloja el transformador de potencia, otro el tablero de media tensión (MT) y el tercero el tablero de baja tensión (BT) con sus elementos de maniobra y protecciones. Desde estos módulos partirán los alimentadores principales dimensionados para las cargas térmicas y comerciales de cada macrolote.

2.4.9.5. RED DE ALUMBRADO PÚBLICO URBANO

Configuración del Sistema: Consiste en un sistema de alumbrado vial e institucional asociado directamente a las líneas de distribución subterráneas de baja tensión, diseñado para la iluminación de calles internas, boulevards, plazas de módulos urbanos y sectores operativos del predio.

Parámetros de Eficiencia: El diseño adopta de forma exclusiva luminarias con tecnología LED de bajo consumo y sistemas automatizados basados en dispositivos de control horario, fotocélulas y tecnología de telegestión, optimizando los niveles de iluminancia y el consumo energético de la central off-grid según las variaciones de la luz natural diurna.

2.4.10. INFRAESTRUCTURA DE TELECOMUNICACIONES Y FIBRA ÓPTICA

Neutralidad de Soporte: El proyecto contempla el diseño y tendido de una infraestructura pasiva de canalizaciones subterráneas concebida como un soporte neutral para permitir el ingreso ordenado de múltiples operadores y prestadores de conectividad privados (*TELCO*).

Componentes de la Red: Consiste en una red subterránea continua de tritubos para fibra óptica, complementada con cámaras de paso e inspección normalizadas dispuestas en los principales ejes estructurantes de la red vial.

Criterios de Mantenibilidad: El dimensionamiento y la reserva de sección de los ductos permitirán ampliaciones futuras de ancho de banda sin necesidad de realizar aperturas de zanjas o nuevas excavaciones en calzadas y veredas. Las trazas subterráneas se coordinarán geométricamente con el subsuelo técnico de las redes de electricidad, agua, desagües pluviales y saneamiento cloacal para evitar interferencias cruzadas y garantizar condiciones seguras de ventilación, drenaje y accesibilidad.

2.4.11. PLANTA DE TRATAMIENTO DE LÍQUIDOS CLOACALES

2.4.11.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El sistema de saneamiento se proyecta mediante una única planta central de tratamiento, emplazada dentro del Área de Servicios de la urbanización. Su infraestructura presenta una concepción modular y escalable para acompañar de forma secuencial las etapas de crecimiento demográfico sin alterar la continuidad operativa del sistema.

RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE

La red de desagües se diseña para conducir los efluentes por gravedad hacia la planta centralizada mediante colectores principales y secundarios, aprovechando las pendientes naturales del terreno.

Para aquellos sectores específicos donde las condiciones topográficas impidan el escurrimiento gravitacional, se proyecta el bombeo complementario debidamente dimensionado para asegurar la conducción del fluido.

DISPOSICIÓN FINAL POR INFILTRACIÓN

Como método de disposición final, el diseño prioriza la protección de los recursos hídricos y del entorno natural mediante la implementación de un área de infiltración en terreno natural, destinada a la absorción y percolación controlada del agua tratada hacia el subsuelo.

Tomando como base el caudal máximo de diseño de 80 m³/h (equivalente a 1.920 m³/día) y una tasa de infiltración admisible en el suelo de 20 l/m²·día, la superficie requerida para la implantación de este sistema de absorción es de aproximadamente 96.000 m² (9,6 hectáreas). El valor de infiltración está justificado por estándares internacionales (ASCE y WEF) y normativas de América Latina (ENOHSA y normas de OSN en Argentina), los que validan un rango de diseño aceptable de 0,70 a 0,85 (Redes externas y colectoras urbanas).

La configuración geométrica definitiva de este campo de percolación quedará sujeta a la validación de la autoridad de aplicación, de acuerdo a los estudios geotécnicos e hidrogeológicos *in situ* para verificar la permeabilidad real del terreno y las distancias mínimas de protección ambiental.

POBLACIÓN SERVIDA Y CAUDALES DE DISEÑO

El cálculo de la carga hidráulica discrimina entre la población estable (permanente y transitoria que pernocta) y la población no estable (asociada a actividades diurnas):

POBLACIÓN ESTABLE (9.952 habitantes totales): Se distribuye en 858 lotes bajo las siguientes tipologías:

- Residencial Vivienda Unifamiliar: 478 lotes (densidad de 6 hab/lote), totalizando 2.868 habitantes.
- Residencial Vivienda Multifamiliar: 373 lotes (densidad de 18 hab/lote), totalizando 6.714 habitantes.
- Residencial Hospedaje (Predios de 16.000 m_2): 3 lotes (densidad de 70 hab/lote), totalizando 210 habitantes.
- Residencial Hospedaje (Predios de 8.000 m^2): 4 lotes (densidad de 40 hab/lote), totalizando 160 habitantes.
- *Aporte unitario:* Se fija una dotación de agua de 250 L/hab·día que, afectada por un coeficiente de aporte a cloaca de 0,8, establece una descarga neta de 200 L/hab·día.

El coeficiente de 0,80 (80%) representa el coeficiente de retorno, que es la cantidad de agua potable que ingresa a la red de cloacas, asumiendo que el 20% restante se pierde en riego, evaporación o lavado.

Este valor está justificado por estándares internacionales (ASCE y WEF) y normativas de América Latina (ENOHSA y normas de OSN en Argentina), los que validan un rango de diseño aceptable de 0,70 a 0,85 (Redes externas y colectoras urbanas).

POBLACIÓN NO ESTABLE (3.760 habitantes en tránsito): Concentra a empleados, visitantes y personal de servicios distribuidos en 55 lotes:

- *Equipamiento / Comercial (Predios de 8.000 m³):* 5 lotes, totalizando 800 habitantes (aporte per cápita de 25 L/hab·día, volumen de 20 m³/día).
- *Equipamiento / Comercial (Predios de 2.000 m³):* 26 lotes, totalizando 1.040 habitantes (aporte per cápita de 4 L/hab·día, volumen de 4,16 m³/día).
- *Servicios Productivos 1:* 24 lotes, totalizando 1.920 habitantes (aporte per cápita de 50 L/hab·día, volumen de 96 m³/día).

El balance total de aportes consolida un volumen de descarga diario real de 2.103,16 m³/día, lo que determina una carga orgánica equivalente a 10.515,8 habitantes equivalentes. La población real es de 9.952 habitantes estables, mientras que los 10.515 habitantes equivalentes es un valor de cálculo teórico. Esta cifra unifica los diferentes consumos y aportes per cápita de toda la urbanización (incluyendo la población no estable) para poder dimensionar correctamente las redes de infraestructura hidráulica.

ESCENARIOS HIDRÁULICOS POR ETAPAS DE CRECIMIENTO

Para el dimensionamiento definitivo de las unidades de la planta, se estimaron los valores teóricos estableciendo la siguiente matriz de caudales y coeficientes:

Parámetro de Diseño Hidráulico	Proyecto Completo	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3
Población de Diseño (hab)	10.600	1.700	6.500	9.952
Dotación de Agua (l/hab/día)	250	250	250	250
Coeficiente de Aporte a Cloaca	0,8	0,8	0,8	0,8
Caudal Cloacal Medio Diario (m3/día)	2.120	340	1.300	2.120
Caudal Cloacal Medio Horario (m3/h)	88	14	54	88
Coeficiente Máximo Diario (α1)	1,30	1,30	1,30	1,30
Coeficiente Máximo Horario (α2)	1,50	2,00	1,50	1,50
Caudal Cloacal Pico Horario (m3/h)	172	37	106	172

Tabla 3. Cálculo de caudales y coeficientes de punta por etapa.

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS DEL EFLUENTE CLOACAL

Las concentraciones promedio adoptadas para el efluente crudo de entrada corresponden a un líquido de origen doméstico típico:

- Demanda Biológica de Oxígeno (DBO): 200 mg/L.
- Demanda Química de Oxígeno (DQO): 500 mg/L.
- Sólidos Suspendidos Totales (SST): 220 mg/L.
- Nitrógeno Total (NT): 20 a 85 mg/L.
- Fósforo Total (PT): 4 a 15 mg/L.

REQUERIMIENTOS DE CALIDAD DE VUELCO

A continuación, se detalla la matriz con los criterios de vertido restrictivos adoptados para el proyecto:

Parámetro Químico	Límite Disposición 4/1996	Calidad Objetivo del Proyecto
pH	6 - 10	6.5 - 8.5
Sólidos Sedimentables (2 horas)	1 mg/l	≤5.0
Sustancias Solubles en Frío (Éter)	≤ 50 mg/l	—
Hidrocarburos totales	ausente	ausente
DBO (5 días, 20 °C)	≤200 mg/l	30 mg/l (Mínimo 90% de remoción)
DQO	≤500 mg/l	200 mg/l
Cloro Residual (Contacto 30 min)	ausente	ausente
Fósforo Total	≤10 mg/l	1 mg/L (Límite de nutrientes)
Nitrógeno Total	≤105 mg/l	10 mg/L

Tabla 4. Parámetros de vuelco del efluente tratado.

INGENIERÍA DEL PROCESO DE TRATAMIENTO

La depuración del líquido se ejecutará mediante el sistema biológico de Lodos Activados, utilizando reactores modulares de aireación y decantación en sedimentadores secundarios circulares o tecnología MBR.

El tren de procesos de efluentes comprende las siguientes fases operativas consecutivas:

1. Líquido Cloacal de la Urbanización: Ingreso de la descarga cruda por gravedad o bombeo.
2. Desbaste Grueso / Fino: Retención mecánica y remoción de sólidos gruesos y finos suspendidos.
3. Tratamiento Secundario Biológico: Remoción de la materia orgánica y nutrientes mediante procesos de nitrificación/desnitrificación en reactores aerobios con lodos activos, seguido por decantación en sedimentación secundaria o MBR.
4. Desinfección: Inactivación microbiológica de patógenos residuales mediante radiación ultravioleta (UV) o cloración.
5. Cámara de Aforo y Toma de Muestras: Punto técnico de control de calidad y medición volumétrica del caudal de salida.
6. Efluente Tratado a Vuelco o Reuso: Disposición final segura bajo cumplimiento normativo.
7. Tratamiento de Lodos (Línea 3A): Purga de lodos biológicos excedentes hacia el sistema de deshidratación mecánica para la reducción de su volumen y contenido de humedad, derivando los sólidos remanentes hacia su disposición final autorizada.

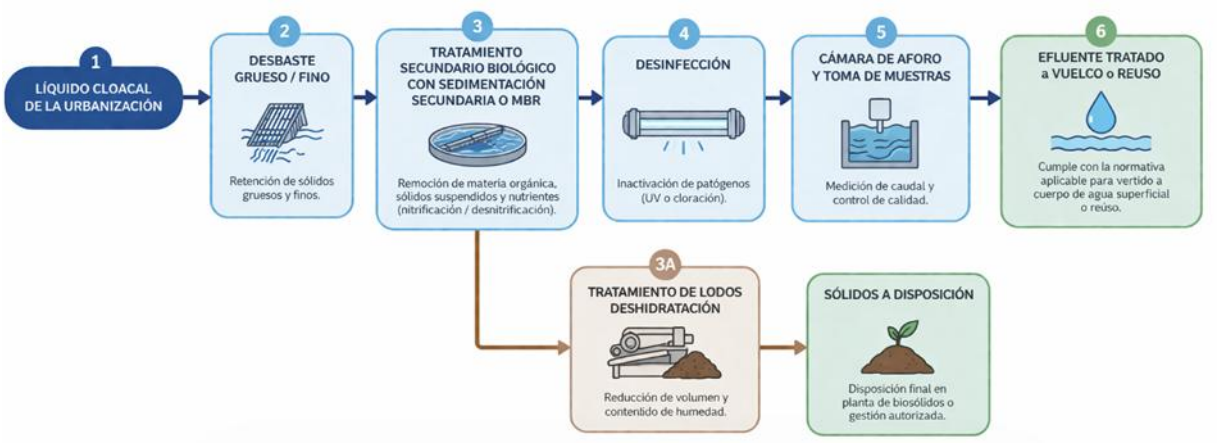


Imagen 4. Esquema del proceso de tratamiento de efluentes.

CRITERIOS HIDRÁULICOS Y DE CARGA BIOLÓGICA

Las premisas físicas del dimensionamiento del sistema corresponden a un proceso de aireación extendida de alta eficiencia:

- Tiempo de Retención Hidráulico (TRH) mínimo en el reactor: 10 horas.
- Carga orgánica volumétrica máxima en el reactor: 0,5 kg DBO/(m³·día).
- Carga superficial de diseño máxima en sedimentadores secundarios: 0,9 m³/h/m².
- Tiempo de retención celular: Mayor a 15 días.
- Relación Alimento/Microorganismo (F/M): Menor a 0,15 día^{-1}.
- Eficiencia requerida del tratamiento biológico en cuanto a la remoción de materia orgánica mayor al 90%.
- La DBO de salida del tratamiento biológico debe ser menor a 30 mg/l, sobre muestra cruda, sin filtración de sólidos suspendidos.

DIMENSIONAMIENTO MODULAR Y ETAPABILIDAD

o UNIDAD DE REACTORES BIOLÓGICOS

Para absorber el incremento demográfico gradual, el volumen biológico se divide en módulos base de 146 m³ de capacidad individual. Las dimensiones fijas de diseño para cada módulo de reactor son:

1. *Volumen Base:* 146 m³.
2. *Largo:* 11 m.
3. *Ancho:* 4 m.
4. *Profundidad útil:* 3,5 m (Profundidad total de estructura: 4 m).
5. *Volumen útil calculado:* 154 m³ (Volumen total calculado: 176 m³).

6. *Caudal medio nominal por reactor:* 14 m³/h.

La secuencia de incorporación de reactores en el cronograma físico de la obra se estructura de la siguiente manera:

- Etapa 1: Habilitación de 1 reactor biológico.
- Etapa 2: Incorporación de 3 reactores, consolidando 4 unidades activas.
- Etapa 3 / Proyecto Completo: Incorporación de 2 reactores, alcanzando un total de 6 unidades de aireación.

PARÁMETROS DE TRANSFERENCIA DE OXÍGENO POR MÓDULO BASE

- Para un módulo con un caudal medio diario de 360 m³/día (15,00 m³/h) y concentraciones de DBO influente/efluente de 200/30 mg/L, el balance de aireación preliminar computa:
- *Carga orgánica influente:* 72,0 kg DBO/día (Carga a eliminar: 61,20 kg DBO/día).
- *Carga de Nitrógeno Total influente:* 40 mg/L (Nitrógeno a remover: 14,40 kg N_2/día).
- *Factores estequiométricos de oxígeno:* 1,5 kg O_2/kg DBO y 4,6 kg O_2/kg N_2.
- *Requerimiento real de Oxígeno (AOR Total):* 158,04 kg O_2/día (6,59 kg O_2/h).
- *Factores de corrección de transferencia:* Temperatura de diseño de 10 °C, Altitud de 300 msnm, Presión barométrica de 14,18 psi, Profundidad del difusor de aire de 10,50 ft, Factor Alfa de 0,7, Factor Beta de 0,95, Factor Tita de 1,024 y un nivel de Oxígeno Disuelto objetivo en el licor mezcla de 2,00 mg/L.
- *Capacidad de transferencia estándar requerida (SOR):* 13,30 kg O_2/h.

UNIDAD DE SEDIMENTADORES SECUNDARIOS CIRCULARES

La separación física de los lodos se resuelve mediante clarificadoras circulares de 9,00 m de diámetro de diseño. Sus dimensiones geométricas unitarias nominales son:

- *Diámetro adoptado:* 9,02 m (Diámetro mínimo de cálculo: 9,01 m).
- *Profundidad recta de pared:* 3,00 m.
- *Área superficial real:* 63,90 m² (Área mínima: 63,80 m²).
- *Volumen útil unitario:* 191,70 m³.
- *Perímetro de balsa:* 6,28 m.
- *Longitud lineal de vertedero de salida:* 28,34 m.

El escalonamiento operativo de los sedimentadores se acopla a las etapas del proyecto según los siguientes indicadores hidráulicos fijos:

- Etapa 1 (1 sedimentador habilitado): Procesa un caudal cloacal medio de 14 m³/h y un pico

horario de 37 m³/h. Registra una carga superficial media de 0,22 m³/h/m² y pico de 0,58 m³/h/m². Tiempo de retención: 13 horas a caudal medio y 5,18 horas a caudal pico.

- Etapa 2 (2 sedimentadores habilitados): Procesa un caudal medio acumulado de 54 m³/h y pico de 106 m³/h. Registra una carga superficial media de 0,43 m³/h/m² y pico de 0,83 m³/h/m². Tiempo de retención: 7 horas a caudal medio y 3,61 horas a caudal pico.
- Etapa 3 / Proyecto Completo (3 sedimentadores habilitados): Procesa un caudal cloacal medio final de 88 m³/h y un pico horario de 172 m³/h. Registra una carga superficial media de 0,46 m³/h/m² y pico de 0,90 m³/h/m². Tiempo de retención: 6 horas a caudal medio y 3,32 horas a caudal pico.

o VERIFICACIÓN DE LA CARGA DE SÓLIDOS

El dimensionamiento mecánico por área de decantación verifica los rangos estipulados por la ingeniería sanitaria (límites admisibles entre 1 y 4 kg/h/m²) para cada unidad (con un caudal medio de 29,44 m³/h y pico de 57,42 m³/h por sedimentador):

- *Carga de sólidos media por unidad:* 103,06 kg/h, consolidando una carga específica de 1,613 kg/h/m².
- *Carga de sólidos pico por unidad:* 200,96 kg/h, consolidando una carga específica de 3,145 kg/h/m².

LAYOUT PRELIMINAR DE IMPLANTACIÓN Y LÍNEAS DE FLUJO

Para la disposición del conjunto de máxima ocupación (Fase 3), el proyecto requiere la ejecución de una plataforma técnica con un área confinada fija de 2.500 m², configurada en un *layout* cuadrado regular de 50,00 metros de largo por 50,00 metros de ancho.

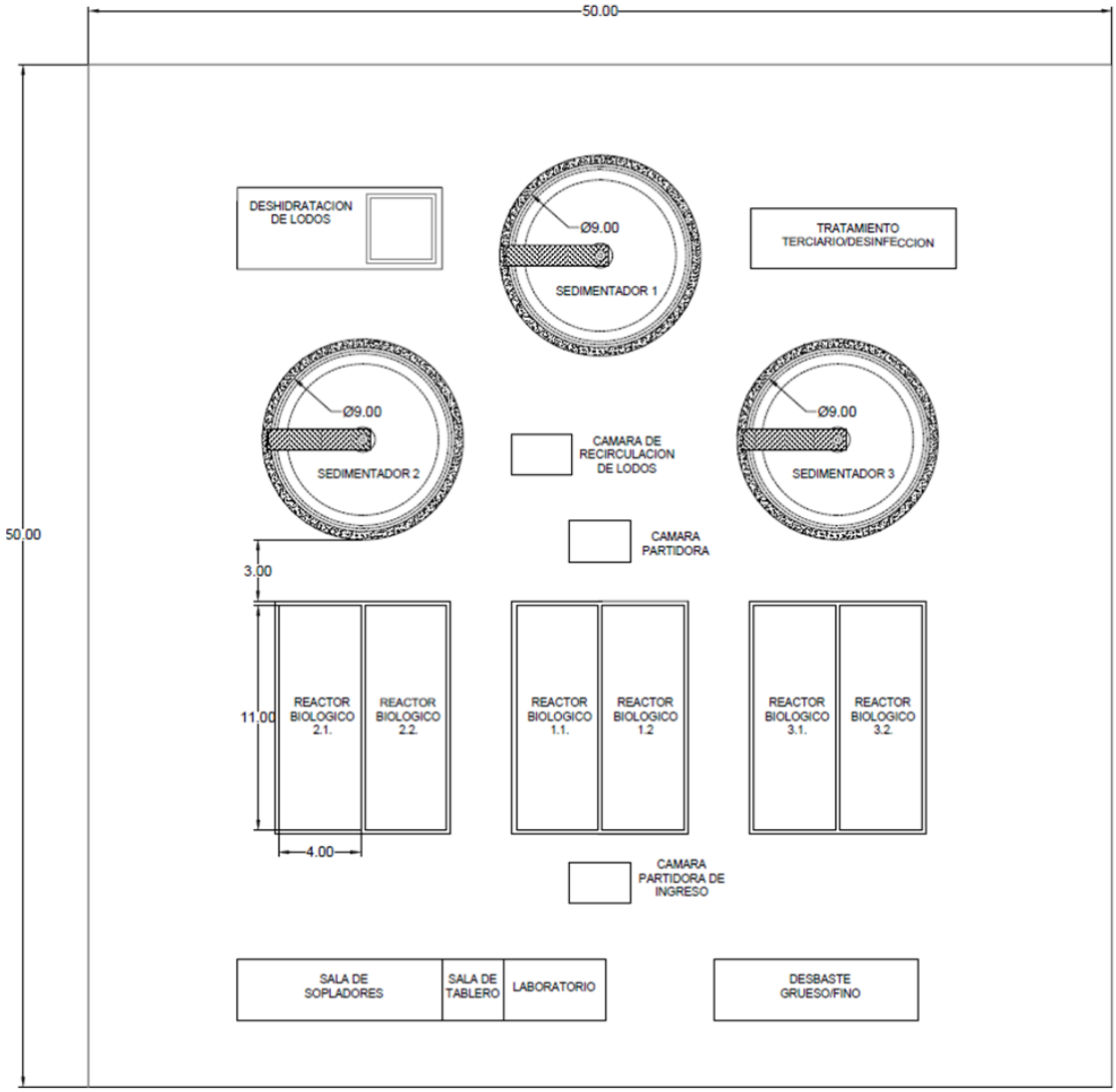


Imagen 5. Lay out preliminar para la depuración de líquidos cloacales de la población máxima.

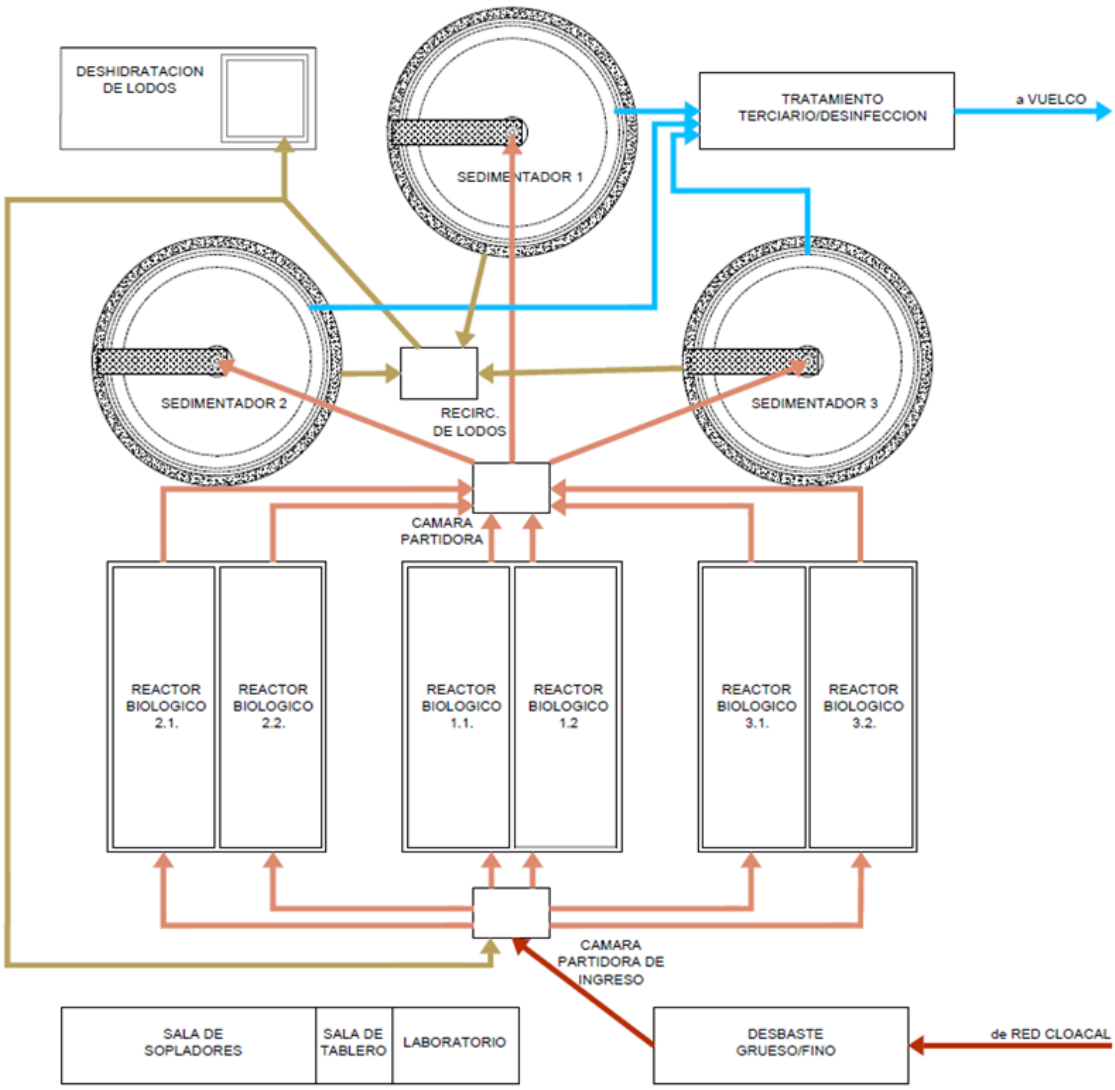


Imagen 6. Líneas de flujo.

- COMPONENTES DEL LAYOUT DE PLANTA

La distribución geométrica espacial dentro del polígono de 50x50 metros organiza las siguientes unidades electromecánicas y civiles de servicio:

1. Frente de Ingreso: Unidad de desbaste grueso/fino y la cámara partidora de ingreso encargada de segmentar el líquido cloacal proveniente de la red externa.
2. Línea de Edificaciones Técnicas: Sala de sopladores de aireación, sala de tableros eléctricos de comando y el laboratorio de control de procesos.
3. Núcleo de Aireación (Reactores): Tres bloques dobles paralelos que contienen los 6 reactores biológicos de 11x4 metros, separados por una distancia fija de 3,00 metros respecto de la línea de decantación.
4. Distribución de Caudales Intermedia: Módulos centrales compuestos por la cámara partidora de licor mezcla y la cámara de recirculación de lodos.

5. Núcleo de Clarificación (Sedimentadores): Disposición triangular de las 3 unidades de sedimentadores secundarios de 9,00 metros de diámetro exterior.
6. Frente de Terminación y Lodos: Módulo de tratamiento terciario/desinfección química para el despacho del efluente hacia el vuelco, y el módulo estanco de deshidratación de lodos residuales.

CRONOGRAMA DE INCORPORACIÓN FÍSICA DE UNIDADES POR CÓDIGO DE ETAPA

De acuerdo con las líneas de flujo y el esquema técnico de modulación, el montaje y puesta en servicio de las estructuras civiles acompañará la progresión demográfica mediante el siguiente código de colores de obra:

- UNIDADES DE ETAPA 1 (VERDE): Módulo de desbaste grueso/fino, cámara partidora de ingreso, reactor biológico 1.1, cámara partidora intermedia, cámara de recirculación de lodos, sedimentador 1, tratamiento terciario/desinfección, deshidratación de lodos, laboratorio, sala de tableros y sala de sopladores.
- UNIDADES DE ETAPA 2 (AMARILLO): Habilitación por ampliación de los reactores biológicos 1.2, 2.1 y 2.2, conjuntamente con el montaje del sedimentador 2.
- UNIDADES DE ETAPA 3 (NARANJA): Completamiento de la capacidad de diseño máxima mediante la incorporación de los reactores biológicos 3.1 y 3.2, en paralelo con la habilitación operativa del sedimentador 3.

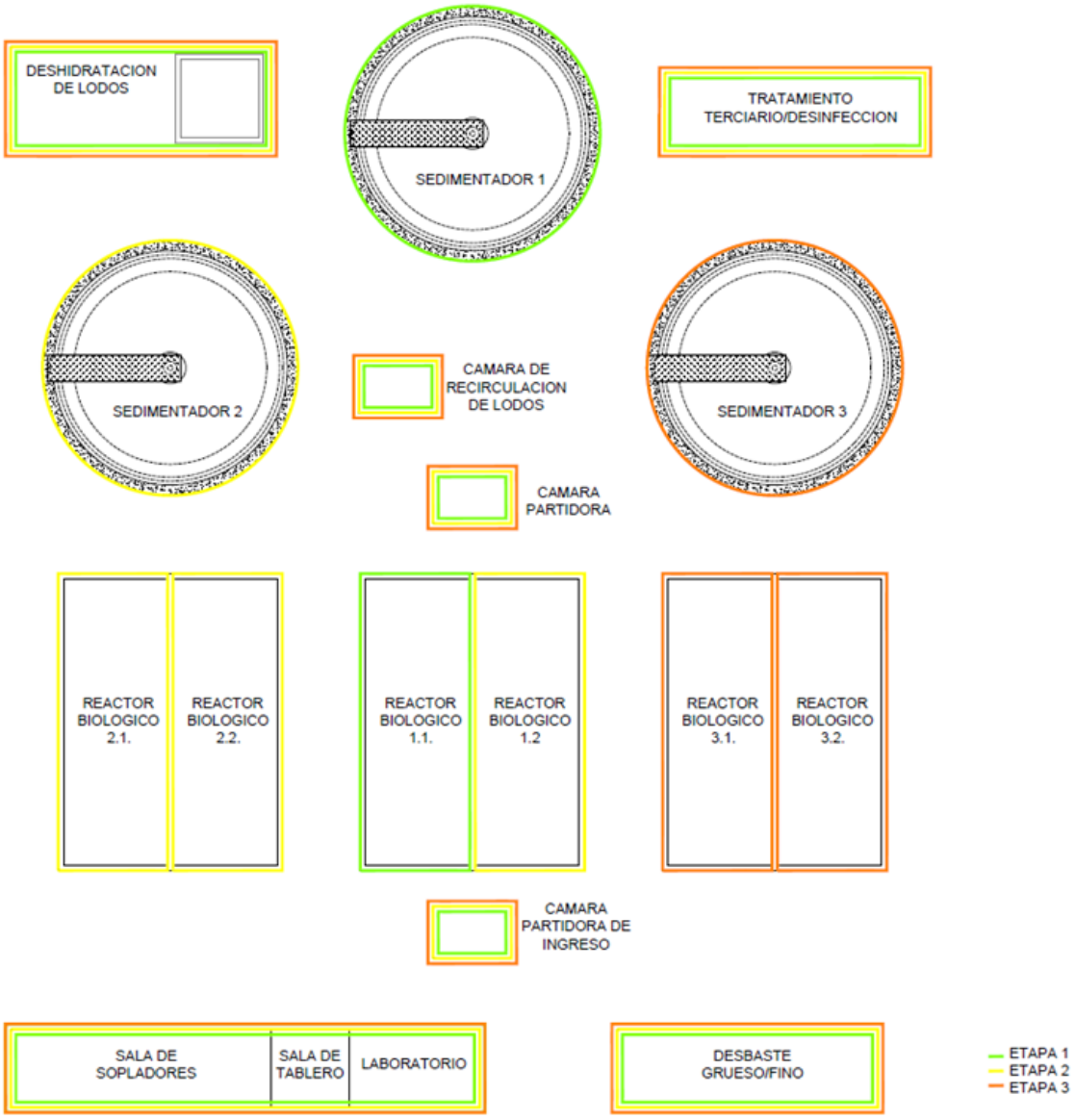


Imagen 7. Unidades por etapa

2.5. FASE 2: OPERATIVA Y FUNCIONAMIENTO URBANO

Esta fase comprende el funcionamiento pleno y permanente de la ciudad una vez consolidada su ocupación habitacional, regulando los balances de masa, los flujos logísticos y el despacho continuo de servicios esenciales.

2.5.1. LOGÍSTICA DE OPERACIÓN DE LA USINA CENTRAL TÉRMICA OFF-GRID

El suministro de energía continua para el microsistema aislado se gestionará mediante un protocolo de marcha escalonada de los grupos electrógenos modulares Cummins C1400 D5 (motor KTA50-G3 V16) en función del perfil de carga diario:

Franja Horaria Pico (18:00 a 24:00 h): Demanda máxima de 8 MW. Requiere el funcionamiento simultáneo de los 8 grupos electrógenos a potencia Prime, generando un consumo de 12.600 litros de diésel en el bloque.

Franja Horaria Valle (06:00 a 18:00 h): Demanda base de 3,2 MW (40%). Requiere la operación de 4 grupos electrógenos, generando un consumo de 11.100 litros de diésel en el bloque.

Franja Horaria Resto (00:00 a 06:00 h): Demanda intermedia de 4,8 MW (60%). Requiere la operación de 5 grupos electrógenos, generando un consumo de 7.500 litros de diésel en el bloque.

El funcionamiento de la central de generación demanda un volumen de suministro de 31.200 litros de GasOil por día. El almacenamiento en los tres tanques aéreos horizontales Bertotto Boglione de 60 m³ cada uno (180.000 litros totales instalados) garantiza una autonomía operativa de 4 días ante contingencias logísticas de transporte en la Ruta N° 23. Cada tanque operará con una sonda magnetostrictiva inalámbrica de alta precisión (+-0,1 mm) para el monitoreo continuo de nivel, volumen y temperatura.

2.5.2. CICLO DE EXPLOTACIÓN Y POTABILIZACIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA

Captación Continua: El sistema extraerá de forma constante un caudal de diseño de 1.500 m³/día a través del campo de pozos profundos distribuidos según las directrices del archivo técnico *FAV-KAI-AP-IR-COORDENADAS*.

Dosificación Química de Desinfección: Una bomba dosificadora electromecánica (más una unidad idéntica en *standby*) inyectará en la cañería de impulsión de cada boca de pozo una dosis de 15 a 20 kg/día de hipoclorito de sodio (en concentración comercial del 10% al 15%). El tramo de mezcla hidráulica garantizará un tiempo de contacto desinfectante antes de ingresar a las celdas de la cisterna enterrada. La distribución final hacia los lotes se opera por gravedad desde el tanque elevado a través de la red de PVC mallada.

2.5.3. OPERACIÓN DE LA PLANTA CLOACAL E INFILTRACIÓN SUBTERRÁNEA

Balance de Fluido Cloacal (Etapa 3): La planta centralizada procesará un volumen medio diario de efluentes de origen cloacal de 2.120 m³/día. El líquido crudo ingresará a través de la cámara partidora de ingreso al desbaste grueso/fino para la retención de sólidos mecánicos. Luego, se derivará proporcionalmente hacia los 6 reactores biológicos de 146 m³ de volumen útil, donde se somete a aireación continua bajo el régimen de lodos activados con un tiempo de retención celular mayor a 15 días.

Sedimentación y Desinfección: El licor mezcla decantará en los 3 sedimentadores circulares de 9 m de diámetro, operando a una carga superficial media de 0,46 m³/h/m² y un tiempo de retención de 6 horas. Las bombas reenviarán los lodos activos hacia los reactores y purgarán el excedente hacia el módulo de deshidratación (generación de 670 m³/mes de barros cloacales). El clarificado pasará por la cámara de desinfección química, operando con una inyección de 64 L/día de hipoclorito de sodio líquido.

Disposición Final de Efluentes por Infiltración Subterránea: El efluente tratado será conducido hacia el lecho de infiltración ubicado en el punto de vuelco 49°26'22.16"S 72°43'37.05"O. El fluido se distribuirá sobre un área estimada de 96.000 m², calculada a partir de la tasa de absorción fija de 20 L/m²/día establecido para el estrato de suelo moderado franco arenoso/limoso del sitio.

2.5.4. OLORES ASOCIADOS A LA INFRAESTRUCTURA DE SANEAMIENTO

Tipo de Emisión: Gases difusos potenciales, tales como sulfuro de hidrógeno (H_2S) y amoníaco (NH_3), generados en la Planta de Tratamiento de Efluentes Cloacales.

Medidas de Gestión: Control de olores mediante la inyección controlada de oxígeno en los reactores biológicos, evitando la aparición de condiciones anaeróbicas que podrían generar compuestos volátiles indeseados. Complementariamente, se implementará una cortina forestal perimetral conformada por especies adaptadas al clima local, la cual actuará como barrera física de atenuación y favorecerá la dispersión natural de los olores en función de los vientos predominantes.

2.5.5. CICLO DE VAPORIZACIÓN Y REGULACIÓN DE LA PLANTA DE GLP

Camiones cisterna de GLP descargarán el fluido en fase líquida en la isla de recepción del Área de Servicios, transfiriéndolo hacia las barras de tanques fijos ASME horizontales mediante mangueras certificadas con acoples de desconexión segura anti-ruptura y válvulas shut-off de corte rápido. Para cubrir el consumo de 7.500 kg/día de GLP, el sistema derivará el líquido hacia vaporizadores de tipo indirecto, forzando el cambio a fase vapor para suplir la limitación de la vaporización natural provocada por las bajas temperaturas. El gas pasará por la estación de regulación para estabilizar la presión de salida hacia la red troncal de polietileno (PEAD), inyectando de forma continua un agente odorizante químico.

2.5.6. LOGÍSTICA URBANA DE GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS (RSU)

Segregación y Disposición Inicial: Los residentes clasificarán los RSU en origen en cuatro corrientes (orgánicos, reciclables secos limpios, residuos especiales/RUA y basura no reciclable).

Cada habitante trasladará sus residuos clasificados hacia los centros de disposición inicial ubicados en las plazas de los módulos urbanos. Estos centros constarán de refugios comunitarios (*shelters*) equipados con contenedores de 1100 litros y canastos metálicos cerrados con trabas de seguridad antifauna, diseñados estructuralmente para resistir ráfagas de viento del oeste superiores a 100 km/h.

Recolección y Logística Inversa: Camiones compactadores urbanos retirarán la corriente húmeda con una frecuencia de 2 veces por semana y los reciclables secos 1 vez por semana. La fracción orgánica se procesará de forma centralizada en la compostera comunitaria del Área de Servicios para evitar el transporte de material pesado hacia El Chaltén. Los reciclables secos serán derivados al Centro de Acopio y Transferencia (CAT) del cuadrante industrial este, donde se operará su clasificación final, compactación y enfardado mecánico para su traslado hacia nodos regionales de reciclaje.

2.5.7. OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MOVILIDAD DE BAJO IMPACTO

Centro de Transferencia: Los autobuses de larga distancia y transportes logísticos externos ingresarán de forma directa desde la RP N° 23 (actual RP N° 41) hacia la terminal de micros y centro de transferencia ubicado en el acceso contiguo al Centro Cívico, quedando restringido su ingreso a las arterias residenciales internas.

Circuitos de Micro-Movilidad: Desde la terminal se activará el flujo peatonal y ciclista mediante circuitos exclusivos de bicisendas y senderos. La administración mantendrá operativas estaciones públicas de bicicletas de asistencia eléctrica (*E-Bikes*) y utilizará camiones eléctricos de mediano porte para las tareas de mantenimiento y recolección de residuos.

Riego de Cortinas Rompevientos: Para mitigar la acción de los vientos dominantes del oeste, la administración operará una red de canales y sistemas de riego por goteo automatizado para el aporte hídrico de las pantallas de *Populus nigra var. italica* dispuestas en filas escalonadas en tresbolillos. Durante el periodo invernal, la condición caducifolia del álamo reducirá el efecto vela, disminuyendo el esfuerzo mecánico sobre la estructura radicular.

2.5.8. OTROS ASPECTOS RELEVANTES DESDE LA ÓPTICA AMBIENTAL

2.5.8.1. CONSERVACIÓN DE MÁRGENES DE CUERPOS DE AGUA Y DINÁMICA FLUVIAL

Se establece como premisa técnica obligatoria e inalterable el cuidado y la prohibición de intervenciones sobre las márgenes del Río de las Vueltas, protegiendo su curso fluvial y las áreas perimetrales de los meandros. Las obras respetarán la geomorfología natural de las planicies de

inundación y la vegetación nativa adyacente a las orillas para mitigar procesos de erosión hídrica o desestabilización de taludes por acción del agua. Asimismo, cualquier formación rocosa detectada en las fases de excavación debe ser identificada, cuantificada en volumen y relocalizada en zonas particulares basándose en los requerimientos del diseño técnico, evitando el acopio en vertederos libres.

2.5.8.2. ADAPTACIÓN DEL DISEÑO A LOS CICLOS DE CONGELAMIENTO Y SISMICIDAD

Profundidad de Tapada Mínima: Los registros históricos determinan un período medio con heladas de 219 días anuales (frecuencia media de 93 días con heladas absolutas al año, registrando temperaturas mínimas de hasta -14,2 °C y extremos de hasta -25,7 °C), ocurriendo ciclos recurrentes de congelamiento y deshielo del suelo entre los meses de marzo y noviembre. En consecuencia, para evitar fallas mecánicas, roturas por contracción o taponamiento por congelamiento de las redes hídricas, de gas y de colectores cloacales, la totalidad de las conducciones enterradas se dispondrán con una tapada mínima obligatoria de 1,20 metros por debajo del nivel de rasante natural, o provistas de sistemas de protección térmica.

Construcciones Sismorresistentes: Al pertenecer el área a la Zona Sísmica 1 (peligrosidad reducida o muy baja según los mapas de zonificación del INPRES), las infraestructuras superficiales y los tanques elevados de agua se calcularán bajo normas de diseño estructural sismorresistente básicas para resistir sismos de menor intensidad sin registrar daños estructurales significativos.

2.5.9. MATRIZ CONSOLIDADA DE ETAPABILIDAD TÉCNICA DEL PROYECTO

Las tareas de preparación del terreno, movimientos de suelos e infraestructura enterrada se agrupan de acuerdo con el siguiente cuadro de indicadores de ingeniería:

Categoría Técnica / Parámetro de Ingeniería	Etapa 1 (E1)	Etapa 2 (E2)	Etapa 3 (E3)	Proyecto Completo (Total)
I. Parámetros Generales de Obra				
Superficie de intervención territorial	59,51 Ha	109,91 Ha	126,28 Ha	**295,70 Ha**
Tiempo estimado de ejecución neta (meses de trabajo)	17,0 meses	28,0 meses	29,5 meses	**74,6 meses**
Tiempo calendario proyectado (inc. vedas invernales)	20,6 meses	35,1 meses	40,0 meses	**95,6 meses**
Combustible líquido asignado a movimiento de suelos	2.341.682,00 L	3.856.888,00 L	4.063.507,00 L	**10.262.077,00 L**
II. Movimiento de Suelos y Obras de Tierra				
Volumen total de excavación neta a granel	164.177,45 m³	208.309,80 m³	268.317,40 m³	**640.804,65 m³**
Desbroce y remoción de capa vegetal (Tipo *1)	38.533,76 m³	68.797,65 m³	89.118,19 m³	**196.449,60 m³**
Excavación de caja de perfilado glaciario (Tipo *2)	98.929,93 m³	142.740,02 m³	176.029,72 m³	**417.699,68 m³**
Movimiento estimado de formaciones rocosas (8%)	13.134,20 m³	16.664,78 m³	21.465,39 m³	**51.264,37 m³**
Reuso de suelo orgánico Tipo *1 (Paisajismo)	4.170,60 m³	6.232,00 m³	4.270,00 m³	**14.672,60 m³**
Reuso de suelo granular Tipo *2 (Zanjas/Arrimes)	39.248,20 m³	11.400,00 m³	20.472,00 m³	**71.120,20 m³**
Aporte material de cantera externa (Capa Rodadura)	27.096,80 m³	27.137,70 m³	36.093,60 m³	**90.328,10 m³**

Aporte material de cantera externa (Subbase granular)	22.209,30 m³	22.187,70 m³	28.582,20 m³	**72.979,20 m³**
III. Infraestructura Vial Urbana				
Superficie de calzadas principales (Boulevards)	40.140 m²	99.000 m²	150.228 m²	**289.368 m²**
Superficie de calzadas secundarias (Calles de 6 m)	11.112 m²	48.918 m²	40.320 m²	**100.350 m²**
Rotondas de acceso ejecutadas sobre RP N° 23 (actual RP N° 41)	Rotonda 1 (9.495 m²) Rotonda 2 (8.720 m²)	—	—	**2 Unidades (18.215 m²)**
Superficie neta destinada a loteos (Privativa)	411.905 m²	920.016 m²	1.050.944 m²	**2.382.865 m²**
Parquización y áreas verdes asociadas a obras	20.853 m²	34.160 m²	21.350 m²	**76.363 m²**
IV. Usina e Infraestructura Eléctrica Subterránea				
Demanda máxima prevista del complejo	2 MW	5 MW	8 MW	**8 MW**
Grupos electrógenos modulares Sullair/Cummins 1250 KVA	2 unidades	3 un. (5 acumulados)	3 un. (8 acumulados)	**8 Unidades (Modular N+1)**
Tanques de almacenamiento de GasOil Bertotto (60 m³)	1 unidad	1 un. (2 acumulados)	1 un. (3 acumulados)	**3 Unidades (Uso Exclusivo)**
Consumo diario estimado de combustible de la central	8.000 L/día	18.900 L/día	31.200 L/día	**31.200 L/día**
Autonomía operativa neta de almacenamiento local	7 días	6 días	4 días	**4 días (A plena carga)**
Redes de MT (13,2 kV) y BT (Buzones y acometidas)	Configuración abierta	Expansión de mallas	Cierre de anillo	**100% Subterránea en Anillo**

V. Saneamiento Cloacal e Ingeniería Hidráulica (PTRA)				
Población de diseño servida (Carga modular)	1.700 hab	6.500 hab	10.600 hab	**10.600 hab**
Caudal cloacal medio diario de diseño (m³/día)	340 m³/día	1.300 m³/día	2.120 m³/día	**2.120 m³/día**
Caudal cloacal de pico horario (m³/h)	37 m³/h	106 m³/h	172 m³/h	**172 m³/h**
Módulos de reactores biológicos activos (146 m³ c/u)	1 unidad	3 un. (4 acumulados)	2 un. (6 acumulados)	**6 módulos Biológicos**
Módulos de sedimentadores secundarios circulares (9 m)	1 unidad	1 un. (2 acumulados)	1 un. (3 acumulados)	**3 clarificadores Circulares**
Área técnica de infiltración definitiva en terreno natural	—	—	96.000 m² (9,6 Ha)	**96.000 m² (9,6 Ha)**
Estaciones de bombeo cloacal locales operativas	EB-001 (4,70 m³/h)	—	EB-002 (8,50 m³/h)	**2 estaciones Elevadoras**
Longitud lineal troncal de colectores principales	4.880 m	3.020 m	6.730 m	**14.630 metros lineales**
VI. Red de Suministro de Gas Licuado de Petróleo (GLP)				
Consumo diario de gas per cápita/teórico proyectado	6,2 t/día	14,0 t/día	14,0 t/día	**84 t/día (Población final)**
Recipientes horizontales de presión ASME instalados	3 unidades	Expansión de planta	Ampliación final	**Instalaciones a escala GLP**

Tabla 5. Matriz Consolidada de Etapabilidad Técnica del Proyecto.

2.5.9.1. OBSERVACIONES COMPLEMENTARIAS DE AJUSTE DE LA MATRIZ

1. **Saturación del Área de Infiltración:** De acuerdo con la memoria técnica final de la planta de líquidos cloacales, al alcanzarse la Etapa 3 y el caudal de diseño máximo de 80 m³/h, se implementará el lecho de percolación definitivo sobre el terreno franco arenoso/limoso. Se adoptará una tasa de absorción restrictiva de 20 L/m²·día, requiriendo un desmonte de ingeniería específico para habilitar la pisada de **9,6 hectáreas (96.000 m²)**.
2. **Infraestructura Eléctrica de Cabecera:** Los centros compactos de transformación semi-enterrados y el tendido de tritubos subterráneos para fibra óptica se ejecutan en forma anticipada al parcelamiento en cada manzana. Se respeta la topografía en anillo para asegurar la continuidad de servicio N+1 de la usina desde la Etapa 1.
3. **Logística de Maquinaria y Rodantes:** El consumo asignado para movimientos de suelo de **10.262.077 litros** es independiente al GasOil demandado por los generadores Cummins, el cual posee tanques de acopio aéreos Bertotto Boglione exclusivos de 60 m³ con bateas antiderrame móviles para mitigar riesgos ambientales en el Área de Servicios.

2.6. MATERIAS PRIMAS, INSUMOS Y PRODUCTOS

2.6.1. MATERIAS PRIMAS, INSUMOS Y PRODUCTOS FASE CONSTRUCTIVA

Durante la fase constructiva los elementos ingresantes corresponden a insumos de origen externo y materiales de construcción, siendo el producto final la infraestructura urbana consolidada (lotes nivelados, redes de servicios viales y sanitarios).

2.6.1.1. COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES

Debido al uso intensivo de maquinaria pesada para el movimiento de suelos en las tres etapas, este insumo requiere el máximo estándar de control.

El almacenamiento y provisión del combustible para el desarrollo de las obras tanto para el uso de la maquinaria y la generación eléctrica en el obrador, se dará a través de un camión cisterna de 30m^3, homologado para el transporte de sustancias peligrosas, provenientes de distribuidores regionales autorizados (Río Gallegos / El Calafate), bajo normas de seguridad vial y ambiental. Será recargado con una periodicidad de 7 días. Estarán tenidas en cuenta las medidas de control de suelos en el área de aparcamiento y aproximación, y en el trasvase

del combustible a través de la definición de áreas delimitadas y el uso de bateas de contención. De igual manera todas las medidas de seguridad contra incendio a través del uso de Matafuegos clase ABC, descargas de PAT a jabalina exclusiva y perímetros de trabajos seguros. Se dispondrá además de los protocolos y capacitaciones correspondientes como así también del cumplimiento de las medidas de Seguridad e Higiene correspondientes según las Normativas locales y nacionales"

2.6.1.2. ÁRIDOS Y SUELO SELECCIONADO (MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN)

Comprende la arena, grava, piedra partida y suelo seleccionado para la base de las trazas viales, subbases y camas de asiento de tuberías.

Transporte: Se trasladarán desde canteras comerciales autorizadas de la zona (utilizando la flota de camiones tipo Tatu (22 m³) y camiones con batea (32 m³).

Manipuleo: La descarga se realizará por vuelco en las zonas asignadas. El movimiento interno y la distribución hacia los frentes de excavación se ejecutarán mediante palas frontales mecánicas y excavadoras.

Almacenamiento: Se dispondrán en acopios temporales a cielo abierto dentro del predio del obrador, debidamente sectorizados por granulometría. Para evitar la dispersión eólica del material fino (arena/suelo común), estos acopios se ubicarán al resguardo de los vientos predominantes y recibirán humectación de ser necesario mediante el camión regador de 15.000 litros.

2.6.1.3. CEMENTO, HORMIGÓN ELABORADO Y MATERIALES DE FIJACIÓN

Insumos destinados a las cimentaciones, cámaras de inspección, bases de la Planta de Tratamiento de Efluentes y cordones cuneta.

Transporte: El hormigón elaborado ingresará premezclado mediante camiones moto hormigoneras (*mixers*) desde plantas cercanas. El cemento en bolsas y aditivos secos se transportarán en camiones playos cubiertos.

Manipuleo: El hormigón será vertido directamente mediante canaletas o bombas de eyección en los encofrados. Las bolsas de cemento se manipularán de forma manual o mecanizada mediante autoelevadores en paletas cerradas.

Almacenamiento: El hormigón elaborado no se almacena (es de aplicación inmediata). Las bolsas de cemento se acopiarán en un depósito o pañol del obrador totalmente cerrado,

techado, seco y sobreelevado del suelo (sobre pallets de madera) para protegerlas de la humedad ambiente y las precipitaciones.

2.6.1.4. COMPONENTES PARA REDES DE SERVICIOS (TUBERÍAS Y CONDUCTOS)

Cañerías de Polietileno de Alta Densidad (PEAD/HDPE), PVC y caños de hormigón para las redes de agua potable, cloacas y bitubos eléctricos.

Transporte: Se trasladarán en camiones playos de caja larga, debidamente estibados, atados con fajas de sujeción textiles (no cadenas, para evitar daños físicos al plástico) y tapados.

Manipuleo: La carga y descarga se realizará preferentemente mediante retroexcavadoras equipadas con eslingas de lona o de forma manual para diámetros menores. Dado que el frío extremo de la región vuelve quebradizo al PVC, el manipuleo durante la época invernal se realizará con extrema precaución.

Almacenamiento: Se acopiarán de forma horizontal en un sector limpio y nivelado del obrador, sobre soportes de madera que eviten el contacto directo con el suelo. No se superarán las alturas máximas de estiba recomendadas por los fabricantes para evitar deformaciones por peso.

2.6.1.5. AGUA DE OBRA (CONSTRUCCIÓN, COMPACTACIÓN Y CONSUMO HUMANO)

Transporte y Distribución: El agua para compactación de suelos y control de polvo se distribuirá mediante **camiones regadores**. El agua para hormigonado e infraestructura se bombeará desde las perforaciones autorizadas. El agua para consumo del personal ingresará en bidones sellados desde proveedores certificados.

Manipuleo: Conexión mediante sistemas de bombeo, mangueras industriales y acoples rápidos para evitar pérdidas y optimizar el recurso hídrico.

Almacenamiento: Para el agua industrial se prevé la instalación de tanques cisterna plásticos en el sector del obrador. El agua mineral para consumo humano se almacenará en un área limpia y climatizada dentro del módulo de oficinas/comedor.

2.6.1.6. PRODUCTOS RESULTANTES

El proyecto no contempla la fabricación de productos comerciales de salida. El "producto" de esta fase constructiva se consolida *in situ* y está constituido por:

- Superficie Total de la Poligonal del Emprendimiento: 296 Hectáreas. Corresponde al dominio total objeto de evaluación ambiental, dentro del cual se integran los espacios de conservación natural, buffers geomorfológicos y la infraestructura vial.
- Dominio Privado Parcelable (las 911 Unidades): Corresponde a la superficie útil asignada a lotes privados Esta subdivisión no contempla las trazas viarias ni las áreas de amortiguación pública o ambiental.
- Capacidad Demográfica de Diseño: 9.952 Habitantes (comprendiendo 2.868 hab. en 478 lotes unifamiliares, 6.714 hab. en 373 unidades multifamiliares y 370 hab. en 7 complejos de hospedaje).

2.6.2. MATERIAS PRIMAS, INSUMOS Y PRODUCTOS FASE OPERATIVA

2.6.2.1. AGUA CRUDA

Es la materia prima ambiental extraída in situ para el abastecimiento del barrio.

Transporte: Se conduce de forma subterránea mediante cañerías de impulsión desde los **3** pozos de captación hasta la cisterna central de regulación.

Manipuleo: Proceso 100% automatizado mediante bombas sumergibles eléctricas, comandadas por sensores de nivel hidrostáticos para evitar el funcionamiento en seco y optimizar el acuífero.

Almacenamiento: Se acopia en una cisterna central cerrada, dimensionada para garantizar la reserva de agua del barrio ante picos de consumo o mantenimiento del sistema.

2.6.2.2. INSUMOS QUÍMICOS PARA SANEAMIENTO Y POTABILIZACIÓN

Comprende el hipoclorito de sodio (para la desinfección del agua) y polímeros/nutrientes necesarios para optimizar los fangos activos de la Planta de Tratamiento de Efluentes de 80 m^3/h.

Transporte: Traslado por proveedores autorizados en camiones playos acondicionados, envasados en contenedores intermedios para granel (IBC de 1.000 litros) o bidones de polietileno de alta densidad (20-50 litros) debidamente rotulados.

Manipuleo: Se realiza mediante bombas dosificadoras automáticas conectadas directamente a los contenedores. El personal técnico utiliza obligatoriamente EPP específico (antiparras, guantes de nitrilo y delantal químico).

Almacenamiento: Se dispondrán en el pañol de productos químicos de la planta de tratamiento de efluentes. Este depósito debe ser techado, ventilado, con piso impermeable y equipado con bateas de contención plásticas para evitar que cualquier fisura o goteo llegue al suelo.

El depósito contará con climatización mínima para evitar que el hipoclorito alcance su punto de congelamiento durante el invierno.

2.6.2.3. COMBUSTIBLES

Destinado al funcionamiento de la planta de generación de energía eléctrica.

Transporte: mediante camiones cisterna de abastecimiento periódico.

Manipuleo: Se realiza mediante un sistema cerrado de bombeo de combustible con válvulas de corte automático por sobrellenado y paradas de emergencia (ESD) accesibles en el puente de carga.

Almacenamiento: Se realizará en los tanques aéreos de almacenamiento de hidrocarburos

2.6.2.4. GAS NATURAL / GAS LICUADO DE PETRÓLEO (GLP)

Insumo energético para la calefacción y cocción en las viviendas.

Transporte: mediante camiones graneleros hasta la planta de vaporización central de GLP (*zeppelin*).

Manipuleo y Almacenamiento: Conducción por red interna subterránea de polietileno.

2.6.2.5. PRODUCTOS Y SUBPRODUCTOS RESULTANTES

La operación de la infraestructura del loteo genera principalmente los siguientes "productos", derivados de la gestión de los servicios públicos del consorcio:

- **Agua potable / apta para consumo:**
  - **Transporte:** Distribución a través de la red de cañerías subterráneas en malla que recorre las calles de la urbanización, impulsada por presurizadores.
  - **Manipuleo:** Control de presión mediante válvulas reguladoras distribuidas en la red para evitar roturas.
  - **Almacenamiento:** Tanques de reserva domiciliarios elevados o cisternas particulares en cada lote.

- **Efluente líquido tratado:** Es el efluente cloacal crudo ya depurado biológicamente por la planta de 80 m³/h, cumpliendo con los parámetros de vuelco de la provincia.
  - **Transporte:** Se desplaza por gravedad o bombeo interno desde la cámara de salida de la planta hacia el sector sureste del predio.
  - **Manipuleo:** Distribución regulada mediante colectores y caños perforados automáticos hacia las distintas celdas del sistema de infiltración.
  - **Disposición/Almacenamiento:** No se almacena; se dispone de forma continua para su absorción en los 96.000 m² de lechos de infiltración, aprovechando la capacidad porosa del suelo profundo a una tasa de diseño de 20 L/m²/día.

2.7. RESIDUOS Y EFLUENTES GENERADOS

Se presenta la descripción de los residuos y efluentes discriminados por etapas, ajustada a las características particulares de esta obra:

2.7.1. FASE CONSTRUCTIVA (MOVIMIENTOS DE SUELO, LOTEO E INFRAESTRUCTURA)

Esta fase se caracteriza por la intervención en el terreno con maquinaria pesada (excavadoras, motoniveladoras, retroexcavadoras, etc.) y la instalación de los servicios básicos de la urbanización (redes de agua y drenaje cloacal). Los residuos y efluentes que se generarán durante esta etapa son los siguientes:

2.7.1.1. RESIDUOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS

- **Restos Vegetales (Desbroce)**

Material orgánico remanente de las tareas de limpieza, desbroce y despeje de la capa superficial del terreno previo al movimiento de suelos.

Origen: Apertura de las trazas viales primarias y secundarias, delimitación de manzanas y preparación de la base para la Planta de Tratamiento de Efluentes (PTAR) y los 96.000 m² de lechos de infiltración.

Cantidades Proyectadas: 542.800 m³ (medidos en banco), asociado a las 3 etapas de movimiento de suelos).

Tratamiento in situ: Clasificación, y acopio diferenciado.

Disposición final: Reutilización interna para relleno, nivelación de trazas viales y paisajismo. Restos no reutilizables a vertedero municipal.

- **Tierra de Excavación Excedente (Inertes)**

Material geológico natural removido mecánicamente que no cumple con las propiedades mecánicas requeridas para ser reutilizado como relleno estructural o subbase vial.

Origen: Corresponde aproximadamente al 35% del volumen neto excavado en banco (aproximadamente 190.000 m³ sueltos), el cual constituye un remanente tras el proceso de compensación interna de corte y relleno.

Tratamiento in situ: Clasificación, y acopio diferenciado.

Disposición final: vaciadero municipal en El Chaltén.

- **Residuos de Construcción y Demolición (Escombros)**

Descartes y desperdicios materiales generados durante la ejecución de las obras civiles de la urbanización.

Composición:

– Retazos de hormigón fraguado (provenientes del lavado de canales de mixers o demoliciones menores de replanteo), maderas de encofrado dañadas, alambres, despuntes de fierro de construcción (chatarra ferrosa), restos de ladrillos y bloques de mampostería.
– Sobrantes y recortes de los tendidos de redes de servicios subterráneos. Entre los que se encuentran descartes de cañerías de Polietileno de Alta Densidad (PEAD/HDPE), policloruro de vinilo (PVC) y conductos bitubo para cableado eléctrico o fibra óptica.

Disposición final: vaciadero municipal en El Chaltén.

- **Embalajes y Residuos Asimilables a Domiciliarios**

Residuos derivados de los insumos, materiales de obra y de la permanencia del personal en el obrador.

Composición: Sacos de cemento vacíos (papel madera multihoja), palets de madera rotos, plásticos film de embalaje (embalaje de cañerías y equipamiento), cajas de cartón, junto con

los residuos generados en los módulos de comedor y oficinas (restos de alimentos, yerba mate, botellas plásticas, papel de oficina).

Tratamiento in situ: Segregación de origen. Los residuos reciclables serán compactados y enfardados en el Centro de Acopio y Transferencia (CAT) previsto en la urbanización.

Disposición final: Residuos no reciclables y no utilizables al vaciadero municipal en El Chaltén. Residuos reciclables a centros de reciclaje en la ciudad de Rio Gallegos o El Chaltén.

2.7.1.2. RESIDUOS PELIGROSOS

La generación de aceites lubricantes usados y filtros de aceite/combustible se concentra fuertemente en la Fase Constructiva, debido al uso intensivo de la flota pesada. En la Fase Operativa, este volumen disminuye.

La mayor estimación en la Fase Constructiva es el consumo de combustible proyectado para la maquinaria (excavadoras, motoniveladoras, camiones batea), el cual supera los 4.900 litros diarios de gasoil. Para una flota de esa escala operando a ritmo constante, las estimaciones mensuales de residuos peligrosos son las siguientes:

- **Aceites Lubricantes Usados (Y9)**

Origen: Recambio periódico de aceite de motor (cada 250-500 horas de uso según la máquina), fluidos hidráulicos de sistemas de excavación y aceites de transmisión.

Cantidad estimada: Entre 1.200 y 1.500 litros por mes (durante los meses de mayor movimiento de suelos).

- **Filtros de Aceite y Combustible Usados (Y48 contaminados con Y9)**

Origen: Filtros de aceite de motor, filtros de combustible (separadores de agua/trampas) y filtros hidráulicos reemplazados durante el mantenimiento preventivo en el obrador.

Cantidad estimada: Entre 80 y 120 kg por mes (equivalente a unas 40 a 60 unidades de filtros pesados empapados en hidrocarburo).

- **Sólidos Impregnados con Hidrocarburos (Y48 contaminados con Y9)**

Origen: Trapos, aserrín de contención y guantes usados)

Cantidad estimada: Se estima la generación de otros 40 a 60 kg/mes de este material, que

comparte la misma vía de disposición final que los filtros.

Previo al inicio de las obras, el Proponente gestionará la correspondiente inscripción en el Registro Provincial de Generadores de Residuos Peligrosos, obteniendo el Certificado Ambiental Anual (CAA).

Dicha inscripción contemplará inicialmente las siguientes corrientes de desecho, conforme a la Ley Provincial N° 2567 y su Decreto Reglamentario N° 712/02 (Anexo A):

- **Categoría Y9:** Mezclas y emulsiones de desecho de aceite y de agua o de hidrocarburos y de agua.
- **Categoría Y48 (Contaminados con Y9):** Materiales, sólidos y elementos diversos contaminados con la corriente Y9 (filtros, trapos, suelos impactados, guantes y equipos de protección personal).

Asimismo, el Proponente asume el compromiso de tramitar la ampliación de la inscripción para aquellas categorías de residuos peligrosos no contempladas en el presente informe que pudieren surgir de manera eventual o imprevista durante el avance físico de las obras.

Los residuos peligrosos generados serán almacenados de manera temporal en un sector especialmente acondicionado dentro del sector del obrador:

- Superficie impermeabilizada, resistente a derrames y diseñada para evitar infiltraciones al suelo.
- Estructura techada, que impide el ingreso de precipitaciones y reduce el riesgo de dispersión por viento.
- Perímetro delimitado y señalizado, restringiendo el acceso únicamente al personal autorizado.
- Contenedores homologados, adecuados para cada corriente de residuo (bidones metálicos para aceites, tambores cerrados para filtros y sólidos contaminados).
- Bandejas de contención secundaria, para retener eventuales pérdidas o goteos.

El almacenamiento no superará los plazos permitidos por la normativa provincial y se mantendrán registros de generación, acopio y retiro, garantizando la trazabilidad hasta su entrega a transportistas y operadores habilitados.

La operación y disposición final de las corrientes de residuos peligrosos será contratado y

ejecutado por Operador Habilitado debidamente inscripto en el Registro Provincial de Generadores, Transportistas y Operadores de Residuos Peligrosos de la Provincia de Santa Cruz (Ley N° 2567). Cada retiro contará con su correspondiente Manifiesto de Transporte de Residuos Peligrosos y el posterior Certificado de Tratamiento / Disposición Final emitido por la planta operadora autorizada.

2.7.1.3. EFLUENTES LÍQUIDOS

Durante la Fase Constructiva de la urbanización, la generación de efluentes líquidos será temporal y estará asociada principalmente a las actividades de movimiento de suelos, perforación de pozos de agua, operación del obrador y mantenimiento de la maquinaria pesada. Dentro de los efluentes líquidos generados se encontrarán:

- **Efluentes Sanitarios (Personal de obra)**

Origen: Aguas negras y grises generadas por el personal en los módulos sanitarios del obrador.

Cantidad proyectada: El volumen generado será proporcional a la dotación de operarios, incrementándose durante los picos de actividad constructiva.

Tratamiento in situ: No se realizará tratamiento *in situ*. Los efluentes se acumularán en tanques integrados de baños químicos, garantizando su confinamiento seguro y evitando infiltraciones al terreno.

Disposición final: El retiro se efectuará mediante camiones atmosféricos de empresas autorizadas, con disposición final en la planta depuradora municipal, conforme a la normativa vigente.

- **Efluentes Industriales de Obra**

Origen: Incluyen las aguas de lavado de *mixers* de hormigón y los lodos provenientes de la perforación de los tres pozos de agua proyectados.

Cantidad proyectada: Según el avance de obras, dependiendo del avance de las estructuras y de las etapas de perforación.

Tratamiento in situ: Para aguas de lavado de concreto se realizará sedimentación en piletas de decantación temporales y neutralización de pH.

Disposición final: Infiltración del agua clarificada en terreno autorizado o reutilización para

riego de caminos. Lodos secos a cantera/relleno.

2.7.1.4. EMISIONES GASEOSAS

Durante la Fase Constructiva, las emisiones gaseosas generadas son difusas y puntuales, con mayor intensidad durante el movimiento de suelos masivo y el uso intensivo de maquinaria pesada alimentada a gasoil. Estas emisiones provendrán tanto de la acción mecánica sobre el terreno, como de la combustión interna de motores móviles y estacionarios.

A continuación, se describen las principales fuentes generadoras, los tipos de efluentes gaseosos asociados y sus características.

- **Movimiento de Suelos Masivo (Etapas 1, 2 y 3)**

Origen: Actividades de excavación, nivelación y desbroce de la estepa (coirón blanco), carga y descarga de suelo mediante camiones batea y tránsito continuo de maquinaria pesada sobre suelo desnudo.

Tipo de efluente gaseoso: Material Particulado en Suspensión (PM10 – Polvo fugitivo).

Componentes principales: Polvo mineral y partículas de suelo desprendidas por acción mecánica, sílice presente en la fracción fina del terreno removido, y emisiones agravadas por las condiciones de alta acción eólica características de la región de Santa Cruz.

- **Operación de la Flota Pesada y Logística**

Origen: Combustión interna de motores diésel de excavadoras, motoniveladoras, topadoras y camiones; y consumo proyectado de aproximadamente 4.919 litros diarios de gasoil durante las jornadas de trabajo (8 h/día).

Tipo de efluente gaseoso: Gases de combustión de fuentes móviles, emitidos de manera continua desde los caños de escape.

Componentes principales: Dióxido de carbono (CO_2), Monóxido de carbono (CO), Óxidos de nitrógeno (NOx), Dióxido de azufre (SOx), hollín y partículas finas derivadas de combustión incompleta.

- **Perforaciones e Infraestructura**

Origen: Operación de equipos de perforación para los tres pozos de captación de agua, y funcionamiento de generadores eléctricos auxiliares en el obrador (utilizados en caso de no

contar con red eléctrica temporal).

Tipo de efluente gaseoso: Gases de combustión de fuentes fijas/estacionarias temporales, emitidos de manera puntual.

Componentes principales: Gases típicos de combustión diésel (CO_2, CO, Nox, Partículas finas), y emisiones localizadas en el área del obrador y zonas de perforación.

2.7.2. FASE OPERATIVA (USO RESIDENCIAL Y MANTENIMIENTO URBANO)

En esta fase, la urbanización ya se encontrará habitada, por lo que la generación de residuos y efluentes estará directamente ligada a la vida cotidiana de los residentes y a la operación de las infraestructuras de servicios del barrio. Los residuos y efluentes que se generarán durante esta etapa son los siguientes:

2.7.2.1. RESIDUOS SÓLIDOS ASIMILABLES A URBANOS

Se presenta a continuación el cálculo de generación de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) y asimilables al escenario de máxima consolidación del proyecto (Población de Diseño Final de 9.952 habitantes):

- Población de Diseño Final: 9.952 habitantes.

- Tasa de Generación Per Cápita Adoptada (g): 1,0 kg/hab./día.

- Volumetría / Masa Total de RSU Estimada en Consolidación en etapa final: 9.952 kg/día (aprox. 9,95 toneladas/día).

La adopción de la tasa de generación per cápita de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) de 1,0 kg/habitante/día se utiliza como un parámetro de diseño conservador, respaldado por la información bibliográfica existente utilizando los parámetros de generación per cápita recomendados en el marco del programa de financiamiento de infraestructura ambiental de la Nación:

“La generación per cápita media se encuentra entre 0,91 y 0,95 kg/hab./día, encontrándose un máximo de 1,52 kg/hab./día para la Ciudad de Buenos Aires y un mínimo de 0,44 kg/hab./día para la provincia de Misiones. La composición física media de los residuos presenta una composición del 50% de residuos de carácter orgánico y un 21% de la sumatoria de papeles, cartones y plásticos”.

Fuente: Secretaría de Gobierno de Ambiente y Desarrollo Sustentable. (2019, febrero). Reglamento Operativo (Programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos, Préstamo BID N° 3249/OC-AR). Presidencia de la Nación.

Asimismo, este cálculo se encuentra alineado con el análisis de factibilidad otorgado por la Municipalidad de El Chaltén en la Nota Oficial de la Intendencia del 24 de septiembre de 2026 que se adjunta como anexo.

A continuación, se describen las principales corrientes de residuos sólidos previstas en la fase operativa, junto con sus cantidades estimadas, tratamiento y disposición final:

- **RSU Húmedos/Orgánicos**

Clasificación: No Peligroso.

Origen: Residuos domiciliarios provenientes de cocinas, restos de alimentos y desechos sanitarios generados en las viviendas.

Cantidad estimada: 2,4 t/día, 72 t/mes, 864 t/año.

Tratamiento in situ: Promoción del compostaje domiciliario en las parcelas, con el objetivo de reducir el volumen de residuos a recolectar y fomentar prácticas de economía circular.

Disposición final: Recolección municipal diferenciada y traslado al Centro de Disposición Final / Relleno Sanitario local.

- **RSU Secos/Reciclables**

Clasificación: No Peligroso.

Origen: Residuos secos generados en los hogares: embalajes, botellas PET, papel, cartón, latas y vidrios generados en las viviendas.

Cantidad estimada: 1,6 t/día, 48 t/mes, 576 t/año.

Tratamiento in situ: Implementación de Puntos Verdes como centros de acopio intermedios para separación, clasificación y compactación básica.

Disposición final: Envío a plantas de reciclaje regionales o a cooperativas de recuperadores urbanos.

- **Lodos de la Planta de Tratamiento de Efluentes**

Clasificación: Especial / Sólido de Proceso.

Origen: Purga, estabilización y deshidratación de barros biológicos generados por la planta de tratamiento de 80 m³/h.

Cantidad estimada: 1,0 t/día (lodo húmedo al 20% de sequedad), 30 t/mes, 360 t/año.

Tratamiento in situ: Espesamiento, digestión aeróbica o anaeróbica y deshidratación mediante playas de secado o filtros prensa.

Disposición final: Transporte en camiones volcadores estancos hacia un predio autorizado para la disposición de lodos corregidos.

- **Aceites Vegetales Usados (AVU)**

Clasificación: Especial

Origen: Aceites residuales de fritura generados en cocinas domiciliarias.

Cantidad estimada: 350 L/mes, 4.200 L/año.

Tratamiento in situ: Acopio en botellas plásticas cerradas por parte de los vecinos y entrega en el centro comunitario.

Disposición final: Entrega a empresas autorizadas para su valorización en la producción de biodiésel o jabones industriales.

- **RAEEs (Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos)**

Clasificación: Especial / De Manejo Diferenciado.

Origen: Recambio de electrodomésticos, televisores, computadoras, luminarias y otros equipos eléctricos domiciliarios.

Cantidad estimada: 400 kg/mes, 4,8 t/año.

Tratamiento in situ: Acopio temporal en un punto de recepción barrial, con clasificación básica por tipo de equipo.

Disposición final: Derivación a operadores autorizados para desarme, recuperación de materiales y gestión segura de componentes peligrosos.

2.7.2.2. RESIDUOS PELIGROSOS

Durante la operación del loteo, la generación de estos residuos industriales es mínima a nivel comunitario.

El residuo peligroso por aceites y filtros en esta etapa queda limitado al mantenimiento de la infraestructura propia del barrio:

- **Aceites Lubricantes Usados:**

Cantidad estimada: 80 a 100 litros por año.

Origen: Mantenimiento de los grupos electrógenos de emergencia (ubicados en la Planta de Tratamiento de Efluentes o en las bombas de los pozos de agua) y de algún vehículo o tractor menor afectado al mantenimiento de calles y áreas verdes del consorcio.

- **Filtros de Aceite y Combustible:**

Cantidad estimada: 10 a 15 kg por año (unas 6 a 10 unidades anuales).

Origen: Servicios anuales o por horas de marcha de los motores estacionarios de respaldo del sistema de servicios del barrio.

2.7.2.3. EFLUENTES LIQUIDOS

En la Fase Operativa, la generación de efluentes líquidos será continua, permanente y de gran volumen, dado provendrá directamente del uso residencial del barrio y del funcionamiento de las infraestructuras urbanas. El diseño del proyecto contempla la centralización de estos caudales para su tratamiento y posterior disposición mediante infiltración controlada en el terreno, aprovechando la permeabilidad natural del sector sureste del loteo.

A continuación, se describen los principales tipos de efluentes líquidos previstos en esta etapa, junto con sus caudales, tratamiento y disposición final.

- **Efluentes Cloacales Domésticos**

Origen: Aguas grises y negras generadas en las viviendas conectadas a la red cloacal.

Cantidad Proyectada: Caudal de diseño centralizado de hasta 80 m³/h, correspondiente a la capacidad nominal de la Planta de Tratamiento de Efluentes Cloacales.

Tratamiento in situ: El tratamiento de lodos in situ será aeróbico. Se adoptará la digestión

aeróbica para estabilizar los barros en exceso con el proceso biológico principal de la planta antes de su deshidratación. Los efluentes son conducidos a la Planta de Tratamiento de Efluentes, donde se aplica un proceso de:

- Depuración biológica secundaria.
- Clarificación.
- Desinfección final para asegurar parámetros aptos de vuelco.

Disposición final: El efluente tratado se derivará por gravedad hacia el sistema de Lechos de Infiltración, con una superficie total de 96.000 m² y una tasa de aplicación de 20 L/m²/día, ubicado en el sector sureste del predio.

Se detallan los valores de lodos que corresponden al escenario de población de diseño final, en dos estados de concentración física distintos:

Lodos Líquidos Purgados: 670 m³/mes

- Humedad: 99% (1% de contenido de sólidos secos).
- Densidad: 1,00 t/m³ (similar a la del agua).

670 m³ × 1,00 t/m³ × 1% sólidos = 6,7 toneladas de lodo seco por mes.

Lodos Deshidratados: 30 toneladas/mes

- Humedad: 77,7% de humedad (22,3% de contenido de sólidos secos).
- Densidad: 1,00 t/m³ (volumen aproximado de 30 m³/mes).

30 toneladas × 22,3% sólidos = 6,7 toneladas de lodo seco por mes.

- **Efluentes Pluviales Urbanos**

Origen: Aguas de lluvia y deshielo que escurren por techos, veredas y calzadas.

Cantidad Proyectada: Variable según los eventos climáticos característicos de la región.

El criterio de diseño adoptado para el emprendimiento prescinde de infraestructura pluvial entubada convencional, basándose en el libre escurrimiento superficial y la infiltración natural. Esta estrategia aprovecha la alta permeabilidad del suelo y respeta el bajo Factor de Ocupación del Suelo (FOS) proyectado para las parcelas.

No obstante, en el documento Kaiken Sur, Tomo 1, ítem 5.3 Memoria Descriptiva de Redes de Infraestructura (pag.212) se identifica la complejidad local, donde el principal condicionante radica en los ciclos recurrentes de congelamiento y deshielo, con la formación de hielo superficial.

En un escenario sin deshielo, la capacidad de infiltración del suelo es suficiente para garantizar la absorción total del agua pluvial.

Ante la presencia de suelo congelado, la capacidad de absorción disminuye, provocando que el excedente escurra superficialmente por las pendientes del terreno hacia los puntos más bajos del emprendimiento hasta descargar de forma segura en el Río de las Vueltas.

2.7.2.1. EMISIONES GASEOSAS

Durante la Fase Operativa, las fuentes de generación de emisiones gaseosas se volverán permanentes, aunque de bajo impacto individual, distribuyéndose a lo largo de toda la superficie del loteo. Estas emisiones estarán asociadas principalmente al uso residencial de calefactores y calderas, así como al funcionamiento de la infraestructura sanitaria del barrio.

A continuación, se describen los principales tipos de emisiones previstas para esta etapa, junto con sus características, tratamiento y vías de dispersión.

- **Emisiones Domiciliarias**

Tipo de Emisión: Vapor de agua y gases de combustión generados por calefactores, cocinas y calderas que utilizarán Gas Natural o Gas Licuado de Petróleo (GLP).

Comportamiento y Cantidad Estimada: Las emisiones serán continuas, con picos durante la temporada invernal debido al aumento del consumo energético para calefacción.

Medidas de Gestión: Uso previsto de artefactos eficientes y quemadores homologados, e instalación de ventilaciones reglamentarias para garantizar una combustión adecuada y segura.

Vías de Dispersión: Las emisiones serán evacuadas de manera difusa a través de las chimeneas residenciales, dispersándose en la atmósfera local sin concentraciones significativas.

- **Olores Asociados a la Infraestructura de Saneamiento**

Tipo de Emisión: Gases difusos potenciales, tales como hidrógeno (H_2) y amoníaco (NH_3),

generados en la Planta de Tratamiento de Efluentes Cloacales.

Comportamiento y Cantidad Estimada: La generación será eventual, asociada principalmente a fallas de aireación, desequilibrios en el proceso biológico o períodos de mantenimiento.

Medidas de Gestión: Control de olores mediante la inyección controlada de oxígeno en los reactores biológicos, evitando la aparición de condiciones anaeróbicas que podrían generar compuestos volátiles indeseados. Complementariamente, se implementará una cortina forestal perimetral conformada por especies adaptadas al clima local, la cual actuará como barrera física de atenuación y favorecerá la dispersión natural de los olores en función de los vientos predominantes.

Vías de Dispersión: Los olores se dispersarán y atenuarán naturalmente en la atmósfera, favorecidos por la dirección predominante de los vientos en la región.

2.8. PERSONAL AFECTADO AL PROYECTO Y LUGAR DE RESIDENCIA

2.8.1. CUANTIFICACIÓN DEL PERSONAL (FASE CONSTRUCTIVA)

La dotación de recursos humanos asignada para la totalidad del periodo de obras de tierra, rotondas, zanjeos e instalación electromecánica comprende de forma fija a 200 operarios en terreno de manera simultánea. Este cómputo nominal incluye de forma integrada a operarios, conductores de maquinaria pesada, personal administrativo de control de obra y personal técnico jerárquico.

2.8.2. LUGAR DE RESIDENCIA

El personal afectado residirá dentro de las instalaciones habitacionales del Obrador Principal de 10.000 m² localizado en el margen norte del establecimiento. El recinto del campamento dispone de subáreas estancas cercadas perimetralmente, equipadas con estructuras modulares para fines de pernocte, comedores centralizados, oficinas de asistencia, salas de reuniones y pabellones de vestuarios sanitarios provistos de duchas e instalaciones provisorias. Durante los meses de parada por veda invernal, el campamento reducirá su ocupación a un número mínimo de operarios dedicados a tareas de conservación de la flota vehicular pesada.

2.9. CONDICIONES Y MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO. RIESGOS ESPECÍFICOS DE LA ACTIVIDAD

A continuación, se desarrolla el apartado de Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo (CyMAT) para el Proyecto Urbanístico KAIKEN SUR, enfocado específicamente en la identificación, evaluación y control de los riesgos físicos requeridos: ruido, vibraciones y radiaciones.

El mismo fue elaborado bajo el marco normativo de la Ley Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo N°19.587, su Decreto Reglamentario N°911/96 (para la industria de la construcción) y el Decreto N°351/79 (normativa general), aplicables en la provincia de Santa Cruz.

2.9.1. CONDICIONES Y MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO (CyMAT)

El objetivo de este apartado es establecer las condiciones de seguridad y salud ocupacional bajo las cuales se desempeñará el personal afectado al, identificando los riesgos físicos específicos derivados de las tareas de movimiento de suelos, instalación de infraestructura y operación de los servicios centralizados.

2.9.1.1. FASE CONSTRUCTIVA

Esta fase presenta la mayor concentración y criticidad de riesgos físicos debido a la naturaleza pesada de las tareas mecánicas al aire libre y la concentración de maquinaria pesada.

a. RIESGO ESPECÍFICO: RUIDO (CONTAMINACIÓN ACÚSTICA LABORAL)

Fuentes de Generación: Operación continua de la flota pesada durante jornadas de 8 horas: excavadoras oruga (Cat 336), tractores topadores (Cat D6), motoniveladoras (Cat 140), vibración mecánica de camiones batea y Tatu, y herramientas neumáticas o de corte en el obrador.

Características del Riesgo: Los niveles de presión sonora en la proximidad de estos equipos oscilan entre los 85 dBA y 105 dBA, superando el límite máximo permisible para una jornada de 8 horas sin protección (85 dBA según Res. MTESS 295/03).

Efectos en la Salud: Exposición prolongada sin control puede causar hipoacusia inducida por el ruido (sordera profesional), fatiga cognitiva, estrés laboral, aumento de la presión arterial y enmascaramiento de señales de seguridad viales (riesgo de atropellamiento).

b. RIESGO ESPECÍFICO: VIBRACIONES

Dadas las características del suelo y los equipos previstos, las vibraciones se clasifican en dos categorías normativas:

- **Vibraciones del Cuerpo Entero (VCE):**

Fuentes: Operadores de vibro compactadores (Dynapac CA 250) durante la compactación de bases viales, y choferes de excavadoras y camiones que transitan por terrenos irregulares, pedregosos o sin consolidar.

Efectos: Transmisión de vibraciones de baja frecuencia a través del asiento del conductor. Puede ocasionar microtraumatismos en la columna vertebral, lumbalgias, hernias discales, fatiga muscular y trastornos digestivos.

- **Vibraciones Mano-Brazo (VMB):**

Fuentes: Obreros que manipulan herramientas manuales motorizadas (martillos neumáticos, amoladoras, hormigoneras portátiles).

Efectos: Vibraciones de alta frecuencia transmitidas por las extremidades superiores. Riesgo de desarrollar el síndrome de los dedos blancos (síndrome de Raynaud de origen profesional), trastornos neurológicos, vasculares y osteoarticulares en manos y muñecas.

c. RIESGO ESPECÍFICO: RADIACIONES (NO IONIZANTES)

En el entorno geográfico de Santa Cruz, este riesgo adquiere una relevancia singular:

- **Radiación Ultravioleta (UV) de Origen Solar:**

Fuentes: Exposición directa y continua a la intemperie del personal de campo en un entorno de alta acción eólica, baja nubosidad estacional y un factor de reflexión natural del suelo de estepa desnudado.

Efectos: Eritemas cutáneos (quemaduras solares), envejecimiento prematuro de la piel, fotoqueratitis ocular y, a largo plazo, riesgo incrementado de desarrollar cáncer de piel (melanoma). El viento actúa como un agravante al acelerar la deshidratación y permeabilidad de la barrera cutánea.

- **Radiación Óptica Artificial (Soldadura):**

Fuentes: Tareas de montaje electromecánico, vinculación de estructuras metálicas y reparaciones en el taller del obrador mediante soldadura eléctrica (arco). Se emiten radiaciones UV, infrarrojas (IR) y luz visible intensa.

Efectos: Conjuntivitis actínica ("golpe de arco" u ojo de soldador), quemaduras en la retina y quemaduras térmicas en la piel expuesta.

2.9.1.2. FASE OPERATIVA

Durante el funcionamiento de la urbanización, los riesgos físicos específicos se reducen en extensión, quedando restringidos casi con exclusividad al personal técnico asignado al mantenimiento de la infraestructura comunitaria de servicios.

Riesgo Específico	Fuentes de Generación (Fase Operativa)	Efectos Potenciales	Medidas de Ingeniería y Control Base
Ruido	• Motores de la Central de Generación Eléctrica. • Grupos electrógenos de respaldo. • Sopladores y bombas de aireación de la Planta de Tratamiento de Efluentes (PTAR, 80 m³/h).	• Hipoacusia progresiva. • Interferencia en la comunicación técnica. • Fatiga.	• Encapsulamiento acústico de motores (*insonorización*). • Montaje de silenciadores de escape. • Uso obligatorio de protección auditiva de copa (tipo fono) en salas de máquinas.
Vibraciones	• Transmisión mecánica por el funcionamiento de grandes bombas de agua en los 3 pozos de captación y motores estacionarios de energía.	• Fatiga estructural de cañerías. • Trastornos osteoarticulares menores en operarios de mantenimiento.	• Instalación de juntas antivibratorias flexibles en tuberías. • Fijación de motores sobre bases antivibratorias (*silentblocks*) o poyos de hormigón aislados del suelo del edificio.
Radiaciones	• Radiación Solar UV sobre el personal de mantenimiento de espacios públicos, redes viales y lechos de infiltración (96.000 m²).	• Lesiones dérmicas. • Fatiga térmica e insolación.	• Provisión de ropa técnica con filtro UV (manga larga). • Uso de cascos con cubre-nuca y anteojos de seguridad con filtro UV certificado. • Distribución de protector solar factor 50+.

Tabla 6. Riesgos durante fase operativa.

2.9.2. PROGRAMA DE PROTECCIÓN Y CONTROL EN OBRA (CyMAT)

Para mitigar los riesgos críticos detallados en la fase constructiva, el Plan de Gestión Ambiental y de Seguridad exigirá las siguientes acciones directas:

- **Vigilancia de Ruido y Vibraciones:**

Se realizarán mediciones semestrales de nivel sonoro continuo equivalente (NSCE) en los puestos de trabajo de la maquinaria pesada mediante sonómetros calibrados.

Los asientos de excavadoras, motoniveladoras y tractores deberán contar con sistemas de suspensión hidráulica o neumática activa en perfecto estado de mantenimiento para absorber la componente de baja frecuencia (VCE).

- **Protocolo de Elementos de Protección Personal (EPP):**

Protección Auditiva: Entrega obligatoria de protectores endoaurales o de copa con un nivel de atenuación mínimo (NRR) de 25 dB a todo operario expuesto a más de 85 dBA.

Protección Antivibratoria: Uso de guantes certificados técnicamente contra vibraciones (con gel atenuador en palmas) para operarios de herramientas manuales de demolición o corte.

Pantallas de Soldadura: Uso de máscaras fotosensibles autorregulables para soldadores y colocación de biombos o pantallas opacas en el taller del obrador para proteger de los destellos ópticos al resto del personal.

CAPITULO III – Información de Base

ÍNDICE

CAPÍTULO III: INFORMACIÓN DE BASE (LÍNEA DE BASE AMBIENTAL) 65
3.1. INTRODUCCIÓN 65
3.2. MEDIO FÍSICO 65
3.2.1. CLIMA 65
3.2.2. GEOLOGÍA 72
3.2.3. GEOMORFOLOGÍA 80
3.2.4. SISMICIDAD 84
3.2.5. EDAFOLOGÍA 85
3.2.6. HIDROLOGÍA 94
3.2.7. HIDROGEOLOGÍA 101
3.2.8. PALEONTOLOGÍA 102
3.3. MEDIO BIÓTICO 105
3.3.1. FLORA 105
3.3.2. FAUNA 124
3.3. MEDIO SOCIOECONÓMICO 135
3.4.1. ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO KAIKEN SUR 135
3.4.2. EMPLAZAMIENTO GEOGRÁFICO Y CONTEXTO TERRITORIAL DEL AII 136
3.4.3. DIMENSIÓN DEMOGRÁFICA Y ESTRUCTURA POBLACIONAL 136
3.4.4. CARACTERIZACIÓN ECONÓMICA Y MATRIZ PRODUCTIVA 137
3.4.5. INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS PÚBLICOS. 137
3.4.6. APTITUD SOCIOECONÓMICA E INSERCIÓN TERRITORIAL DEL PROYECTO KAIKEN SUR 138
3.4. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS EN EL ÁREA DEL PROYECTO 138
3.5.1. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS DE JURISDICCIÓN NACIONAL 139
3.5.2. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS DE JURISDICCIÓN PROVINCIAL 139
3.5.3. COMPONENTES BIOLÓGICOS DE ESPECIAL VALOR DE CONSERVACIÓN (EEVC) 140
3.5.4. ÁREAS IMPORTANTES PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES (AICA) 141
3.5.5. ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE BOSQUES NATIVOS (OTBN) 142
3.5. SITIOS ARQUEOLÓGICOS, HISTÓRICOS, RELIGIOSOS U OTRO PATRIMONIO SOCIOCULTURAL 143
3.6. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL 145
3.6.1. FUNDAMENTACIÓN METODOLÓGICA (NAG 153/06 - McHARG) 145
3.6.2. DELIMITACIÓN DE ÁREAS DE INFLUENCIA (CRITERIO NAG 153/06) 145
3.6.3. SUPERPOSICIÓN DE CAPAS TEMÁTICAS (McHARG) 146
3.6.4. PONDERACIÓN MATRICIAL Y CÁLCULO DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL (SA) 147
3.6.5. MATRIZ DE SENSIBILIDAD PONDERADA 148
3.6.6. ANÁLISIS DE RESULTADOS 150
3.6.7. ANALISIS DE ÁREAS PROTEGIDAS 151
3.6.8. ANALISIS DE SENSIBILIDAD DE LA LOCALIDAD EL CHALTÉN 152
3.6.9. CARTOGRAFÍA 153

Tablas

Tabla 7. Unidades geológicas del área de estudio. *73*
Tabla 8. Categorización sísmica del sitio. *85*
Tabla 9. Ubicación geográfica de los sitios de toma de muestras. *88*
Tabla 10. Ficha edafológica Perfil 1. ..... *89*
Tabla 11. Ficha edafológica Perfil 2. ..... *90*

Tabla 12. Ubicación geográfica de toma de muestras de suelo. 91

Tabla 13. Resultados químicos. (Protocolos Nº42407 y Nº42408). 92

Tabla 14. Clases de reacción y sus rangos en pH. (USDA, 2017). 93

Tabla 15. Resultados físicos. (Protocolos Nº42407 y Nº42408). 93

Tabla 16. Ubicación de las transectas de vegetación. 108

Tabla 17. Inventario florístico y estatus de las especies presentes en el área de relevamiento. 111

Tabla 18. Matriz analítica de coberturas absolutas (A) y relativas (R) por transecta T1 a T5. 112

Tabla 19. Matriz analítica de coberturas absolutas (A) y relativas (R) por transecta T6 a T10. 112

Tabla 20. Matriz analítica de coberturas absolutas (A) y relativas (R) por transecta T11 a T13. 113

Tabla 21.Ubicación de transectas de avifauna con metodología línea en marcha. Coordenadas Geográficas, Datum GWS84. 127

Tabla 22. Ubicación de transectas de mastofauna con metodología línea en marcha. Coordenadas Geográficas, Datum GWS84. 127

Tabla 23. Ubicación de transectas de avifauna y mastofauna, metodología lineal en faja. Coordenadas Geográficas, Datum GWS84. 127

*Tabla 24. Ubicación de transectas de reptiles, metodología de ancho fijo. Coordenadas Geográficas, Datum GWS84. ..... **¡Error! Marcador no definido.***

Tabla 25. Valores cuantitativos e Índice Kilométrico de Abundancia (IKA) para el componente avifauna... 129

Tabla 26. Valores cuantitativos e Índice Kilométrico de Abundancia (IKA) para el componente Mastofauna. 129

Tabla 27. Indicadores Estables (Censo 2022) 136

Tabla 28. Especies con Estatus de Conservación Especial. 141

Tabla 29. Rango de valores de importancia Sensibilidad Ambiental. 148

Tabla 30. Matriz de Sensibilidad Ponderada. 149

Imágenes

Imagen 8. Mapa de ubicación del proyecto y de la estación meteorológica El Calafate AERO. Elaboró: SENSEI AMBIENTAL, 2026. 67

Imagen 9.Temperatura media, media máxima y media mínima. Período 1991-2020. 68

Imagen 10. Temperatura máxima extrema y mínima extrema. Período 2000-2025. 68

Imagen 11. Precipitación media. Período 1991-2020. 69

Imagen 12. Precipitación extrema. Período 2000-2025. 70

Imagen 13. Dirección y velocidad del viento. Estaciones meteorológicas, 1994-2023. 71

Imagen 14. Velocidad del viento en cada mes. Período 1961-2024. 71

Imagen 15. Humedad relativa media. Período 1991-2020. 72

Imagen 16. Mapa Geológico. Elaboró: SENSEI AMBIENTAL, 2026. 73

Imagen 17. Vista en superficie de depósitos glaciarios, se observan bloques erráticos. 77

Imagen 18. Vista de bloque errático descubierto. 78

Imagen 19. Vista de bloque errático parcialmente cubierto. 78
Imagen 20. Vista en superficie de depósitos fluviales. 79
Imagen 21. Vista del perfil de los depósitos fluviales. 79
Imagen 22. Mapa Geomorfológico. Elaboró: SENSEI AMBIENTAL, 2026. 81
Imagen 23. Vista de terrazas fluviales. 82
Imagen 24. Vista de planicies glacilacustres. 83
Imagen 25. Vista de morenas. 83
Imagen 26. Vista de bajo topográfico, con presencia de agua. 84
Imagen 27. Vista de cauce temporal con presencia de agua. 84
Imagen 28. Mapa de Peligrosidad Sísmica. Elaboró: SENSEI AMBIENTAL, 2026. 85
Imagen 29. Características de los suelos, la vegetación y el paisaje en la cuenca río De Las Vueltas, según Villegas et al (2002). Fuente: Díaz B, 2005. 86
Imagen 30. Mapa de suelos. Elaboró: SENSEI AMBIENTAL, 2026. 87
Imagen 31. Toma de muestra Nº1 92
Imagen 32. Toma de muestra Nº2. 92
Imagen 33. Triángulo de las texturas de suelo. Muestra N°1 (rojo). Fuente: United States Department of Agriculture, USDA. 94
Imagen 34. Triángulo de las texturas de suelo. Muestra N°2 (rojo). Fuente: United States Department of Agriculture, USDA. 94
Imagen 35. Mapa general de Hidrología Superficial. Elaboró: SENSEI AMBIENTAL, 2026. 96
Imagen 36. Vista general de la desembocadura del río De las Vueltas en el Lago Viedma. 96
Imagen 37. Mapa de detalle de Hidrología Superficial. Elaboró: SENSEI AMBIENTAL, 2026. 98
Imagen 38. Vista general del cauce principal del río Barrancas, desembocando en el río De las Vueltas. ... 99
Imagen 39. Vista general del cauce tributario o secundario del río Barrancas. 99
Imagen 40. Vista general de uno de los sectores bajos, ubicado en el sector noreste del proyecto, rodeado de sectores altos hacia el suroeste y hacia el noreste. 100
Imagen 41. Vista general de uno de los sectores bajos ubicado en el centro del proyecto, rodeado de sectores altos hacia el sur, el oeste y el norte. 101
Imagen 42. Vista de detalle del mismo sector bajo anterior. 101
Imagen 43. Mapa de vegetación. Elaboró SENSEI AMBIENTAL, 2026. 109
Imagen 44 Vista general meseta. Imagen Drone, 2026. SENSEI AMBIENTAL. 115
Imagen 45 Vista general meseta (humedal). Imagen Drone, 2026. SENSEI AMBIENTAL. 115
Imagen 46. Vista general meseta (humedal). Imagen Drone, 2026. SENSEI AMBIENTAL. 116
Imagen 47. Transecta T1 ambiente de meseta. Imagen cámara fotográfica, SENSEI AMBIENTAL, 2026. 116
Imagen 48. Transecta T2 ambiente de meseta. Imagen cámara fotográfica, SENSEI AMBIENTAL, 2026. 117
Imagen 49. Transecta T3 ambiente de meseta. Imagen cámara fotográfica, SENSEI AMBIENTAL, 2026. 117
Imagen 50. Transecta T4 ambiente de meseta. Imagen cámara fotográfica, SENSEI AMBIENTAL, 2026. 118

Imagen 51. Transecta T5 margen humedal asociado a ambiente de meseta. Imagen cámara fotográfica, SENSEI AMBIENTAL, 2026. 118

Imagen 52. Transecta T6 margen humedal asociado a ambiente de meseta. Imagen cámara fotográfica, SENSEI AMBIENTAL, 2026. 119

Imagen 53. Transecta T7 margen laguna temporal asociado a ambiente de meseta. Imagen cámara fotográfica, SENSEI AMBIENTAL, 2026. 119

Imagen 54.Transecta T8 ambiente de meseta. Imagen cámara fotográfica, SENSEI AMBIENTAL, 2026. 120

Imagen 55.Transecta T9 ambiente de meseta. Imagen cámara fotográfica, SENSEI AMBIENTAL, 2026. 120

Imagen 56. Transecta T10, vegetación asociada a humedal. Imagen cámara fotográfica, SENSEI AMBIENTAL, 2026. 120

Imagen 57.Transecta T11, vegetación asociada a humedal en ambiente de meseta. Imagen cámara fotográfica, SENSEI AMBIENTAL, 2026. 121

Imagen 58.Transecta T12, margen afluente río Barrancas. Imagen cámara fotográfica, SENSEI AMBIENTAL, 2026. 121

Imagen 59.Transecta T13, margen afluente río Barrancas. Imagen cámara fotográfica, SENSEI AMBIENTAL, 2026. 122

Imagen 60. Berberis microphylla 122

Imagen 61. Caltha sagittata 122

Imagen 62. Juncus balticus 122

Imagen 63. Senecio filaginoides 122

Imagen 64. Festuca sp. 122

Imagen 65.Mulinum Spinosum 122

Imagen 66. Acaena poeppigiana 123

Imagen 67. Cerastium arvense 123

Imagen 68. Azorella monantha 123

Imagen 69. Mapa relevamiento de fauna. Elaboró: SENSEI AMBIENTAL, 2026. 128

Imagen 70. Transecta 1. Individuos de Aguila mora (Geranoaetus melanoleucus) y Caranchos (Polyborus plancus). 10/05/2026. Imagen cámara fotográfica, SENSEI AMBIENTAL, 2026. 131

Imagen 71. Transecta 1. Individuos de Aguila mora (Geranoaetus melanoleucus) y Caranchos (Polyborus plancus). 10/05/2026. Imagen cámara fotográfica, SENSEI AMBIENTAL, 2026. 132

Imagen 72. Transecta T1. Individuos de Cóndor (Vultur gryphus). Imagen cámara fotográfica, SENSEI AMBIENTAL, 2026. 132

Imagen 73. Transecta T1. Individuo de Cóndor (Vultur gryphus). Imagen cámara fotográfica, SENSEI AMBIENTAL, 2026. 133

Imagen 74. Individuo de Cóndor (Vultur gryphus). Imagen cámara fotográfica, SENSEI AMBIENTAL, 2026. 133

Imagen 75. Individuo de Guanaco (Lama guanicoe). Imagen cámara fotográfica, SENSEI AMBIENTAL, 2026. 134

Imagen 76. Huellas de Rhea pennata (choique). 134

Imagen 77. Huellas de Lama guanicoe (guanaco). 134

Imagen 78. Transecta T2. Cueva con entrada semicircular. *134*

Imagen 79. Mapa de Áreas de Naturales Protegidas y ubicación del Proyecto Urbanístico Kaiken Sur. Elaboró SENSEI AMBIENTAL, 2026. ..... *143*

Imagen 80. Mapa de Sensibilidad Ambiental. Elaboró: SENSEI AMBIENTAL, 2026. ..... *153*

Imagen 81. Mapa de Sensibilidad Ambiental. Elaboró: SENSEI AMBIENTAL, 2026. ..... *154*

Gráficos

Gráfico 1. Porcentaje de cobertura absoluta en ambiente de meseta. *113*

Gráfico 2. Porcentaje cobertura relativa por especie en ambiente de meseta. *114*

Gráfico 3. Porcentaje cobertura relativa por hábito de crecimiento en el ambiente de meseta. *114*

CAPÍTULO III: INFORMACIÓN DE BASE (LÍNEA DE BASE AMBIENTAL)

3.1. INTRODUCCIÓN

El presente capítulo constituye la Línea de Base Ambiental (LBA) para el Estudio de Impacto Ambiental del "Proyecto Urbanístico KAIKEN SUR". La información técnica, analítica y cartográfica expuesta en este documento ha sido generada a partir de un enfoque metodológico integrado que combina dos fuentes primarias de datos:

- RELEVAMIENTOS DE CAMPO: Campañas de prospección e inventario técnico directo ejecutadas en el terreno durante el mes de mayo de 2026 por el equipo de consultoría ambiental. Estas tareas incluyeron la apertura de calicatas para muestreo edafológico, censos fitosociológicos mediante transectas lineales de vegetación, transectas de observación y recuento de fauna, y prospecciones pedestres distribucionales para la caracterización del patrimonio sociocultural.
- RECOPILACIÓN BIBLIOGRÁFICA Y TRABAJOS: Análisis, validación e integración de cartografía oficial, series temporales de datos e informes de instituciones científicas y organismos de control público, tales como el Servicio Meteorológico Nacional, el Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR), el Instituto Nacional de Prevención Sísmica (INPRES) , el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) , el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC) , el Consejo Agrario Provincial (CAP) y la Administración de Parques Nacionales (APN).

El desarrollo estructural y el nivel de detalle se ajustan a los contenidos mínimos establecidos para la presentación de Estudios de Impacto Ambiental correspondientes a la Categoría II, de conformidad con el marco regulatorio de la ley provincial N°2658, y normativa complementaria. La caracterización cualitativa y cuantitativa de las variables ambientales aquí descritas provee el estado de situación de referencia para la subsiguiente identificación, evaluación y mitigación de los impactos ambientales potenciales en las etapas de construcción, operación y mantenimiento del proyecto.

3.2. MEDIO FÍSICO

3.2.1. CLIMA

El área de estudio presenta un clima frío templado de montaña, con marcada influencia de los sistemas meteorológicos del sector cordillerano patagónico. Las condiciones climáticas se caracterizan por una elevada variabilidad temporal y espacial, registrándose cambios bruscos en el

estado del tiempo en períodos cortos, asociados a la dinámica atmosférica propia de la región andino-patagónica.

Los vientos constituyen uno de los factores climáticos predominantes, con velocidades generalmente elevadas y persistentes durante gran parte del año, principalmente provenientes del oeste y sudoeste. Estas condiciones adquieren mayor intensidad durante la primavera y el verano, generando incidencia directa sobre los procesos de erosión, dispersión de partículas y balance hídrico superficial.

Las temperaturas medias anuales son bajas, con veranos frescos e inviernos rigurosos, durante los cuales son frecuentes las heladas y precipitaciones níveas. La amplitud térmica diaria suele ser moderada, mientras que la sensación térmica se encuentra fuertemente condicionada por la acción del viento. Las precipitaciones presentan un régimen asociado a la influencia orográfica de la Cordillera de los Andes, incrementándose hacia el oeste en proximidad al Campo de Hielo Patagónico Sur y disminuyendo progresivamente hacia las áreas de estepa.

La combinación de bajas temperaturas, vientos intensos, precipitaciones variables y elevada exposición a radiación solar configura un ambiente climático de alta sensibilidad ecológica, condicionando tanto la dinámica de los ecosistemas naturales como el desarrollo de actividades humanas e infraestructura en el área de estudio.

La estación meteorológica más cercana a la zona de estudio corresponde a la estación El Calafate AERO, Santa Cruz. Para la descripción del clima se utilizarán los datos de la misma.

En la siguiente imagen se presenta el mapa de ubicación del proyecto y de la estación meteorológica mencionada.

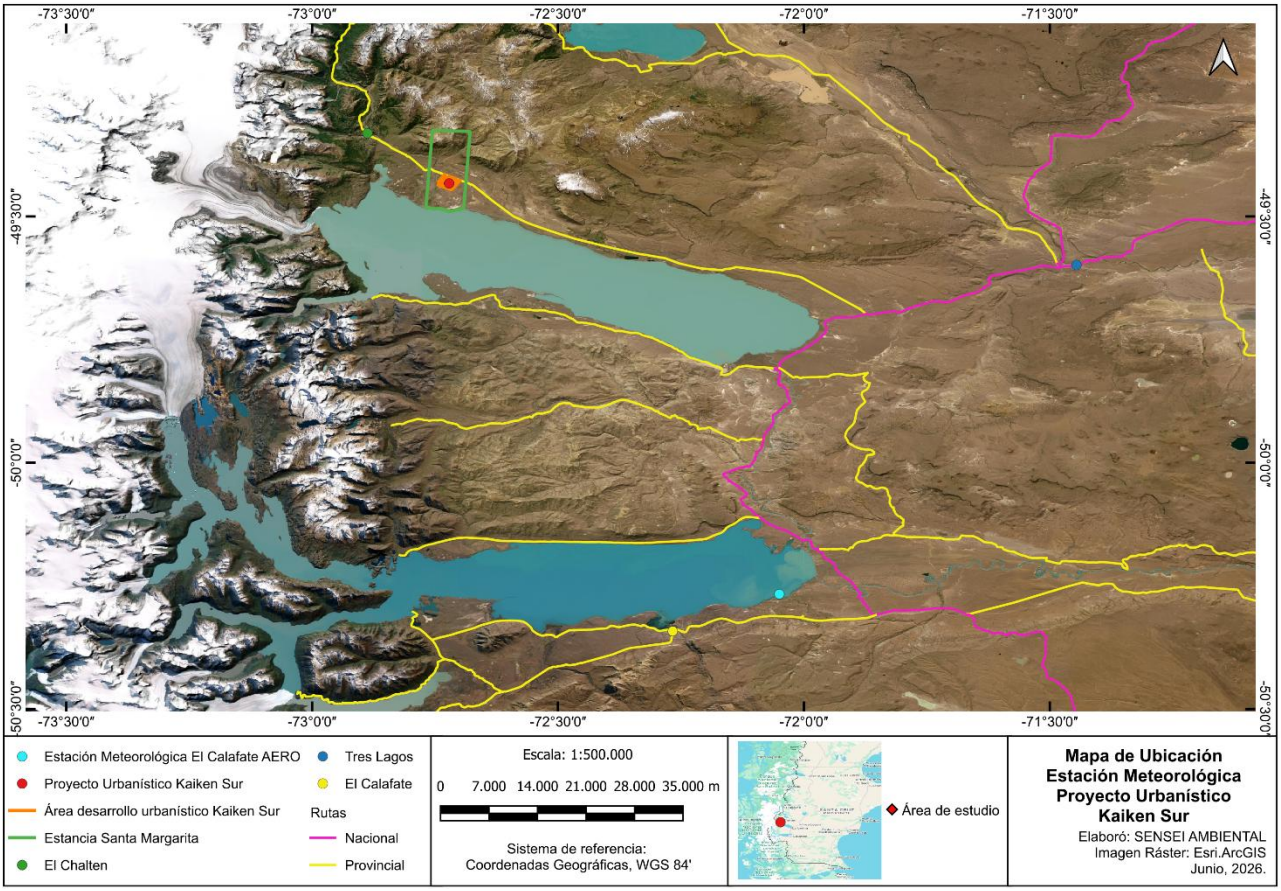


Imagen 8. Mapa de ubicación del proyecto y de la estación meteorológica El Calafate AERO. Elaboró: SENSEI AMBIENTAL, 2026.

TEMPERATURA

La temperatura media de la zona es de 7,4°C, con un ciclo anual bien definido. Las temperaturas mínimas ocurren entre los meses de junio y julio, con una media mensual de 1,0°C y 0,6ºC respectivamente, con medias mínimas de -3,7ºC y -4,4ºC, y con una mínima extrema de -17,4°C, registrada en el mes de julio en el año 2014. Las temperaturas máximas se observan en los meses de enero y febrero en los años 2013 y 2005, con una media mensual de 13,9°C y 13,6ºC respectivamente, con medias máximas de 19,1ºC y 19,2ºC, y una máxima extrema de 28,4°C, registrada en el mes de enero y febrero.

Se muestran los datos mencionados, correspondientes a temperatura media, media máxima y media mínima mensual.

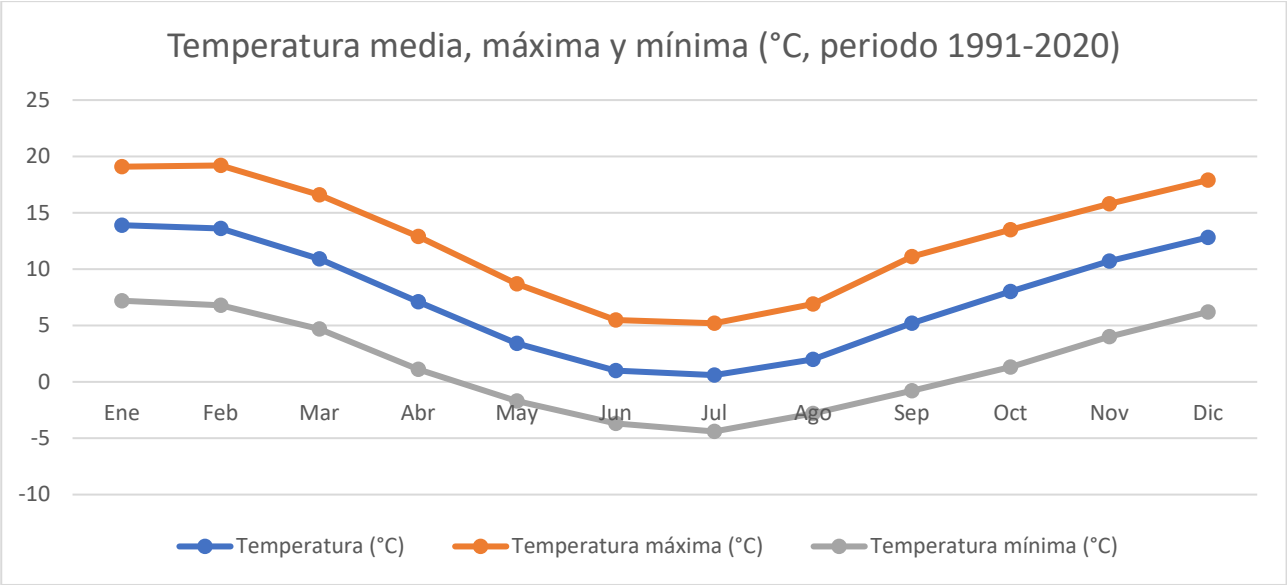


Imagen 9.Temperatura media, media máxima y media mínima. Período 1991-2020.

En la siguiente imagen se muestran los datos de temperaturas máxima extrema y mínima extrema.

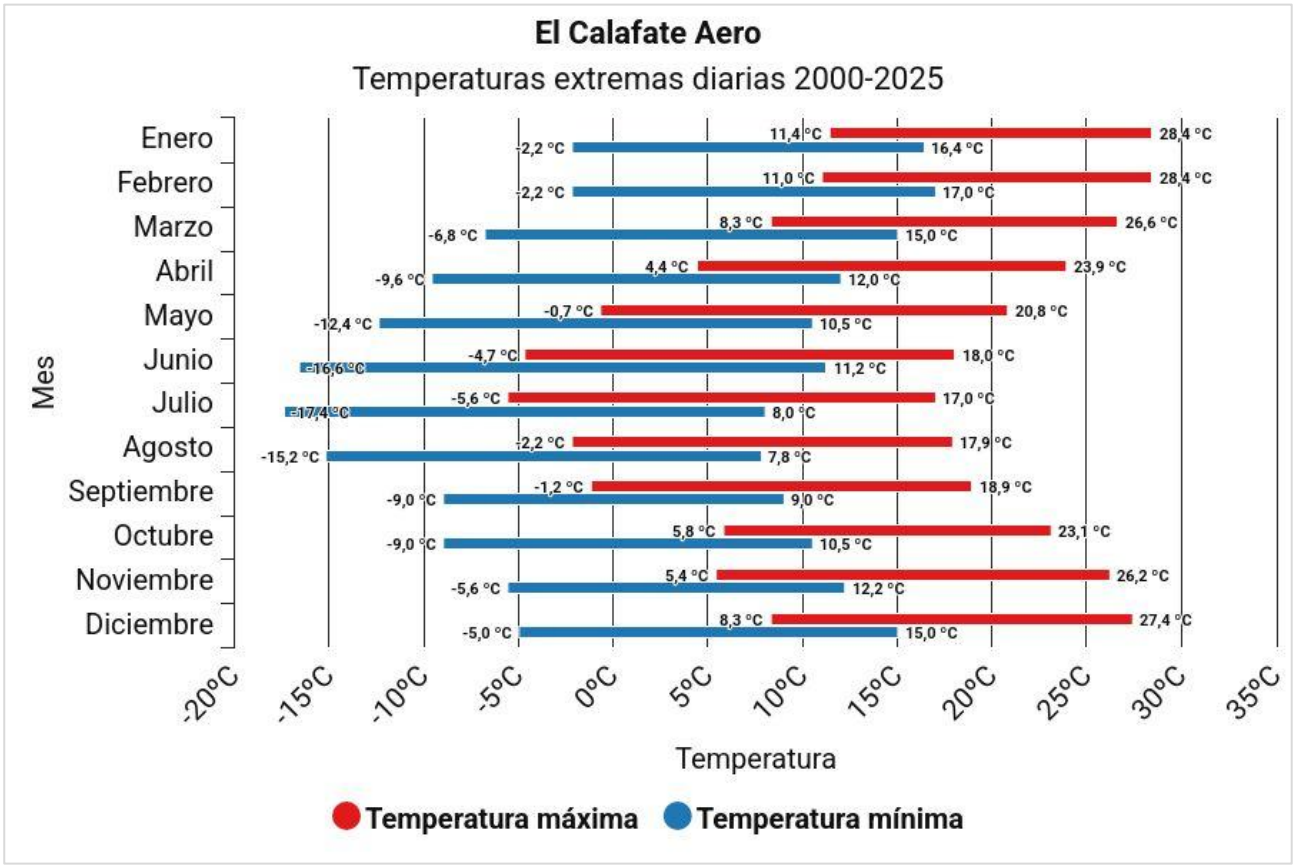


Imagen 10. Temperatura máxima extrema y mínima extrema. Período 2000-2025.

PRECIPITACIONES

La precipitación media anual de la zona es de 160,8 mm, con un ciclo anual bien determinado. Las precipitaciones máximas se observan en los meses de abril y mayo, con una media mensual de 19,5 mm y 20,3 mm respectivamente, y una máxima extrema mensual de 107,1 mm, registrada en

el mes de marzo en el año 2002. Las precipitaciones mínimas se observan en los meses de noviembre, diciembre y enero, con una media mensual de 6,9 mm, 9,5 mm y 6,9 mm respectivamente.

En la siguiente imagen se muestran los datos mencionados, correspondientes a precipitación media mensual.

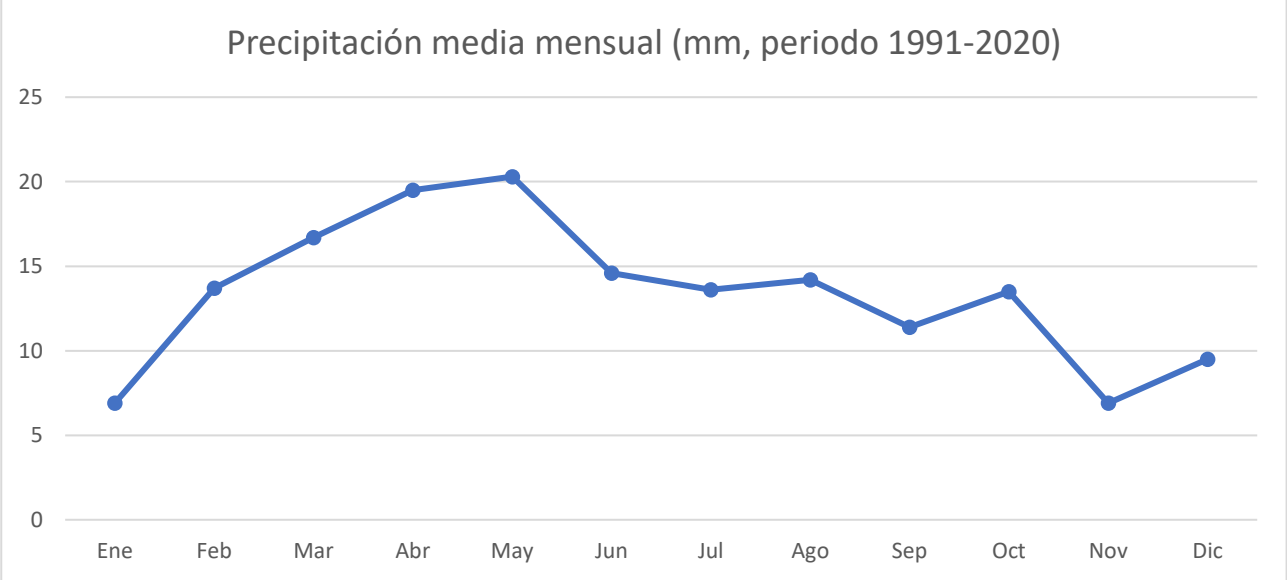


Imagen 11. Precipitación media. Período 1991-2020.

En la siguiente imagen se muestran los datos de precipitación máxima mensual y precipitación máxima diaria.

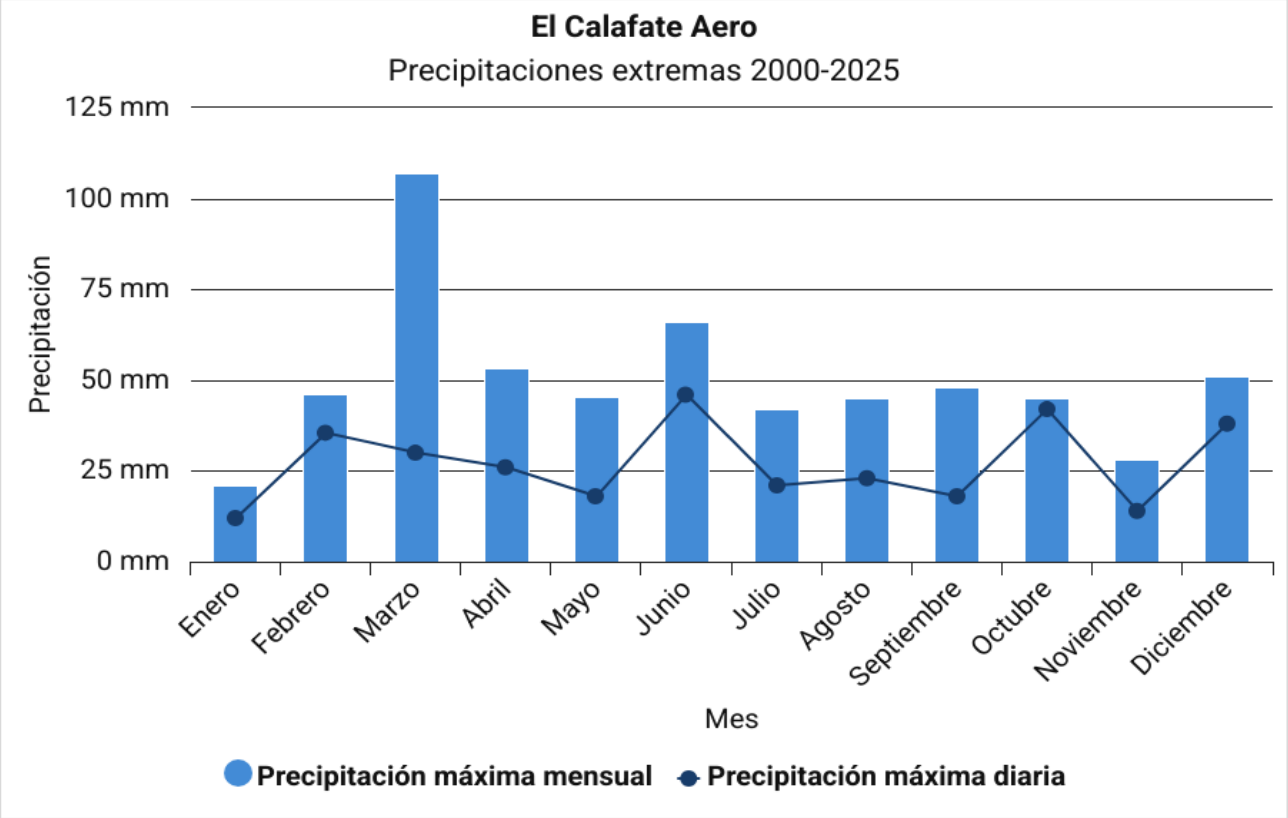


Imagen 12. Precipitación extrema. Período 2000-2025.

VIENTO

El área de estudio se encuentra sometida a un régimen de vientos intensos y persistentes, característico de la región andino-patagónica. Predominan los vientos provenientes del sector oeste y sudoeste, asociados a la circulación atmosférica del Pacífico Sur y a la interacción orográfica con la Cordillera de los Andes.

Las mayores intensidades se registran durante el período primavera–verano (octubre a marzo), etapa en la cual los eventos de ráfagas fuertes son frecuentes y pueden alcanzar velocidades elevadas capaces de generar procesos de erosión eólica, transporte de material particulado y afectaciones sobre infraestructura y actividades a cielo abierto.

La velocidad media mensual del viento presenta valores elevados a lo largo de todo el año, con registros históricos aproximados entre 21 y 30 km/h, observándose máximos durante los meses de noviembre, diciembre y enero.

En la siguiente imagen se detalla la información obtenida correspondiente al periodo 1994-2024.

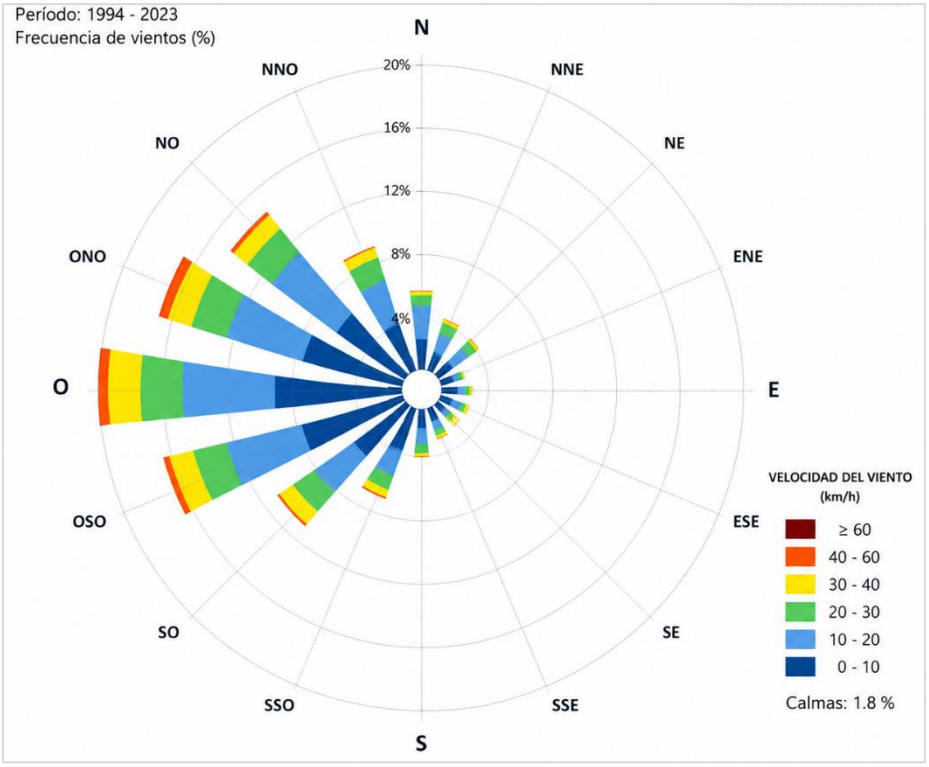


Imagen 13. Dirección y velocidad del viento. Estaciones meteorológicas, 1994-2023.

Los meses más ventosos del año van de octubre a marzo, con velocidades promedio del viento de más de 25,3 kilómetros por hora. Siendo noviembre mes más ventoso del año, con vientos con una velocidad promedio de 29,5 kilómetros por hora.

Los meses menos ventosos del año van de marzo a octubre. Siendo julio el mes más calmado del año, con vientos con una velocidad promedio de 20,6 kilómetros por hora.

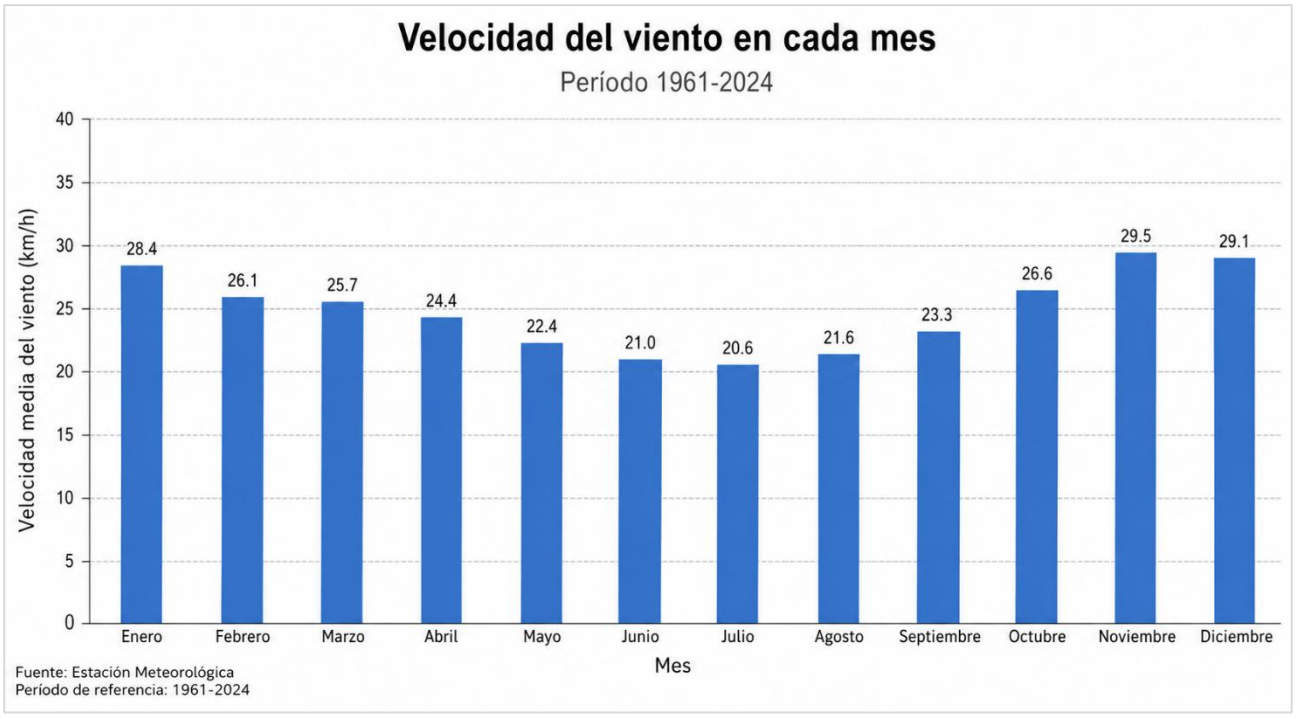


Imagen 14. Velocidad del viento en cada mes. Período 1961-2024.

HUMEDAD RELATIVA

De acuerdo a los datos de la estación meteorológica EL Calafate AERO, la humedad relativa anual es del 62,19%, siendo los meses de junio y julio los de mayor humedad relativa con una media de 78,4% y 78,0% respectivamente. Diciembre y enero poseen las humedades relativas mensuales más bajas, con una media de 48,1% y 46,6% respectivamente.

En la siguiente imagen se muestran los datos mencionados, correspondientes a humedad relativa media mensual. En los meses de julio y agosto no se tienen datos.

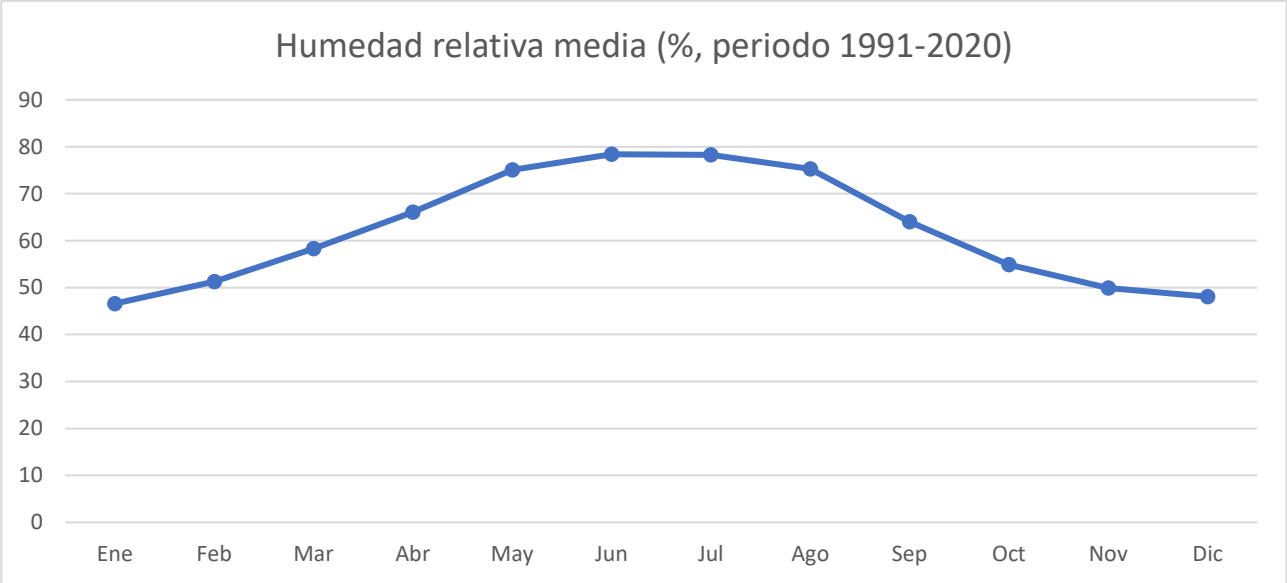


Imagen 15. Humedad relativa media. Período 1991-2020.

3.2.2. GEOLOGÍA

La geología local del área de estudio está representada por el predominio de depósitos glaciarios, morénicos y fluvioglaciarios de edad cuaternaria. Las Formaciones El Quemado, Río Mayer, Lago Viedma y Puesto El Álamo, pertenecientes al Jurásico medio-superior, Cretácico inferior y superior, subyacen a estos depósitos, sin aflorar en el área en la que se llevó a cabo el relevamiento.

Era	Período-Época	Unidad geológica		Descripción litológica	
Cenozoico	Cuaternario-Holoceno	Depósitos glaciarios tardiglaciales y neoglaciales	Depósitos fluviales	Till (bloques, gravas y arenas, con limos subordinados)	Bloques, gravas, arenas, limos y arcillas
	Neógeno-Mioceno medio	Adakita Chaltén		Intrusivos dacíticos.	
Mesozoi	Cretácico superior	Formación Puesto El Álamo		Areniscas, conglomerados y pelitas.	

	Cretácico superior	Formación Lago Viedma	Areniscas, pelitas y conglomerados.
	Cretácico inferior	Formación Río Mayer	Pelitas calizas, margas y coquinas.
	Jurásico medio - superior	Formación El Quemado	Rocas volcánicas y piroclásticas ácidas a intermedias. Conglomerados y areniscas.

Tabla 1. Unidades geológicas del área de estudio.

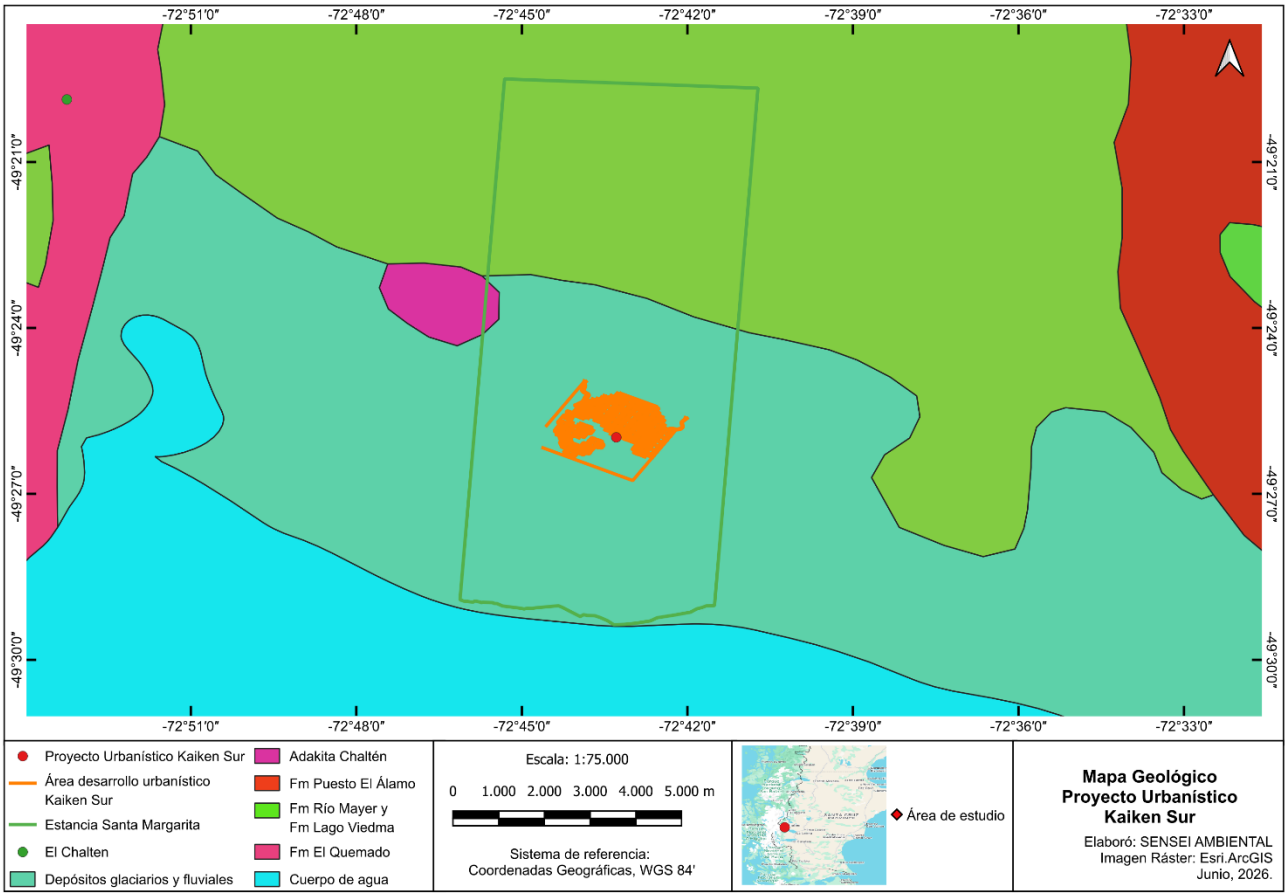


Imagen 16. Mapa Geológico. Elaboró: SENSEI AMBIENTAL, 2026.

- MESOZÓICO

FORMACIÓN EL QUEMADO

Esta unidad se encuentra representada al Oeste del área de estudio.

Informalmente se distinguieron en las rocas volcánicas del Complejo El Quemado dos miembros: una litofacies lávica, caracterizada por la presencia de rocas porfíricas, y otra piroclástica, compuesta por ignimbritas y tobas. Bianchi (1967) contabilizó espesores parciales de 322 m y 405 m para los perfiles de lago San Martín y lago Viedma respectivamente, en tanto que Riccardi (1971) señaló potencias parciales entre 150-200 y 500 m en los alrededores de la bahía de la Lancha (estancia La Federica y arroyo de la Mina). Al sur del lago Viedma fueron estimados espesores entre 700 y 750 m en el cordón Masters (Kraemer y Riccardi, 1997).

En El Chaltén al norte del cerro Rosado, afloran paleocanales de conglomerados y areniscas labrados en domos y coladas riolíticas. Aquí se presentan tres litologías, sumando entre ellas algo más de 50 m de espesor. En la base hay areniscas gruesas, amarillentas, con clastos aislados. Le siguen conglomerados finos de color verdoso, bien estratificados, con clastos de basamento y algunos de volcanitas algo angulosos de hasta 2 cm, con una matriz volcánica de tono verdoso y algo friable. Finalmente hay conglomerados más gruesos, rojizos en superficie y muy tenaces, con clastos de areniscas y cuarzo lechoso provenientes del basamento, algo mayores que los de la sección anterior, de hasta 20 y 30 cm y matriz arenosa. La estratificación no es tan regular como en los conglomerados verdosos, observándose paleocanales pequeños y lentes delgadas de areniscas.

El Complejo El Quemado yace sobre la Formación Bahía de la Lancha mediante una fuerte discordancia angular. De acuerdo con la disposición y espesor de sus rocas las mayores potencias se pueden vincular con un proceso de fallamiento normal. Los hemigrábenes (algunos de los cuales están afectados por inversión tectónica positiva) acumularon un mayor espesor de volcanitas que las zonas adyacentes.

En el Chaltén los conglomerados rellenan paleocanales elaborados en la litofacies lávica.

Sobre el Complejo El Quemado sigue la Formación Springhill, ya sea por una relación de intercalación, tal como en la región al norte del lago Argentino, o mediante una suave discordancia erosiva. Comúnmente le sobreyace la Formación Río Mayer, y en ocasiones sus relaciones son tectónicas.

Por su yacencia sobre la Formación Bahía de la Lancha, la edad máxima del Complejo El Quemado dentro está limitada por los movimientos que afectaron dicha unidad, asignados al Pérmico, mientras que su techo sería tithoniano temprano a medio, de acuerdo con los fósiles hallados en las intercalaciones sedimentarias existentes al norte del lago Argentino.

La edad de la litofacies lávica del Complejo El Quemado sería un poco mayor que la de las ignimbritas, al encontrarse por debajo, separadas por un período de depositación fluvial. Por lo tanto, y hasta no hallarse nuevas evidencias, la edad de la parte

FORMACIÓN RÍO MAYER

Esta unidad se encuentra representada al Norte del área de estudio.

La Formación Río Mayer está formada por pelitas finamente laminadas de color negro a gris oscuro, con intercalaciones de hasta 4 cm de bancos calcáreos (o margas). En la base, las rocas presentan fractura astillosa y tamaño de grano muy fino, mientras que en el techo se hacen más fragmentosas y de tamaño limo. Las características más salientes son su marcada fisilidad y la abundancia de

concreciones calcáreas de diversos tamaños, de colores amarillentos a pardos en superficie, y que en algunos casos contienen fósiles.

La Formación Río Mayer se depositó en un ambiente de plataforma de baja profundidad, conformando una facies de características litorales. La depositación habría ocurrido en aguas templado-cálidas muy fértiles en cuanto a flora y fauna, con poco aporte de sedimentos y con un régimen de sedimentación tranquilo en aguas de baja energía. El color de los sedimentos, el contenido de materia orgánica y de pirita y la ausencia de fauna bentónica, permiten afirmar que las condiciones del fondo eran anóxicas. Ascendiendo en el perfil, y de norte a sur, las rocas evidencian un cambio en las condiciones ambientales, hacia facies de menor profundidad y mayor energía.

El contenido amonitífero y las relaciones estratigráficas en el ámbito de la Hoja El Chaltén, indican para la base de la unidad una edad desde berriasiana al sur hasta hauteriviana al norte, mientras que, para el techo, de norte a sur, la edad variaría de albiana temprana a tardía.

FORMACIÓN LAGO VIEDMA

Esta unidad se encuentra representada al Norte del área de estudio.

La Formación Lago Viedma está compuesta por varias secuencias depositacionales de centenas de metros cada una, integradas por pelitas y areniscas, que normalmente se presentan en ciclos estrato y granocrecientes. Presenta un miembro inferior de pelitas y areniscas alternantes y otro superior arenoso. Hacia el oeste se identifica otra sección de características sedimentológicas diferentes a las dos anteriores. Está sobre la sección inferior, aunque también reemplaza transicionalmente de manera lateral a ésta, y por completo a la sección superior. Está compuesta por secuencias grano y estratocrecientes del orden de las decenas de metros. Presenta pelitas subordinadas en la base que pasan rápidamente a areniscas medianas a gruesas tabulares, de alrededor de 1 a 2 m de potencia, con contacto neto, a veces erosivo, que internamente tienen estructura maciza o con estratificación entrecruzada en artesa. En estas areniscas son comunes los fósiles de invertebrados marinos y restos de vegetales. Hacia arriba, las secuencias rematan en ortoconglomerados finos a gruesos tabulares, de entre 10 y 30 m de espesor, con contactos netos generalmente erosivos, principalmente compuestos por cuerpos canaliformes amalgamados, internamente macizos o con estratificación entrecruzada de gran escala. Pueden presentar clastos imbricados, intraclastos pelíticos mayores a 0,50 m y restos de grandes troncos.

La Formación Lago Viedma está integrada por sedimentitas que representan asociaciones de sistemas deltaicos destructivos y depósitos de plataforma dominada por olas, tormentas y mareas dentro de las etapas regresivas de la Formación Río Mayer (Arbe, 1986).

La zonación bioestratigráfica y la correlación con la Formación Kachaike le otorgan una edad albiana tardía-cenomaniana.

FORMACIÓN PUESTO EL ÁLAMO

Esta unidad se encuentra representada al Este del área de estudio.

La formación se caracteriza por una sucesión monótona de areniscas feldespáticas, areniscas cuarzosas y camadas delgadas de conglomerados hacia el techo. Arbe (1986) describió ciclos granodecrecientes de arcilitas que gradan hasta areniscas, en las que es común la presencia de glauconita y la actividad de procesos mareales. Nullo *et al.* (1999) por su parte, mencionaron areniscas claras, de grano mediano y composición cuarzo-feldespática que alternan con niveles pelíticos de color pardo verdoso a gris. Hacia el techo las areniscas pasan a conglomerados de hasta un metro de potencia. Son depósitos originados en un ambiente de plataforma bajo influencia mareal, con paleocorrientes que provienen del nornoroeste.

Los espesores medidos varían según los autores: más de 167 m (Bianchi, 1967), 500 m (Arbe,

1986) y más de 200 m (Nullo *et al.,* 1981a). Canessa *et al.* (2005) restringieron la extensión y espesor de la unidad y le asignaron 275 m de potencia.

La Formación Puesto El Álamo se asienta concordantemente sobre la Formación Lago Viedma, de la cual se diferencia por la aparición brusca de areniscas de manera transgresiva. Lateralmente y en su techo equivale a la base de la Formación Mata Amarilla, a la cual pasa transicionalmente.

La zonación bioestratigráfica otorga una edad turoniana. Hacia el este, y por hallarse debajo de la Fáunula de *Gauthiericeras* del cerro Índice, podría llegar hasta el Coniaciano.

- CENOZÓICO

ADAKITA CHALTÉN

Esta unidad se encuentra ubicada al Noroeste del área de estudio.

Se trata de un único afloramiento ubicado en inmediaciones de la ruta que va hacia la localidad de El Chaltén, casi en su intersección con la huella que conduce a la estancia Bahía Túnel (al oeste del puente, en el río de las Vueltas). Es un afloramiento de morfología lenticular que permanece como un relicto erosivo. Se lo interpreta como un filón capa emplazado en las sedimentitas de la Formación Río Mayer, cuyas rocas presentan endurecimiento por efectos térmicos de la intrusión.

Se caracterizó la Adakita Chaltén como una dacita porfírica con plagioclasa y fenocristales aciculares de hornblenda de gran tamaño, con clinopiroxeno en su núcleo.

La unidad intruye las sedimentitas de la Formación Río Mayer y esta intruida por un dique vertical, similar a los que afloran en gran número en el mirador del río de las Vueltas. Se correlaciona con otros cuerpos de similar geoquímica y edad, que se localizan aisladamente en sectores de la Cordillera Patagónica Austral.

La edad isotópica de la Adakita Chaltén la ubica en el Mioceno medio.

DEPÓSITOS GLACIARIOS TARDIGLACIALES

Esta unidad se encuentra representada en el sector Este del área de estudio.

Se han observado depósitos de till relacionados con los glaciares que se desprenden del Campo de Hielo Patagónico Sur, entre otros, los glaciares Viedma y Upsala. Si bien los espesores expuestos no superan la decena de metros, es posible que sean mayores. Cubren en discordancia diferentes unidades precenozoicas aflorantes, generalmente sobre superficies de exharación glaciaria. En algunos sectores se observan grandes bloques erráticos, algunos de más de 5 m de diámetro. Los depósitos están compuestos por bloques, gravas y arenas de variadas litologías. Los bloques por lo común poseen dimensiones inferiores a los 50 cm y están facetados. Hay intercalaciones finas limo-arenosas de coloraciones grisáceas y amarillentas. En algunos sectores se hallan tefras intercaladas en el till.

En el valle del río de la Vueltas - lago del Desierto se han observado numerosos sistemas de morenas en los valles tributarios, los cuales por su localización y grado de preservación corresponderían a los últimos avances señalados (Neoglaciales). Las morenas localizadas en las cercanías de la desembocadura del río de las Vueltas en el lago Viedma serían probablemente de edades tardiglaciales.

Se atribuye a los depósitos tardiglaciales y neoglaciales una edad pleistocena tardía-holocena.



Imagen 17. Vista en superficie de depósitos glaciarios, se observan bloques erráticos.



Imagen 18. Vista de bloque errático descubierto.



Imagen 19. Vista de bloque errático parcialmente cubierto.

DEPÓSITOS FLUVIALES

Esta unidad se encuentra representada en el sector Oeste del área de estudio.

Esta unidad está compuesta por sedimentos acumulados por los diferentes cursos fluviales, incluye tanto aquellos propios de planicies aluviales y terrazas como los de abanicos aluviales. El principal

curso en el ámbito del área de estudio es el río de las Vueltas. Asimismo, existen numerosos tributarios de que desaguan directamente en el lago Viedma.

Los materiales que acarrean estos cursos son esencialmente gruesos (gravas, rodados y bloques) y contienen una proporción alta de materiales glaciarios y glacifluviales retrabajados por la acción de las aguas. Suelen presentar una matriz arenogravillosa, con subordinada participación de limos. Tienen estructuras sedimentarias groseramente definidas por las gravas (estratificación entrecruzada y laminación). El río de las Vueltas conforma un abanico aluvial de dimensiones considerables en su desembocadura en el lago Viedma y sus depósitos fluviales tienen espesores de más de 10 metros.



Imagen 20. Vista en superficie de depósitos fluviales.



Imagen 21. Vista del perfil de los depósitos fluviales.

3.2.3. GEOMORFOLOGÍA

Geomorfológicamente, el área de estudio ha sido predominantemente modelado por la acción glacial. Desde el punto de vista fisiográfico, es posible diferenciar dos sectores: uno occidental o cordillerano y otro oriental o extra-andino. La zona cordillerana se caracteriza por un paisaje irregular, con un relieve relativamente alto, fuertes pendientes y marcados gradientes altitudinales, donde puede observarse la preeminencia de procesos erosivos y gravitacionales. Estas particularidades se atenúan hacia el este pasando a un relieve suavemente ondulado, con predominio de procesos agradacionales actuales y pasados.

La evolución del paisaje fue determinada principalmente por la actividad glaciaria, la acción fluvial, la remoción en masa y los procesos criogénicos (de congenlamiento temporario). En consecuencia, esta región tiene características de un paisaje alpino: divisorias agudas, valles glaciarios típicos con su sección transversal “en forma de U” así como morenas laterales y frontales. La zona extra andina se caracteriza por la presencia de numerosos niveles de gravas y rodados que conforman planicies estructurales (Giacosa et al. 2013).

El entorno del Lago Viedma en particular se encuentra en una cuenca glaciar esculpida por la acción de los glaciares desde el Mioceno superior hasta el presente (Nullo et al. 2006). Esta actividad glacial ha moldeado profundamente el relieve, creando paisajes que incluyen morenas terminales y laterales, así como depósitos glacifluviales que indican episodios de avance y retroceso de los glaciares.

Otra geoforma característica son los abanicos aluviales. Sobre el Lago Viedma desemboca el río de las Vueltas, constituyendo un extenso “fan delta”, y otras geoformas similares. Los sedimentos lacustres también son comunes cerca de las costas de los lagos, evidenciando niveles de agua más altos en el pasado.

La geomorfología actual está influenciada por la acción de los glaciares del Campo de Hielo Patagónico Sur, que contribuyen al aporte de sedimentos y modelan el paisaje circundante (Lenzano et al., 2013). Estos glaciares, alimentan tanto al Lago Viedma como al Lago Argentino, siendo el deshielo y los desprendimientos glaciares procesos clave en la configuración de los sistemas lacustres y fluviales de la región.

Este entorno dinámico, refleja tanto los procesos geológicos históricos como las influencias glaciales contemporáneas, proporcionando un paisaje de notable diversidad y complejidad geomorfológica.

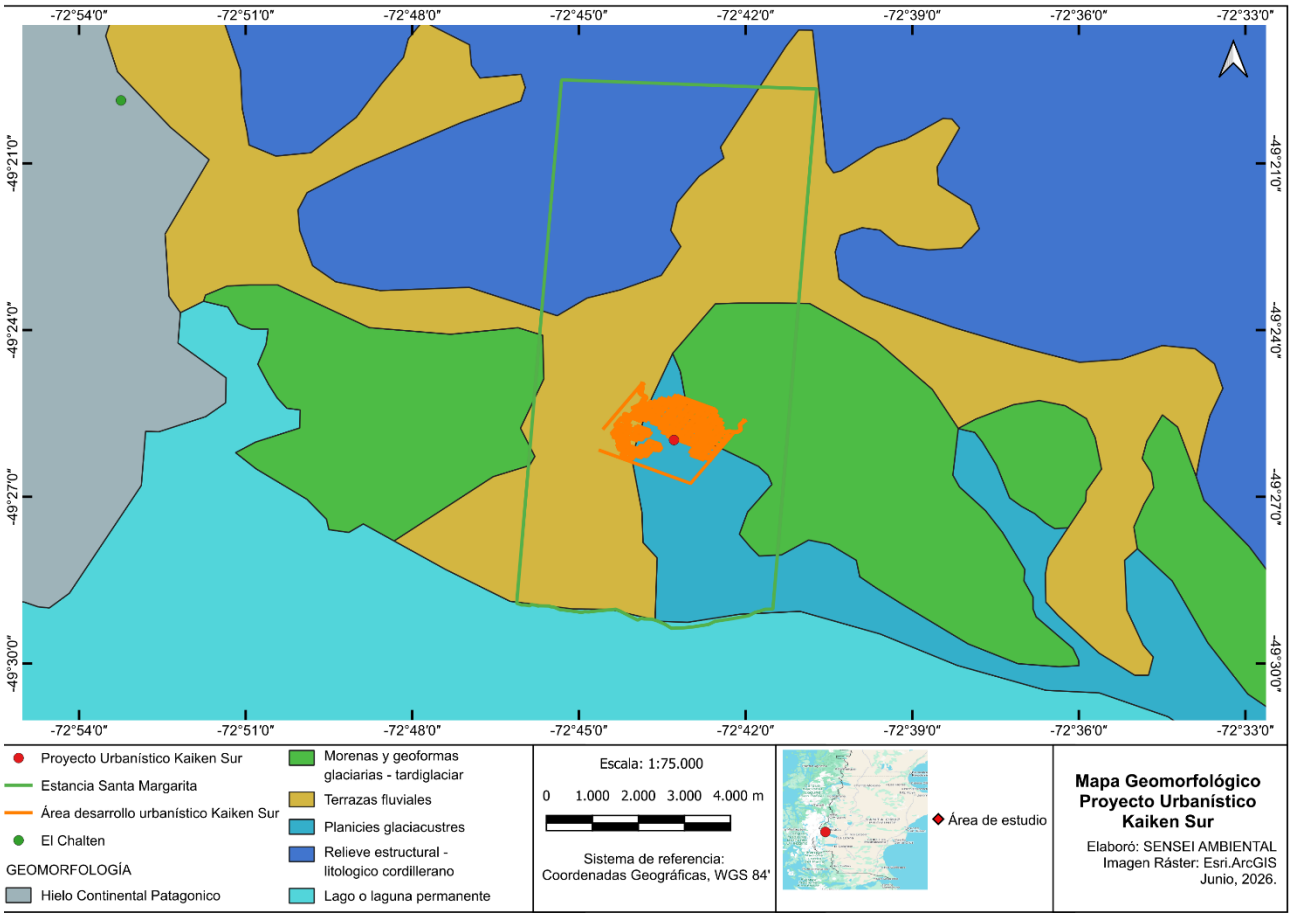


Imagen 22. Mapa Geomorfológico. Elaboró: SENSEI AMBIENTAL, 2026.

Localmente, la geomorfología se caracteriza por un relieve suavemente ondulado a ondulado, con pendientes generalmente bajas, donde predominan depósitos glacigénicos retrabajados por procesos fluviales y glacifluviales posteriores. La configuración actual del terreno responde principalmente a la acumulación y redistribución de sedimentos asociados a la dinámica de los antiguos glaciares que descendían desde el Campo de Hielo Patagónico Sur.

Dentro del área se reconocen terrazas fluviales desarrolladas sobre depósitos de gravas y arenas, las cuales constituyen superficies relativamente estables y elevadas respecto de los drenajes actuales. Estas unidades representan antiguos niveles de erosión y sedimentación vinculados a la evolución del sistema fluvial regional.

También se identifican extensas planicies glacilacustres, originadas por la sedimentación en antiguos cuerpos de agua asociados a los procesos de deglaciación. Estas superficies presentan escaso relieve, pendientes suaves y predominio de sedimentos finos a medianos, conformando sectores de gran estabilidad geomorfológica.

Las morenas y geoformas glaciarias constituyen otro elemento relevante del paisaje local. Estas formas corresponden a acumulaciones heterométricas de bloques, gravas, arenas y limos

depositados directamente por la acción glacial. Se manifiestan como lomadas suaves, elevaciones irregulares y alineamientos morénicos que reflejan antiguas posiciones de estabilización de los frentes glaciares.

Asimismo, se reconocen bajos topográficos y depresiones de origen glacial y glacifluvial, asociados a sectores de drenaje restringido donde se produce la acumulación temporal de agua proveniente de precipitaciones y deshielo. Estas unidades presentan una importante función en la regulación hídrica local y constituyen ambientes de mayor sensibilidad ambiental debido a su susceptibilidad a anegamientos y a la presencia de comunidades vegetales adaptadas a condiciones de mayor humedad.

Por último, los sectores vinculados a planicies aluviales y drenajes temporarios corresponden a las áreas geomorfológicamente más activas, donde se desarrollan procesos de escurrimiento superficial, transporte de sedimentos y acumulación reciente de materiales. Estas unidades se encuentran asociadas a cauces efímeros y líneas naturales de drenaje que adquieren relevancia durante eventos de precipitación intensa o períodos de fusión nival.

En términos generales, el área presenta condiciones geomorfológicas favorables para el desarrollo del proyecto, caracterizadas por pendientes suaves, buena estabilidad del terreno y ausencia de procesos activos significativos de remoción en masa. No obstante, los sectores asociados a bajos topográficos, depresiones y drenajes naturales requieren especial consideración durante el diseño y la ejecución de las obras, a fin de preservar los patrones naturales de escurrimiento y minimizar potenciales procesos erosivos o alteraciones hidrológicas.



Imagen 23. Vista de terrazas fluviales.



Imagen 24. Vista de planicies glacilacustres.



Imagen 25. Vista de morenas.



Imagen 26. Vista de bajo topográfico, con presencia de agua.



Imagen 27. Vista de cauce temporal con presencia de agua.

3.2.4. SISMICIDAD

Según el Reglamento INPRES-CIRSOC 103 del Instituto Nacional de Prevención Sísmica (I.N.P.R.E.S.), en el Mapa de Zonificación Sísmica de la República Argentina se identifican cinco zonas con diferentes niveles de riesgo sísmico, definiéndose al mismo como la probabilidad de que ocurra una determinada amplitud de movimiento de suelo en un intervalo de tiempo fijado.

El área de estudio se caracteriza por una baja actividad sísmica, y según el reglamento 103 del CIRSOC corresponde a la Zona 1, con peligrosidad sísmica reducida.

Magnitud (escala de Richter)	Zona	Peligrosidad Sísmica
Evento sin registro	0	Muy reducida
0,9-2,9	1	Reducida
3-4,9	2	Moderada
5-6,9	3	Elevada
7-8,9	4	Muy elevada

Tabla 2. Categorización sísmica del sitio.

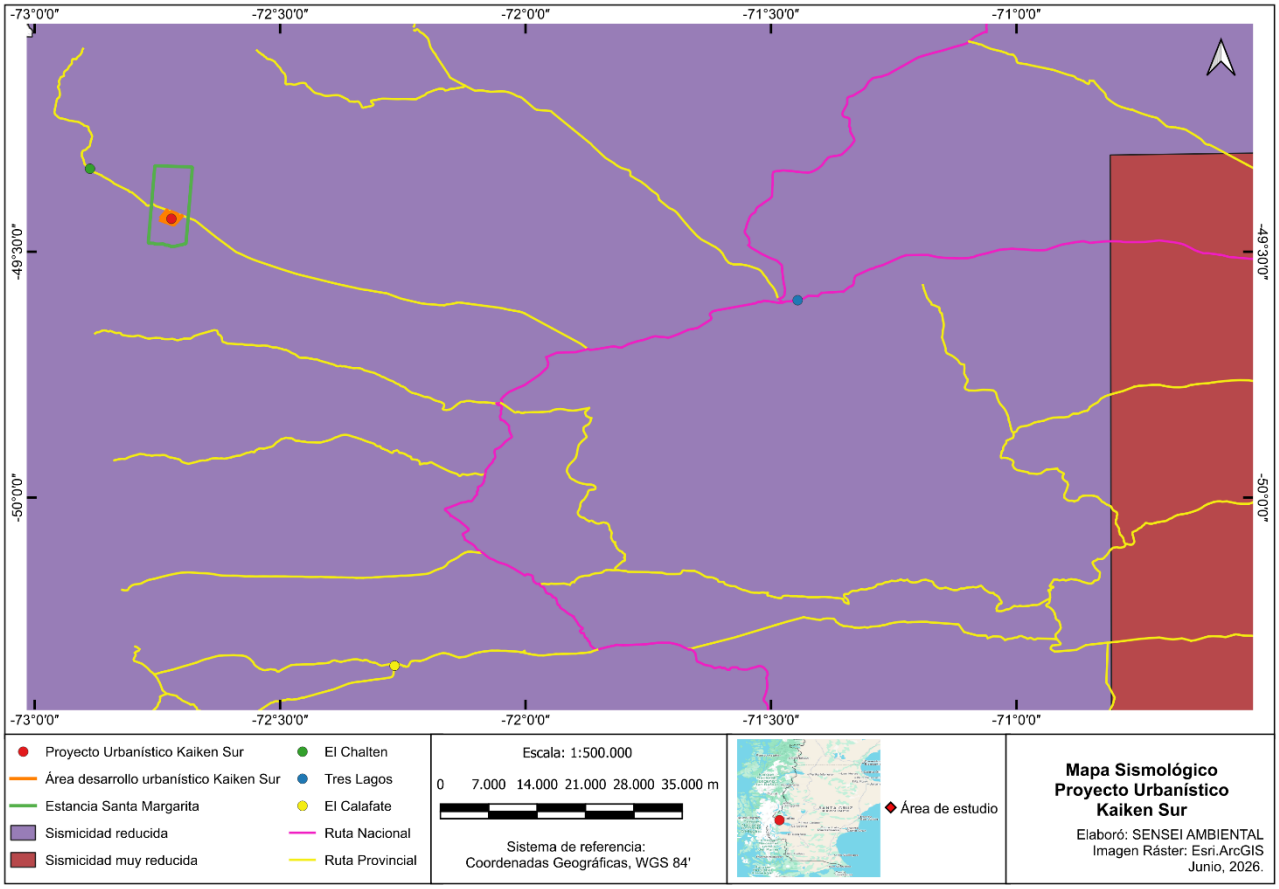


Imagen 28. Mapa de Peligrosidad Sísmica. Elaboró: SENSEI AMBIENTAL, 2026.

3.2.5. EDAFOLOGÍA

El suelo es uno de los factores ambientales de mayor sensibilidad frente a las acciones naturales y antrópicas sobre el medio. Dado que las acciones erosivas intensas pueden degradarlo o hacerlo desaparecer en cortos períodos de tiempo, constituye un recurso limitado; dicha situación ocasiona graves daños a la flora y al ecosistema en general. Los suelos del área de trabajo constituyen un recurso natural del cual el hombre hace uso, y maneja para lograr un mejor aprovechamiento. Este recurso representa un subsistema natural abierto que se distingue de la roca inerte que le dio origen, por la presencia de vida vegetal y animal, por la organización estructural que refleja la acción de los procesos de pedogénesis y por su capacidad de responder a cambios ambientales.

El suelo tiene una gran influencia en las características y distribución de la vegetación, y por extensión en los propios ecosistemas (Donoso, 1992). Los suelos en la región de estudio suelen presentar perfiles escasamente desarrollados, con texturas gruesas, abundancia de gravas, con contenidos variables de materia orgánica y, baja retención hídrica. (Riccardi & Rolleri, 1980; Villegas *et al.*, 2002).

Villegas *et al*. (2004) describen 4 grupos de suelos dominantes, presentes en la Cuenca Rio de las Vueltas, entro los que se encuentran 7 ordenes: Andisoles, Aridisoles, Entisoles, Espodosoles, Histosoles, Inceptisoles y Molisoles.

UNIDAD DE PAISAJE	RELIEVE Y PENDIENTE	VEGETACION DOMINANTE	REGIMEN HUMEDAD	PROCESOS PEDOGENET.	SUELOS MAS COMUNES
Morenas sector N y central Rocas aborregadas con cobertura detrifica Laterales de valles glaciarios	Paisaje ondulado de pendientes variables (comúnmente de 5 a 30%) Laderas abruptas (pend. >30%)	Bosque de *Nothofagus*	Údico	Humificación, Andosolización, Podsolización	Suelos con rasgos spódicos Udivitrantes, Hapludandes, Hapludoles, Criortentes, Criumbreptes, Crioacueptes
Morenas sector SE Terrazas y planicies glacifluviales	Paisaje ondulado con pendientes de hasta 1% Paisajes planos con pendientes de hasta 1%	Estepa herbácea o estepa mixta (según la humedad de los suelos)	Xérico, Arídico	Calcificación, Humificación, Argiluviación	Haploxeroles, Haplargides, Haplocalcides, Xerortentes, Torriortentes
Terrazas fluviales	Paisajes planos con pendientes <1%	Bosque de ñire o estepa herbácea o mixta (según régimen de humedad del suelo)	Údico, Xérico, Arídico	Calcificación, Humificación, Andosolización	Hapludoles, Haploxeroles, Torriortentes, Hapludandes
Planicies aluviales	Paisajes planos y plano cóncavos con pendientes <1%	Bosque de ñire o estepa herbácea o vegetación de hidrófitas.	Údico, Xérico, Arídico, Acuico	Gleización, Acumulación de fibras vegetales	Histosoles, Endoacuentes, Torriortentes

Imagen 29. Características de los suelos, la vegetación y el paisaje en la cuenca río De Las Vueltas, según Villegas et al (2002). Fuente: Díaz B, 2005.

En el área donde se emplaza el Proyecto Urbanístico KAIKEN SUR predominan los Entisoles. Los Entisoles son suelos de origen reciente, arenosos o muy superficiales, de baja fertilidad y sin materia orgánica. Son suelos con poca o ninguna evidencia de desarrollo de horizontes pedogenéticos y con mínima evidencia de formación de suelo. El desarrollo de estos suelos se da en llanuras aluviales jóvenes, en pendientes pronunciadas, en zonas de clima muy seco o frío, en zonas arenosas, en entornos escarpados y rocosos y en grandes valles fluviales y los depósitos costeros asociados.

Los suelos del área del proyecto corresponden a Torriortentes típico, con textura arenosa-franca, desarrollado sobre la planicie glacilacustre y terrazas fluviales.

3.1.5.1 METODOLOGÍA DE RELEVAMIENTO

La determinación del punto para realizar la descripción del perfil de suelo se fundamentó considerando las unidades geomorfológicas reconocidas en el área de estudio durante el relevamiento en campo realizado en mayo de 2026.

Se efectuó la recopilación de antecedentes edafológicos de la región, siendo el principal trabajo utilizado el Mapa de suelos de la República Argentina confeccionado por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA, 1990).

Se elaboró el mapa de suelos del área de estudio utilizando la información generada en el relevamiento en campo y antecedentes bibliográficos. El mismo es de elaboración propia, se utilizó el software para sistemas de información geográfica (QGis versión 3.8.0-Zanzibar), imagen satelital de base Esri, USGS, NOAA. La proyección es en coordenadas geográficas, Datum WGS 84'. Se presenta en formato SHP, tipo vectorial.

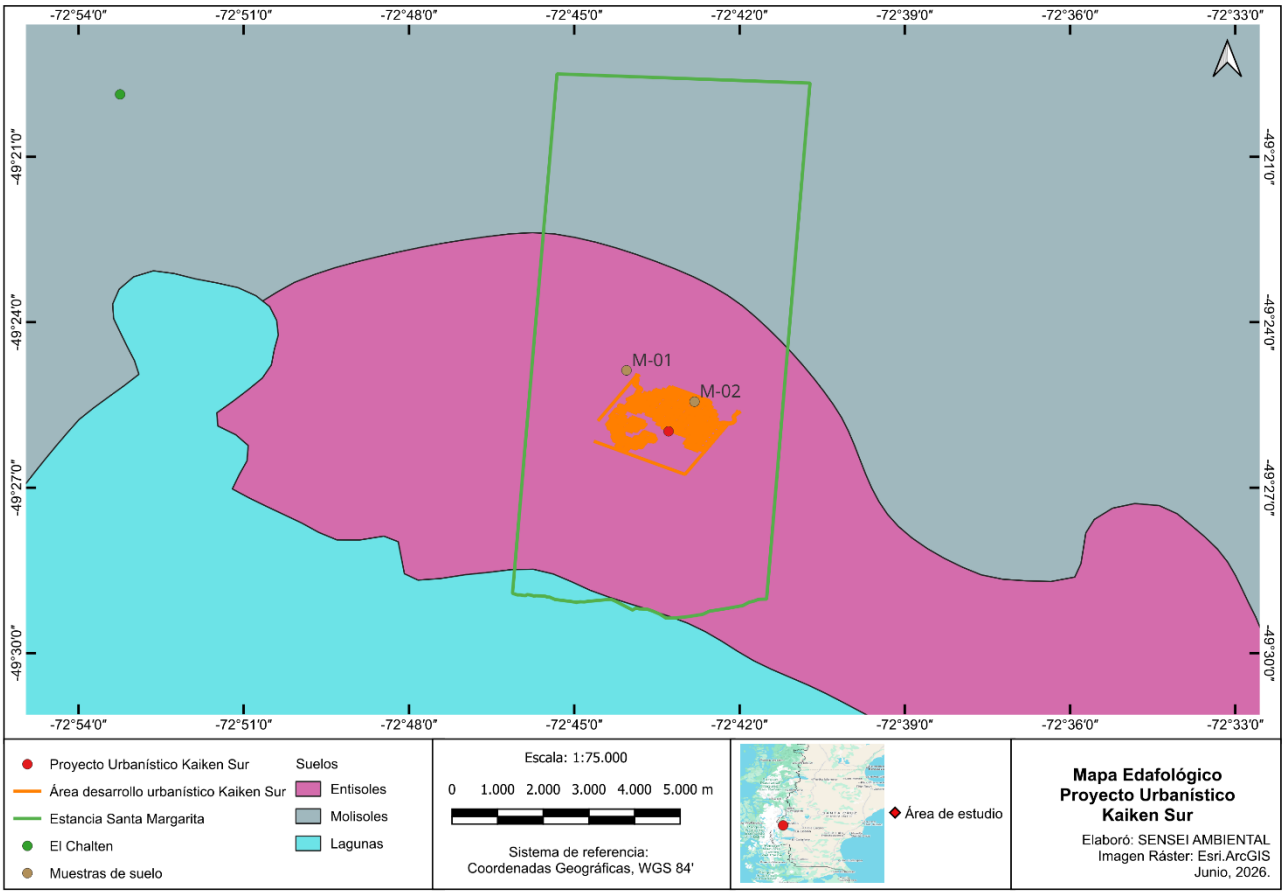


Imagen 30. Mapa de suelos. Elaboró: SENSEI AMBIENTAL, 2026.

3.1.5.2 RESULTADOS

En siguiente tabla se muestran los suelos reconocidos. Los mismos se identificaron en base a la evaluación de sus propiedades megascópicas durante el relevamiento de campo. Para la identificación a nivel de subgrupo se tomaron en cuenta los antecedentes existentes en el mapa de

suelos de la Provincia de Santa Cruz (INTA, 1996) y Del Valle (2002) como también se consultó el Visor GeoInta.

Estudio edafológico			**09 de mayo de 2026**
Ambiente	**Muestra**	**Latitud**	**Longitud**
Terrazas fluviales	Perfil 1	49°24'52.34"	72°44'3.17"
Morenas y geoformas glaciarias asociadas	Perfil 2	49°25'26.40"	72°42'49.10"

Tabla 3. Ubicación geográfica de los sitios de toma de muestras.

Para realizar la descripción morfológica de los perfiles se realizó una descripción de las características externas. Se identificó el horizonte A, de acuerdo con los criterios propuestos en el Sistema americano Soil Taxonomy.

FICHA EDAFOLÓGICA. Perfil 1



Ubicación	Proyecto Urbanístico KAIKEN SUR
Fecha de muestreo	Mayo 2026
Unidad geomorfológica	Terrazas fluviales
Paisaje	Planicie suavemente ondulada.
Vegetación natural/cultivos	Estepa graminosa natural, con predominio de coirones dispersos.
Material originario	Sedimentos arenosos finos a franco arenosos de origen fluvial y eólico, con escasa presencia de gravas finas en profundidad.
Relieve	Subnormal. Superficie prácticamente llana a levemente deprimida.
Escurrimiento	Lento. El agua superficial presenta circulación reducida debido a la baja pendiente.
Permeabilidad	Moderadamente lenta. Infiltración restringida por la compactación natural de horizontes subsuperficiales.
Erosión	Leve. Sin evidencias significativas de erosión hídrica o eólica activa.

Drenaje	Imperfecto a moderado. El perfil presenta eliminación lenta del exceso hídrico.
Peligro de anegamiento	Moderado. Posibles encharcamientos temporarios en períodos húmedos.
Distribución de la humedad	Uniforme. Suelo fresco en profundidad.
Cobertura vegetal	Aproximadamente 30 %.
Pedregosidad	Grado 1: escasa presencia de fragmentos gruesos y gravas dispersas.
Rocosidad	Grado 0: ausencia de afloramientos rocosos visibles.
Uso de la tierra	Ganadería de ovino.

Tabla 4. Ficha edafológica Perfil 1.

El perfil de suelo Nº1, correspondiente al sector norte/noroeste del área de estudio, presenta un horizonte A con un espesor aproximado de 18 a 25 cm. Este horizonte posee un color pardo oscuro. La disposición del material evidencia una estructura de tipo migajosa a granular fina, moderadamente desarrollada y con grado de cohesión débil. La textura corresponde a un suelo franco arenoso.

El grado de consistencia en estado seco corresponde a Grado 1: blando, tratándose de un material poco cohesivo y fácilmente desmenuzable bajo presión leve. En estado húmedo, la consistencia corresponde a Grado 1: muy friable, rompiéndose fácilmente al manipularlo y recuperando parcialmente la cohesión al comprimirse. Se observó abundante presencia de raíces finas en el horizonte superficial, asociadas a la cobertura vegetal natural, así como escasa presencia de gravas finas dispersas.

El Horizonte B se desarrolla a partir de los 25 cm de profundidad y se extiende de forma continua más allá del límite inferior de la excavación (85 cm), manteniendo una textura franco-arenosa fina sobre depósitos aluviales.

FICHA EDAFOLÓGICA. Perfil 2



Ubicación	Proyecto Urbanístico KAIKEN SUR
Fecha de muestreo	Mayo 2026
Unidad geomorfológica	Morenas y geoformas glaciarias asociadas
Paisaje	Planicie suavemente ondulada con sectores ligeramente deprimidos.
Vegetación natural/cultivos	Estepa arbustivo-graminosa con cobertura discontinua de coirón y especies xerófitas.
Material originario	Sedimentos fluviales arenoso-gravosos con abundante presencia de gravas y clastos redondeados de origen aluvial.
Relieve	Normal a subnormal. Superficie estable, con leve inclinación y escurrimiento superficial reducido.
Escurrimiento	Moderadamente lento. El agua superficial presenta circulación limitada debido a la escasa pendiente.
Permeabilidad	Moderada. Favorecida por la presencia de materiales gruesos en el subsuelo.
Erosión	Grado E1: leve. Se observan escasos signos de remoción superficial.
Drenaje	Moderadamente bueno. El perfil permite evacuación relativamente eficiente del exceso hídrico.
Peligro de anegamiento	Bajo a moderado. Encharcamientos ocasionales en microdepresiones.
Distribución de la humedad	No uniforme. Mayor retención en horizontes profundos.
Cobertura vegetal	Aproximadamente 20 a 25 %.
Pedregosidad	Grado 2: moderada presencia de gravas y pequeños fragmentos gruesos en superficie y subsuelo.
Rocosidad	Grado 0: ausencia de afloramientos rocosos.
Uso de la tierra	Ganadería de ovino.

Tabla 5. Ficha edafológica Perfil 2.

El perfil de suelo Nº2, correspondiente al sector norte/noreste del área de estudio, presenta un horizonte A con un espesor aproximado de 20 a 25 cm. Este horizonte posee color pardo oscuro a pardo grisáceo oscuro. La disposición del material evidencia una estructura granular fina a migajosa débilmente desarrollada, con bajo grado de cohesión. La textura corresponde a un suelo franco arenoso con presencia moderada de gravas finas y medias distribuidas de manera dispersa.

El grado de consistencia en estado seco corresponde a Grado 1: blando, tratándose de un material friable y fácilmente disgregable bajo presión leve. En estado húmedo, la consistencia corresponde a Grado 1: muy friable, rompiéndose fácilmente entre los dedos y recuperando parcialmente la cohesión al ser comprimido. Se observa abundante presencia de raíces finas en el horizonte superficial, asociadas a la cobertura de estepa graminosa.

El Horizonte B/C comprende desde los 25 cm de profundidad hasta la cota final de prospección (85cm), observándose un incremento de clastos gravosos redondeados y manteniéndose abierto en su base.

3.1.5.3 MUESTREO

Para la caracterización fisicoquímica de los suelos en el área de emplazamiento del proyecto, el día 09 de mayo de 2026 se llevó a cabo el muestreo representativo de la capa arable y subsuperficial mediante la apertura de dos calicatas manuales (hasta una profundidad de 85 cm). Se procedió a la extracción de muestras en cada Perfil (Muestra N.º 1 / Protocolo N.º 42407 y Muestra N.º 2 / Protocolo N.º 42408), las cuales fueron remitidas en bolsas herméticas rotuladas al laboratorio A.C.O.N.S.C.C. para la determinación de parámetros físicos y químicos."

Ambas calicatas (Perfil 1 y Perfil 2) se ejecutaron manualmente hasta una profundidad máxima de 85cm respecto del Nivel de Terreno Natural (NTN), correspondiente a Horizonte B no delimitado en su límite inferior, continuo más allá de los 85 cm de profundidad de prospección.

Estudio edafológico	**Fecha de muestreo: 09 de mayo de 2026**		
Proyecto Urbanístico KAIKEN SUR	**Protocolo**	**Latitud**	**Longitud**
Perfil 1 Terrazas Fluviales Muestra Nº1	Nº 42407	49°24'52.34"S	72°44'3.17"O
Perfil 2 Morenas y Geoformas Glaciarias Muestra Nº2	Nº 42408	49°25'26.40"S	72°42'49.10"S

Tabla 6. Ubicación geográfica de toma de muestras de suelo.



Imagen 31. Toma de muestra Nº1



Imagen 32. Toma de muestra Nº2.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos fueron comparados en la siguiente tabla con los niveles guía de calidad de uso agrícola, establecidos en el Anexo II, Tabla 9 del Decreto Reglamentario N°831/93 de la Ley Nacional de Residuos Peligrosos N°24.051.

Del análisis surge que los mismos cumplen con los valores límites de calidad. Las determinaciones fisicoquímicas fueron realizadas por el laboratorio A.C.O.N.S.C.C. Se adjuntan al presente informe, los protocolos de laboratorio correspondientes.

PARÁMETROS	MÉTODO	UNIDAD	Valor límite DR N° 831/93	Nº 42407	Nº 42408
pH KCL	Electrométrico	UpH	-	7,95	6,76
pH H2O		UpH	-	7,06	6,66
pH Pasta		UpH	-	6,89	6,64
Cadmio	APHA 3500 Cd-B	mg/kg	3	0,039	0,055
Cromo	APHA 3500 Cr-B	mg/kg	750	0,088	0,38
Zinc	APHA 3500 Zn-B	mg/kg	600	0,917	0,63
Cobre	APHA 3500 Cu-B	mg/kg	150	0,033	1,91
Cloruro	ASTM D-512 Método B	mg/kg	-	31,2	26,05
Nitrato	APHA 3500 NO^{3-} E	mg/kg	-	6,23	11,62
Humedad		%	-	8,09	7,73
Hidrocarburos Totales	EPA 418.1	mg/kg	-	0,7	20

Tabla 7. Resultados químicos. (Protocolos Nº42407 y Nº42408).

Referencias:

	CUMPLE
	NO CUMPLE

El valor de pH obtenido en las muestras Nº1 y Nº2 fue comparado con los rangos de pH establecidos por *United States Department of Agriculture*, (USDA, 2017); los mismos corresponden a la clasificación de **NEUTRO.**

CLASE	Rango pH
Ultra ácido	<3,5

Extremadamente ácido	3,5-4,4
Muy extremadamente ácido	4,5-5,0
Fuertemente ácido	5,1-5,5
Moderadamente ácido	5,6-6,0
Ligeramente ácido	6,1-6,5
Neutro	**6,6-7,3**
Ligeramente alcalino	7,4-7,8
Moderadamente alcalino	7,9-8,4
Fuertemente alcalino	8,5-9,0
Muy fuertemente alcalino	>9,0

Tabla 8. Clases de reacción y sus rangos en pH. (USDA, 2017).

La determinación de la textura del suelo se obtuvo con el análisis de tamaños de partícula en laboratorio. Se obtuvieron los porcentajes de los materiales <2mm (fracción de tierra - fina) sobre porcentaje de peso en peso (% p/p), considerando contenido de arena (0,05 a 2,0 μm), limo (0,002 a 0,05 μm) y arcilla (menos de 0,002 μm), así como las fracciones de sus diferentes tamaños. La determinación de las cinco fracciones de arena fue por tamizado. Los materiales de 2 mm o de más diámetro no se consideraron en el análisis.

La siguiente tabla detalla los resultados obtenidos. Los pesos se expresan en porcentajes retenidos en cada malla con respecto al total de la muestra (*Keys to soil taxonomy*, 2014).

PARÁMETRO	MÉTODO	UNIDAD	Nº 42407	Nº 42408
Textura	Método de la pipeta	--	Franco, arcilloso, arenoso	Franco, arcilloso, arenoso
Arena		% p/p	85,68	97,05
Arcilla		% p/p	1,14	0,44
Limo		% p/p	13,18	2,51
Tamiz tamaño 18%		% p/p	19,90	18,54
Tamiz tamaño 40%		% p/p	2,52	0,01
Tamiz tamaño 70%		% p/p	3,34	7,71
Tamiz tamaño 100%		% p/p	4,50	7,61
Resto%		% p/p	2,25	16,58

Tabla 9. Resultados físicos. (Protocolos Nº42407 y Nº42408).

Del análisis surge que la clase textural de los suelos de la zona presentan textura **ARENOSO y FRANCO ARENOSO**. Para el diagrama de triangulo de texturas de suelo se utilizó el programa *Soil Texture Calculator* (*United States Department of Agriculture*, USDA).

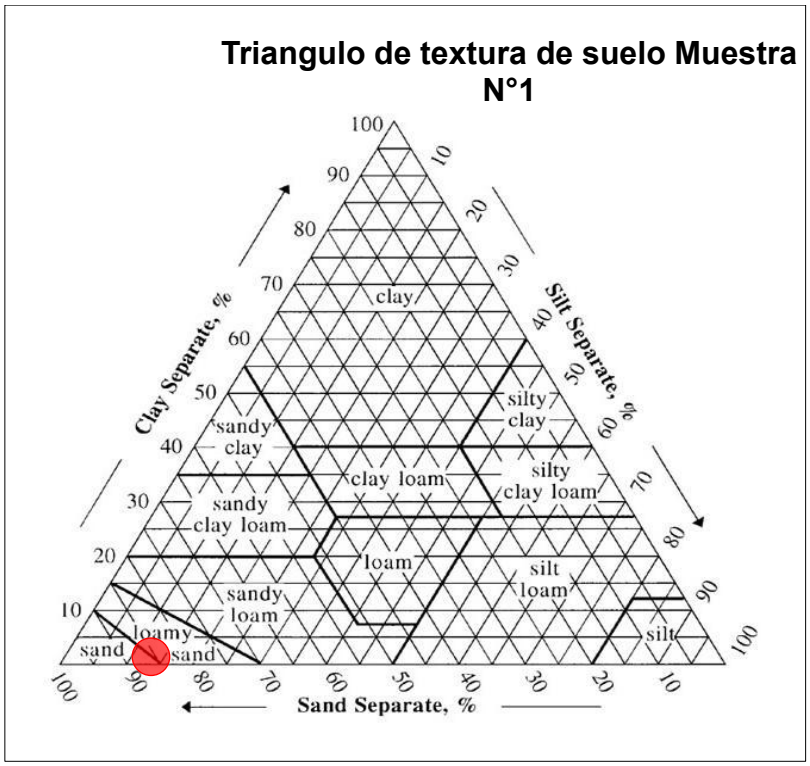


Imagen 33. Triángulo de las texturas de suelo. Muestra N°1 (rojo). Fuente: United States Department of Agriculture, USDA.

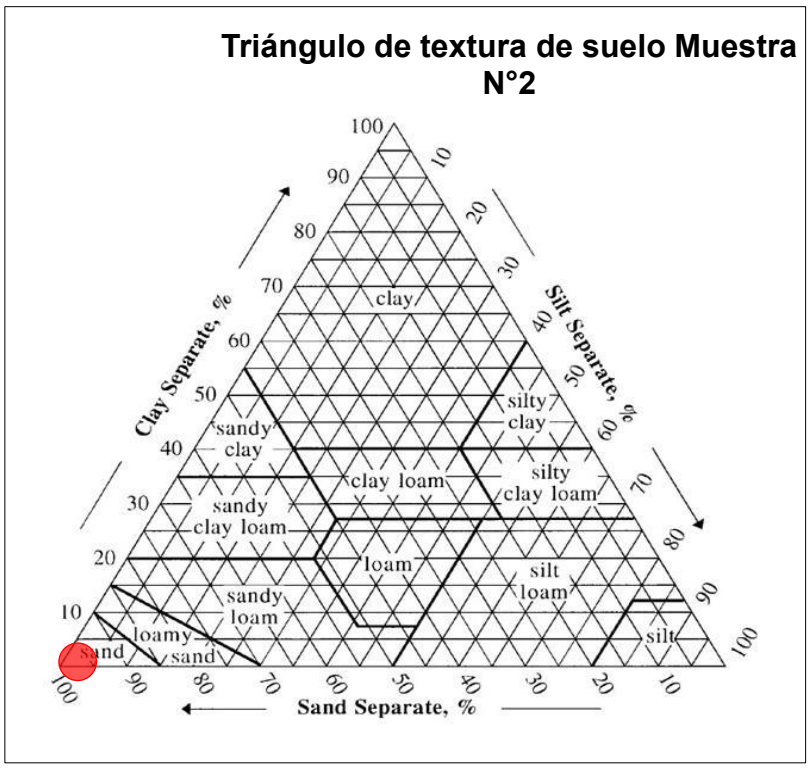


Imagen 34. Triángulo de las texturas de suelo. Muestra N°2 (rojo). Fuente: United States Department of Agriculture, USDA.

3.2.6. HIDROLOGÍA

El río De las Vueltas es el cauce principal de la cuenca con una longitud total de 76,5 km de extensión entre su naciente en la laguna del desierto y hasta el lago Viedma al Sur. Presenta un

patrón meándrico con elevada sinuosidad, principalmente en su tramo medio, y meándrico trenzado en su tramo final, donde forma una especie de fan delta (Villegas *et al*., 2003). A lo largo de su trayecto se presentan tramos encajonados formando segmentos relativamente rectos. En su desembocadura forma un abanico de cauces que totalizan 38,9 km de extensión.

No se cuenta con una secuencia completa de registros de caudales en la cuenca, tan solo se dispone de series breves y discontinuas de datos para el río De las Vueltas. La estación de aforo se encuentra próxima a El Chaltén, unos 25 km antes de su desembocadura en el lago Viedma. El río De las Vueltas presenta una marcada estacionalidad de sus caudales, como resultado de la distribución anual de las precipitaciones y las temperaturas. Los caudales mensuales promedios oscilan entre 47 y 86 m^3/s desde mediados de primavera y durante el verano, reduciéndose hasta 19 y 40 m^3/s durante finales de otoño e invierno respectivamente. Si bien dicha estacionalidad se mantiene de forma constante a lo largo de las series de registro disponibles, el comportamiento del río exhibe amplias variaciones en los caudales promedio entre temporadas. Así, durante la época estival se registran valores promedio extremos de entre 47 y 162 m^3/s, mientras que en la temporada invernal los caudales fluctúan entre 16 y 68 m^3/s.

Se desconoce el aporte estacional y anual de aguas proveniente de la fusión de hielo permanente y semi permanente en la cuenca y, en consecuencia, su participación en el caudal del río De las Vueltas. Su aporte en cantidad y velocidad es una función de las características climáticas y topográficas de la zona, incluso de las propias características de almacenamiento de agua de deshielo, el cual puede llegar a volúmenes considerables (Linsley *et al*., 1993).

Los tributarios más importantes son los ríos Toto, Milodón, Eléctrico y Fitz Roy, con caudales promedios individuales estimados entre 16 y 30 m^3/s (Caballero, 2002).

Sobre antiguos sedimentos morrénicos, y antes de desembocar, forma un intrincado delta, compartido con el río Barrancas, el cual pasa a ser un afluente en los períodos de crecidas. Desde el lago Viedma las aguas del río De las Vueltas pasan a través del río La Leona, al lago Argentino, lago que posee como desagüe al río Santa Cruz, el cual vuelca finalmente las aguas a través de un profundo estuario en el mar Argentino.

El río De las Vueltas está conformado por una serie de microcuenca hídricas superficiales presentando en su tramo inicial una pendiente de 0.19° (0.32%) a lo largo de 22 km, con máximas de 18.84° (34.13%) en 4 km y 28.22° (53.66%) por unos 3 km. .

Presenta un régimen hídrico de tipo nivo-glacial determinado exclusivamente por la meteorología de su cuenca alta cordillerana (1.283km2). El hidrograma de este curso fluvial es independiente del patrón pluviométrico local de la estepa extrandina (donde las lluvias líquidas ocurren en abril y mayo).

Los caudales picos del río (medias de 75 a 80m3) se registran durante la primavera y el verano (diciembre a febrero) como respuesta directa al derretimiento nival estacional y a la fusión de las masas glaciares del Campo de Hielo Patagónico Sur por efecto del incremento térmico estival.

Se presenta el mapa general de la hidrología superficial del Proyecto Urbanístico KAIKEN SUR.

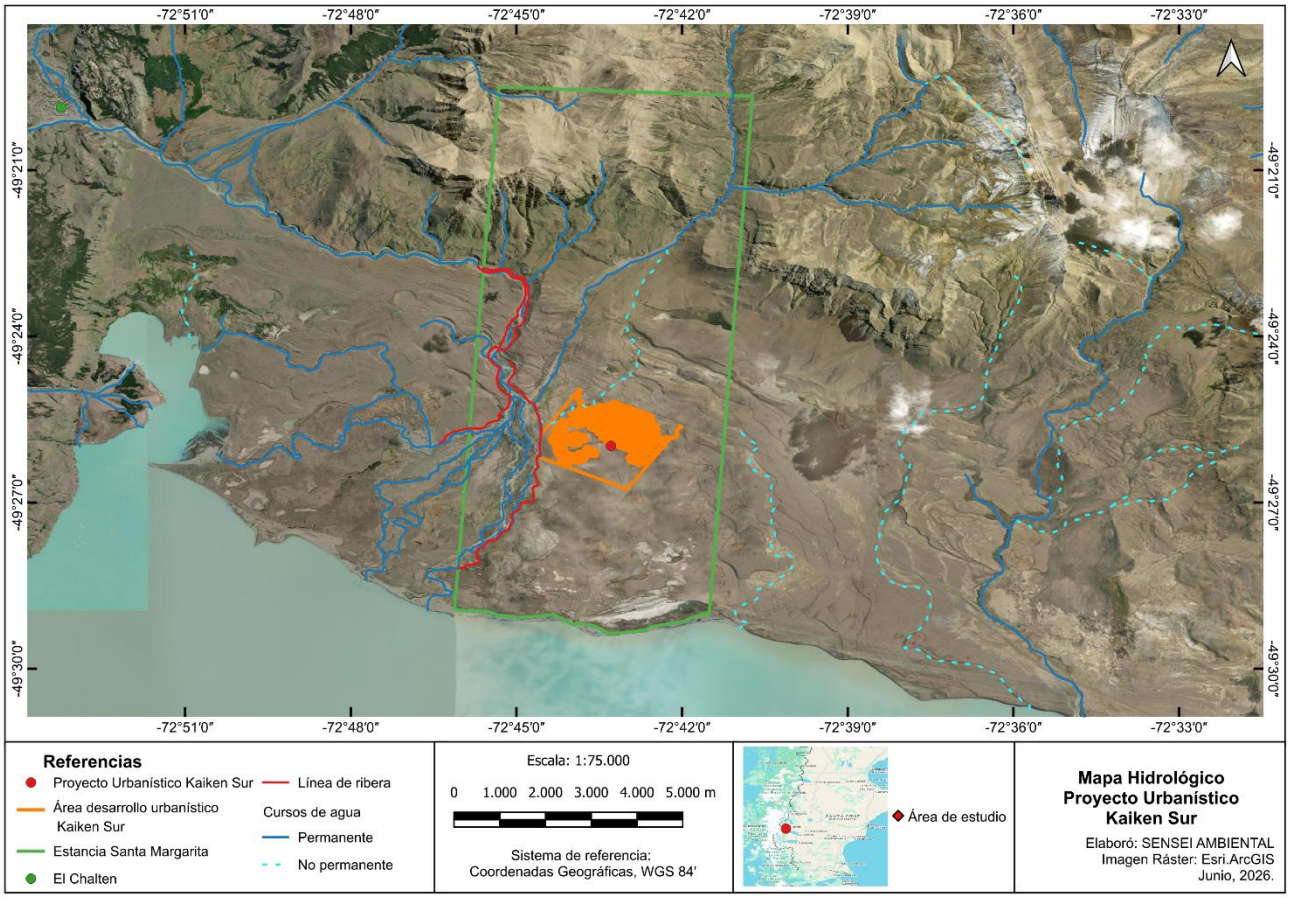


Imagen 35. Mapa general de Hidrología Superficial. Elaboró: SENSEI AMBIENTAL, 2026.



Imagen 36. Vista general de la desembocadura del río De las Vueltas en el Lago Viedma.

En particular, el área de estudio se localiza dentro de la cuenca hidrográfica del río De las Vueltas, principal colector hídrico de la región y tributario del lago Viedma. Si bien el proyecto no se encuentra emplazado sobre el cauce principal ni sobre tributarios permanentes de relevancia, su funcionamiento hidrológico se encuentra condicionado por los procesos de escurrimiento superficial asociados a esta cuenca.

Desde el punto de vista hidrológico, el área presenta una red de drenaje superficial poco desarrollada, compuesta principalmente por cauces temporarios, líneas de escurrimiento difuso y sectores deprimidos donde se concentra el agua proveniente de precipitaciones y del derretimiento estacional de nieve. Estos drenajes poseen un comportamiento intermitente, registrando actividad principalmente durante períodos de lluvias intensas y durante la temporada de fusión nival.

Las condiciones geomorfológicas del sector, caracterizadas por la presencia de terrazas fluviales, planicies glacilacustres, morenas y bajos topográficos, controlan la distribución y circulación de las aguas superficiales. Las terrazas y planicies presentan escurrimiento superficial moderado y buena capacidad de infiltración, mientras que los bajos topográficos y depresiones constituyen áreas naturales de acumulación temporal de agua, favoreciendo procesos de almacenamiento superficial y regulación hídrica local.

No se identificaron cuerpos de agua permanentes dentro del área directamente afectada por el proyecto. Sin embargo, se observaron sectores con evidencias de drenaje estacional y áreas susceptibles a anegamientos temporarios asociados a eventos extraordinarios de precipitación o a períodos de intensa fusión de nieve.

La dinámica hidrológica local se encuentra fuertemente influenciada por el régimen climático regional, caracterizado por precipitaciones concentradas durante los meses fríos y por aportes hídricos derivados de la acumulación y posterior fusión de nieve en los sectores de mayor altitud de la cuenca. Como consecuencia, los caudales de los drenajes temporarios presentan una marcada variabilidad estacional.

Desde el punto de vista ambiental, los bajos topográficos, depresiones y líneas naturales de drenaje constituyen los sectores de mayor sensibilidad hidrológica dentro del área de estudio, debido a su función en la conducción y almacenamiento temporal de escorrentías. La preservación de estos sectores resulta fundamental para mantener los patrones naturales de drenaje y evitar alteraciones en la dinámica hidrológica local.

En términos generales, el área presenta una susceptibilidad moderada frente a modificaciones de los escurrimientos superficiales, por lo que durante el diseño y ejecución del proyecto deberán conservarse los drenajes naturales existentes, minimizarse las interferencias sobre las áreas de acumulación temporal de agua y garantizarse una adecuada gestión de las escorrentías generadas por las futuras superficies urbanizadas.

El área de estudio se encuentra inmediatamente al Este del río De las Vueltas, donde el río Barrancas se une al mismo. Y el Proyecto Urbanístico KAIKEN SUR se emplaza cercano a la desembocadura de ambos, sobre la planicie del delta, sin embargo, no será necesario la interrupción o cruce de los cauces principales observados.

En abril de 2026 se realizó la delimitación de la línea de ribera en río De las Vueltas – Lago Viedma – Río Barrancas. La información procesada y georreferenciada fue recopilada en el archivo “Vértices línea de ribera Río de las Vueltas, margen del Lago Viedma y río Barrancas Nro. Expte 946421 – 2026.csv” Sistema de referencia de coordenadas 4326. Dicha delimitación es respetada para el emplazamiento del presente proyecto.

En este sector el río De las Vueltas presenta un rumbo N-S, con sentido de escurrimiento hacia el S, desembocando en el lago Viedma, cuyo régimen es permanente, presentando mayor caudal luego de fenómenos de precipitación en verano y deshielos en primavera.

En el sector Noroeste del proyecto, el camino de acceso cruza un cauce intermitente tributario o secundario del río Barrancas. Dicho cauce en este sector presenta un rumbo NE-SO, con sentido de escurrimiento hacia el SO.

Se presenta el mapa de detalle de la hidrología superficial del Proyecto Urbanístico KAIKEN SUR.

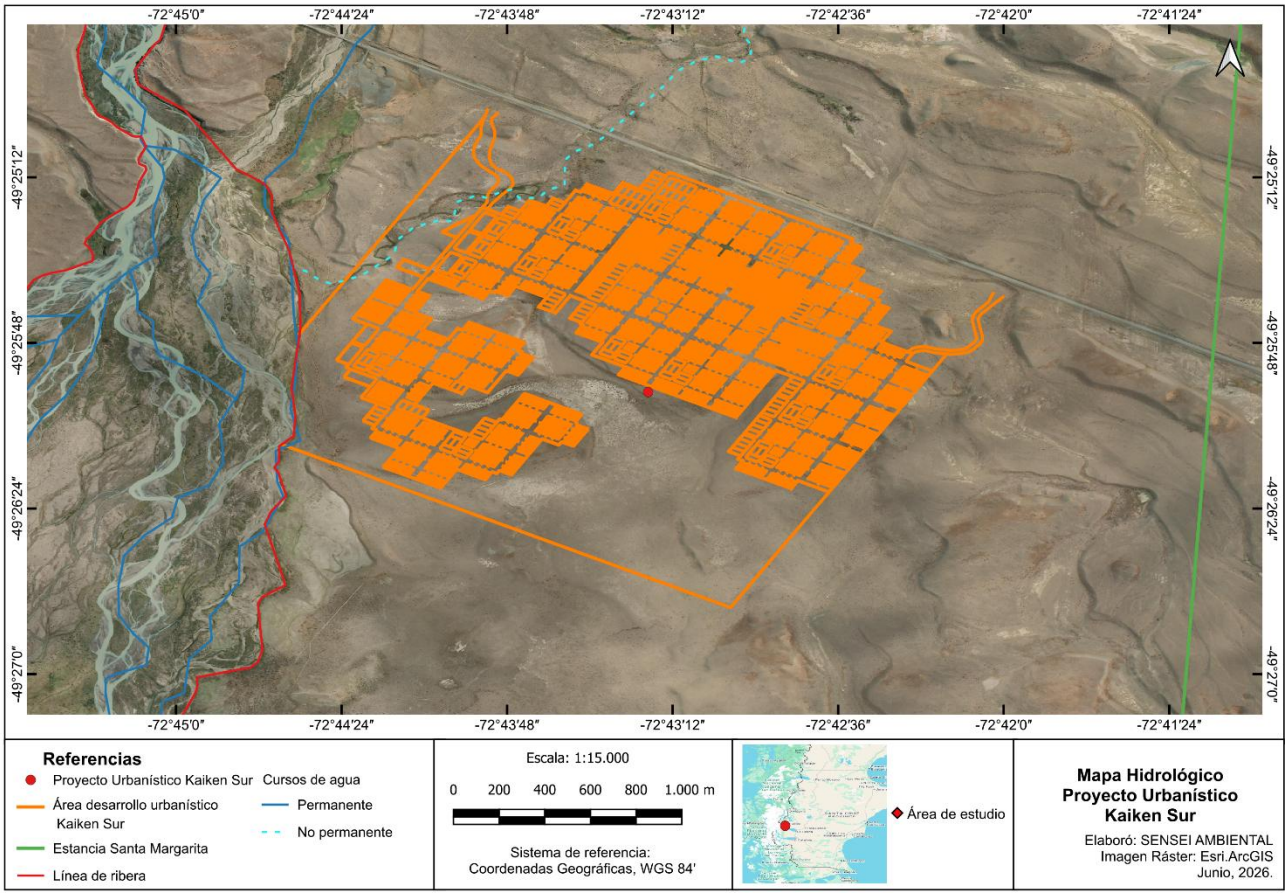


Imagen 37. Mapa de detalle de Hidrología Superficial. Elaboró: SENSEI AMBIENTAL, 2026.



Imagen 38. Vista general del cauce principal del río Barrancas, desembocando en el río De las Vueltas.



Imagen 39. Vista general del cauce tributario o secundario del río Barrancas.

Otro rasgo que se destaca en el área de emplazamiento del Proyecto Urbanístico KAIKEN SUR es la influencia de la topografía sobre el escurrimiento superficial. Como se mencionó anteriormente se identificaron zonas altas, asociados principalmente a terrazas fluviales, morenas y planicies glacilacustres, y zonas bajas, vinculados a bajos topográficos, depresiones y drenajes naturales.

En las zonas altas el desarrollo de la red de drenaje superficial es escaso, predominando procesos de infiltración y escurrimiento difuso favorecidos por las suaves pendientes y la permeabilidad de los depósitos glacifluviales presentes. Mientras que en las zonas bajas se concentra el escurrimiento proveniente de las áreas circundantes, observándose cauces, escurrimientos temporales, líneas naturales de drenaje y sectores de acumulación estacional de agua.

Estas áreas deprimidas cumplen una función hidrológica fundamental, actuando como receptores y reguladores naturales de los excedentes hídricos generados durante eventos de precipitación intensa y períodos de fusión nival. En consecuencia, presentan una mayor susceptibilidad a anegamientos temporarios e inundaciones localizadas, particularmente durante eventos hidrometeorológicos extraordinarios.

Por tal motivo, durante las etapas de diseño, construcción y operación del proyecto deberán preservarse los patrones naturales de drenaje existentes, evitando la obstrucción, canalización o relleno de cauces temporarios, bajos topográficos y áreas de acumulación de agua. Asimismo, deberá evitarse la modificación significativa de las pendientes naturales del terreno, garantizando la continuidad de los flujos superficiales y manteniendo las condiciones de escurrimiento preexistentes.

En aquellos sectores donde resulte necesaria la ejecución de cruces de drenajes o intervenciones sobre líneas naturales de escurrimiento, deberán implementarse obras hidráulicas adecuadas, dimensionadas de acuerdo con los caudales esperables, a fin de asegurar el libre tránsito del agua y minimizar riesgos de erosión, socavación, anegamiento o alteración de la dinámica hidrológica local.

La conservación de estas condiciones permitirá mantener el funcionamiento hidrológico natural del área, reducir la vulnerabilidad frente a eventos extremos y minimizar los potenciales impactos asociados a modificaciones del drenaje superficial.

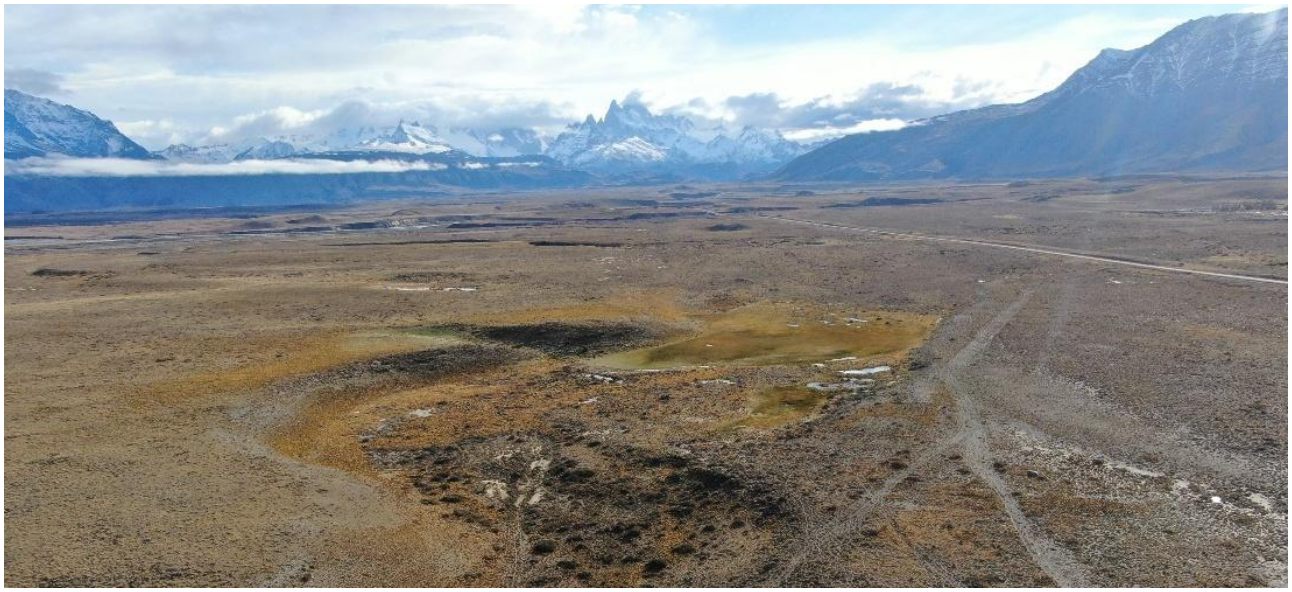


Imagen 40. Vista general de uno de los sectores bajos, ubicado en el sector noreste del proyecto, rodeado de sectores altos hacia el suroeste y hacia el noreste.



Imagen 41. Vista general de uno de los sectores bajos ubicado en el centro del proyecto, rodeado de sectores altos hacia el sur, el oeste y el norte.



Imagen 42. Vista de detalle del mismo sector bajo anterior.

3.2.7. HIDROGEOLOGÍA

El área de estudio se encuentra dentro del ámbito hidrogeológico de la Cordillera Patagónica Austral y de la cuenca superior del río de las Vueltas. La hidrogeología regional está fuertemente condicionada por el relieve glaciario, la litología sedimentaria y volcánica mesozoica, y la intensa dinámica hídrica superficial asociada al deshielo andino.

En términos hidrogeológicos, predominan acuíferos libres de escasa a moderada productividad desarrollados en depósitos cuaternarios glaciarios, fluvioglaciarios y aluviales. Estos materiales

están compuestos por tills, gravas, arenas y bloques con matriz limo-arenosa, presentando elevada heterogeneidad granulométrica y permeabilidad variable. Los sectores de valles y terrazas asociados a cursos de agua temporarios o permanentes constituyen las zonas de mayor infiltración y almacenamiento subterráneo. En cambio, las áreas de afloramientos rocosos o depósitos morénicos compactos poseen menor capacidad acuífera.

La recarga de los acuíferos es principalmente meteórica y nival, vinculada a precipitaciones orográficas y al derretimiento estacional de nieve y hielo. Debido al clima frío y húmedo de montaña, los niveles freáticos suelen encontrarse relativamente someros en sectores bajos y próximos a cauces. La circulación subterránea sigue, en general, la pendiente topográfica regional desde el Oeste cordillerano hacia el Este y Sudeste.

Las unidades geológicas sedimentarias cretácicas y terciarias presentes en la región pueden comportarse localmente como acuíferos fisurados o semiconfinados cuando presentan niveles arenosos permeables, aunque su productividad hidrogeológica suele ser limitada y muy dependiente del grado de fracturación.

La calidad del agua subterránea en el área es generalmente buena, con baja mineralización y predominio de facies bicarbonatadas cálcicas a bicarbonatadas sódicas, típicas de ambientes cordilleranos con escasa residencia subterránea. Sin embargo, la vulnerabilidad a la contaminación es moderada a alta en sectores de acuíferos someros debido a la elevada permeabilidad de los depósitos glacifluviales y a la limitada cobertura de suelos finos protectores.

Desde el punto de vista geomorfológico, el sector sudeste de El Chaltén presenta drenajes asociados a ambientes periglaciarios y glaciarios relictos, con presencia de vegas, mallines y cursos temporarios alimentados por deshielo. Estas áreas funcionan como reguladores hidrológicos naturales, favoreciendo la recarga local y manteniendo caudales base durante períodos secos.

3.2.8. PALEONTOLOGÍA

La superficie afectada por el proyecto no involucra formaciones portadoras de fósiles. Las Formaciónes Río Mayer, Lago Viedma y Pueso El Álamo, portadoras de fósiles, se encuentran ubicadas al Norte y Este del área de estudio. Se realizó la descripción estratigráfica del recurso paleontológico utilizando los antecedentes correspondientes a la hoja geológica 4972-III, El Chaltén, del Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR).

- MESOZÓICO

FORMACIÓN RÍO MAYER

La Formación Río Mayer tiene un abundante contenido fosilífero y es de destacar su fauna amonitífera. También se han mencionado micro fósiles, restos de plantas y probables vértebras de plesiosaurios.

Los niveles más antiguos están representados desde el norte del lago Argentino hasta el lago Tanhäuser, por la Biozona de Asociación de *Jabronella*, el Valanginiano inferior, por la zona de *Kilianella* sp. Y por una única mención de *Olcostephanus* sp. en el lago Tanhäuser, y el Hauteriviano por las Biozonas de Asociación de *Favrella americana* y *Favrella wilckensi*. Por su parte, los niveles más modernos están indicados en la bahía de la Lancha por la Biozona de *Hatchericeras patagonense* y las Biozonas de Asociación de *Australiceras-Tropaeum*, *Peltocrioceras deeckei*, *Aioloceras argentinum y Sanmartinoceras patagonicum*.

El estudio bioestratigráfico basado en la presencia de niveles isócronos, permite interpretar que la Formación Río Mayer corresponde a las facies profundas de la Formación Springhill. Un primer análisis indica que en la Formación Springhill se encuentran formas continentales y marinas neríticas, tanto nectónicas como bentónicas, mientras que en la Formación Río Mayer predominan las formas nectónicas (amonites).

La transgresión del Cretácico temprano se halla bien representada por la aparición, dentro de la unidad, de biozonas más jóvenes desde el SO hacia el NNE de la Hoja, mientras que para la regresión de fines del Cretácico temprano las biozonas evolucionan en sentido contrario, algo más al este.

Con respecto a la palinología, el informe de Pöthe de Baldis (1977 a) señala la presencia de *Classopollis torosus* (Pflug), *Cyclusphaera psilata,* Volkheimer y Sepúlveda y *Concavissimisporites* sp., en una muestra proveniente del arroyo Calafate.

La asociación *Classopollis simplex*/*Cyclusphaera psilata* sugiere un ambiente cercano a la costa y de aguas salobres, probablemente deltaico. Dada la escasez de esporas de pteridofitas, el clima en el continente habría sido de temperatura media y poca humedad. La edad asignada corresponde al lapso Hauteriviano-Barremiano.

FORMACIÓN LAGO VIEDMA

Los fósiles hallados en esta formación se ubican en las siguientes biozonas (Riccardi, 2002):

- Fáunula de *Mariella* (Albiano superior): *Mariella patagonica* Leanza.

- Zona de *Hypoturrilites* (Cenomaniano temprano): *Hypoturrilites* cf. *gravesianus* (d'Orbigny) y

Scaphites sp.

- Zona de *Desmoceras floresi* (Cenomaniano medio): *Desmoceras floresi* Leanza, *Sciponoceras* cf. *baculoides* (Mantell), *Borissiakoceras* sp., *Maccoyella* sp. Y *Pterotrigonia* (*Rinetrigonia*) sp.

- Zona de *Calycoceras* (Cenomaniano medio a tardío): *Calycoceras* sp., *Inoceramus* cf. *Tenuiumbonatus* Warren, *Maccoyella* sp.

Además, se hallaron *Megatrigonia* aff. *conocardiiformis*, *Neosaynella*, *Oxytoma* sp., *Tetorimya* sp., *Trigonia paleopatagonidica* y *Aucellina* cf. *radiatostriata* en la base (Arbe, 1986). Hacia el techo se encuentra *Maccoyella* cf. *bonarellii* (Leanza), *Pterotrigonia* (*Rinetrigonia*) *feruglioi* Piatnitzky y *Labeceras* sp. (Arbe, 2002).

FORMACIÓN PUESTO EL ÁLAMO

Los fósiles determinados por Riccardi (2002) están ubicados en la Biozona de Asociación de Pachydesmoceras (Turoniano tardío): Pachydesmoceras cf. linderi de Grossouvre, Sciponoceras santacrucense Leanza, Placenticeras sp., Hoploparia arbei Aguirre-Urreta, Pterotrigonia (Rinetrigonia) nullorum Levy y Pacitrigonia alamensis Levy. Se hallaron además las siguientes especies, sin ubicación estratigráfica precisa: Pterotrigonia aff. windhauseni (Wilckens), Pterotrigonia aliformis, Pleurotrigonia? sp., Pinna anderssoni Wilckens, Lahilla sp., Baculites sp., Placenticeras aff. meeki (Boehm), Placenticeras viedmaense Leanza, Placenticeras santacrucense Leanza, Placenticeras washbournei, Placenticeras patagonicum Leanza, Anapachydiscus steinmanni (Paulcke), Canadoceras megasiphon Leanza, Inoceramus andinus Wilckens, Inoceramus steinmannii Wilckens, Hoploparia antarctica Wilckens, Aucellina sp., Pinna morenoi Wilckens, Panopaea inferior Wilckens.

- CENOZÓICO

DEPÓSITOS GLACIARIOS TARDIGLACIALES

La unidad “Depósitos glaciarios tardiglaciales y neoglaciales” de la Hoja Geológica de El Chaltén está compuesta principalmente por till glaciario, integrado por bloques, gravas y arenas con limos subordinados. Según la descripción geológica del SEGEMAR, estos depósitos corresponden a acumulaciones morénicas generadas durante los últimos avances glaciarios del Pleistoceno tardío y Holoceno.

Desde el punto de vista paleontológico, esta unidad no presenta contenido fósil significativo conocido. Esto se debe a que los depósitos de till son materiales de origen glaciario, muy retrabajados y depositados en ambientes de alta energía, condiciones poco favorables para la preservación de restos fósiles. Tampoco se mencionan hallazgos paleontológicos específicos asociados a esta unidad en la bibliografía de la Hoja Geológica El Chaltén.

DEPÓSITOS FLUVIALES

La unidad “Depósitos fluviales”, integrada por bloques, gravas, arenas, limos y arcillas, corresponde a acumulaciones aluviales desarrolladas en cauces activos, planicies de inundación y terrazas

fluviales del área de El Chaltén. Estos sedimentos son de edad cuaternaria y reflejan procesos de transporte y redepositación vinculados a la dinámica hídrica regional.

Desde el punto de vista paleontológico, esta unidad posee bajo a moderado potencial de preservación fósil, principalmente en los niveles finos de limos y arcillas, donde podrían preservarse restos orgánicos retrabajados, palinomorfos o restos vegetales recientes. Sin embargo, en la descripción oficial de la Hoja Geológica El Chaltén no se mencionan hallazgos paleontológicos específicos asociados a estos depósitos fluviales.

Los sectores dominados por bloques y gravas presentan escasa aptitud para la conservación de fósiles debido a las condiciones de alta energía del transporte fluvial. En cambio, los niveles más finos depositados en ambientes de baja energía podrían eventualmente contener material paleobiológico disperso o subfósil de edad cuaternaria, aunque sin registros confirmados hasta el momento.

3.3. MEDIO BIÓTICO

3.3.1. FLORA

El presente informe constituye la Línea de Base Ambiental del componente flora para el Proyecto Urbanístico KAIKEN SUR. El objetivo es caracterizar la composición florística, estructura comunitaria y los índices de diversidad del área de influencia, estableciendo un estado de situación de referencia que permita evaluar, monitorear y mitigar potenciales alteraciones antrópicas en las fases subsecuentes del proyecto.

Desde una perspectiva macroecológica y conforme a la clasificación fisonómico-florística de la Argentina (Oyarzabal et al., 2018), el predio se clasifica dentro de la Unidad 38: Estepa graminosa de Festuca pallescens (Distrito Subandino). Si bien a escala macrorregional este distrito fitogeográfico se asocia genéricamente a precipitaciones entre 300 y 600 mm/año en su franja ecotonal con el bosque caducifolio, en el emplazamiento específico del Proyecto Kaiken Sur el régimen pluviométrico se ubica en el límite semiárido inferior de dicha unidad (aproximadamente 160 a 250 mm/año), en coincidencia con las series de datos instrumentales presentadas en el Punto 3.2.1 (Medio Físico).

No obstante, la heterogeneidad del relieve local introduce discontinuidades ecológicas que modifican la estructura típica de la estepa. Las condiciones extremas de déficit hídrico estacional y la acción eólica promueven adaptaciones morfológicas críticas en la vegetación local, tales como el desarrollo de hojas reducidas o áfilas (*Ephedra ochreata*), estructuras espinosas, hábitos cespitosos en gramíneas (*Pappostipa spp.*) y geometrías en cojín o semiesféricas (*Mulinum spinosum*,

Brachyclados caespitosum). Por consiguiente, el análisis detallado de estas comunidades resulta indispensable para identificar zonas de alta sensibilidad ambiental, como los humedales y márgenes de cuerpos de agua temporales detectados en el área.

El área de estudio presenta modificaciones estructurales derivadas de la actividad ganadera histórica (herbívora por ganado ovino) y de procesos erosivos vinculados a la acción eólica. Las perturbaciones de origen antrópico actuales se manifiestan a través de infraestructura preexistente en el predio consolidada por el trazado de caminos de circulación vehicular interna.

3.3.1.1. METODOLOGÍA

Para la determinación de la cobertura vegetal y la caracterización fisonómico-florística en el área de estudio, se aplicó el método de puntos en línea (Levy y Madden, 1933). El diseño de muestreo se estructuró mediante una estrategia estratificada preferencial, seleccionando los sitios de control en función de las discontinuidades fisonómicas detectadas en el terreno. El relevamiento de campo se ejecutó entre los días 9 y 10 de mayo de 2026.

Se establecieron un total de 13 transectas de 15 metros de longitud lineal. En cada unidad de muestreo se realizaron lecturas a intervalos fijos de 10 cm mediante el descenso vertical de una aguja de proyección (toque), totalizando 150 puntos de registro por transecta y un universo de muestreo de 1950 puntos interceptados.

Para cada punto de intersección, se registraron las siguientes variables:

- Componentes de cobertura no vegetal: Clasificados taxonómicamente en mantillo (materia orgánica muerta en pie o dispuesta sobre el suelo), suelo desnudo (matriz mineral y rocosidad superficial) y pavimento de erosión.
- Componentes vegetales: Identificación taxonómica de la especie fitosociológica interceptada. Aquellos ejemplares cuyo estado fenológico impidió la determinación a nivel específico se identificaron a nivel genérico con la nomenclatura sp.

Los especímenes no determinados in situ fueron recolectados para su identificación en laboratorio mediante el uso de claves de referencia (Kofalt y Mascó, 2000), consultas en la base de datos del Instituto de Botánica Darwinion (CONICET) y el cotejo con colecciones del Herbario Digital INTA Santa Cruz.

3.3.1.2. ÍNDICE UTILIZADO

A partir de las matrices de datos de las transectas, se calcularon los siguientes indicadores ecológicos e índices cuantitativos:

- Riqueza específica (S): Número total de especies registradas en el área evaluada.

- Cobertura absoluta por especie: Porcentaje de interceptaciones de una especie respecto al total de puntos evaluados (150 por transecta).
- Cobertura relativa por especie (pi): Proporción de la cobertura de la especie i respecto a la cobertura vegetal total del sitio.
- Proporción por hábito de crecimiento: Porcentaje relativo de la cobertura vegetal discriminado en los estratos arbustivo, subarbustivo y herbáceo.
- Estatus fitogeográfico y ciclo de vida: Clasificación de las especies en nativas o exóticas, y en perennes o anuales.
- La diversidad ὰ (heterogeneidad de la comunidad) se cuantificó mediante el Índice de Diversidad de Shannon-Weaver (H'), aplicando la siguiente ecuación:

$$H\text{^}' = -\sum\_(i = 1)\text{^}S\ p\_i * \ \llbracket LNp \rrbracket\ \_i$$

Donde pi corresponde a la cobertura relativa de la especie (i) expresada como fracción de la unidad, y S representa la riqueza específica total del área.

ANÁLISIS DE INFERENCIA ESTADÍSTICA Y PRECISIÓN DE LA MUESTRA

La representatividad y precisión de la estimación de la cobertura vegetal promedio se determinó mediante el cálculo de Intervalos de Confianza (IC) al 95%. Para acotar matemáticamente el margen de error bajo un escenario de muestra pequeña (n < 30), se aplicó la distribución t de Student utilizando la siguiente función:

$$IC_{1-\alpha} = \chi \pm (t_{\frac{\alpha}{2},n-1}\ x\ \frac{s}{\sqrt{n}})$$

Donde χ representa la media muestral de la cobertura vegetal, s es la desviación estándar de la muestra, n corresponde al número total de transectas ejecutadas, y $t_{\frac{\alpha}{2},n-1}$ es el valor crítico de la distribución para $\alpha = 0{,}05\ con\ n - 1$ grados de libertad. Los análisis estadísticos y el procesamiento de las matrices de datos se realizaron mediante el software Microsoft Excel / lenguaje de programación R.

3.3.1.3. UBICACIÓN DE LAS TRANSECTAS

Se detalla en la siguiente tabla las coordenadas de inicio y fin de las transectas de vegetación realizadas.

Transecta		Latitud	Longitud	Ambiente
T1	Inicio	49°25'57.10"S	72°44'28.30"O	meseta
	Fin	49°25'57.52"S	72°44'28.71"O	
T2	Inicio	49°25'47.74"S	72°44'27.91"O	meseta
	Fin	49°25'47.97"S	72°44'28.57"O	

T3	Inicio	49°24'57.23"S	72°44'11.39"O	meseta
	Fin	49°24'57.75"S	72°44'11.53"O	
T4	Inicio	49°24'58.85"S	72°43'42.67"O	meseta
	Fin	49°24'59.23"S	72°43'43.17"O	
T5	Inicio	49°25'26.43"S	72°42'57.20"O	meseta (margen laguna temporal)
	Fin	49°25'26.84"S	72°42'56.86"O	
T6	Inicio	49°25'27.65"S	72°42'56.83"O	meseta (humedal)
	Fin	49°25'28.13"S	72°42'56.83"O	
T7	Inicio	49°25'22.87"S	72°42'44.74"O	meseta (margen laguna temporal)
	Fin	49°25'22.74"S	72°42'45.46"O	
T8	Inicio	49°25'21.7"S	72°42'42.1"O	meseta
	Fin	49°25'21.8"S	72°42'42.1"O	
T9	Inicio	49°25'20.4"S	72°42'44.8"O	meseta
	Fin	49°25'20.9"S	72°42'44.6"O	
T10	Inicio	49°25'26.6"S	72°42'57.6"O	meseta (humedal)
	Fin	49°25'26.2"S	72°42'58.1"O	
T11	Inicio	49°25'24.8"S	72°42'59.1"O	meseta (humedal)
	Fin	49°25'24.9"S	72°42'59.9"O	
T12	Inicio	49°25'04.9"S	72°43'33.3"O	meseta (margen de cauce)
	Fin	49°25'04.9"S	72°43'34.1"O	
T13	Inicio	49°25'06.3"S	72°43'36.8"O	meseta (margen de cauce)
	Fin	49°25'06.7"S	72°43'36.5"O	

Tabla 10. Ubicación de las transectas de vegetación.

3.3.1.4. CARTOGRAFÍA

A partir de la delimitación de las unidades fisonómico-florísticas relevadas en campo y el mapa de dominios de Oyarzabal et al. (2018), se elaboró la cartografía temática de vegetación del predio en software SIG (QGis Desktop v4.0.2). Las capas vectoriales (.SHP) se encuentran georreferenciadas en Coordenadas Geográficas (Datum WGS84, Código EPSG 4326), asegurando superposición temática con las imágenes satelitales de alta resolución (Esri/USGS/NOAA) y la cartografía oficial del proyecto.

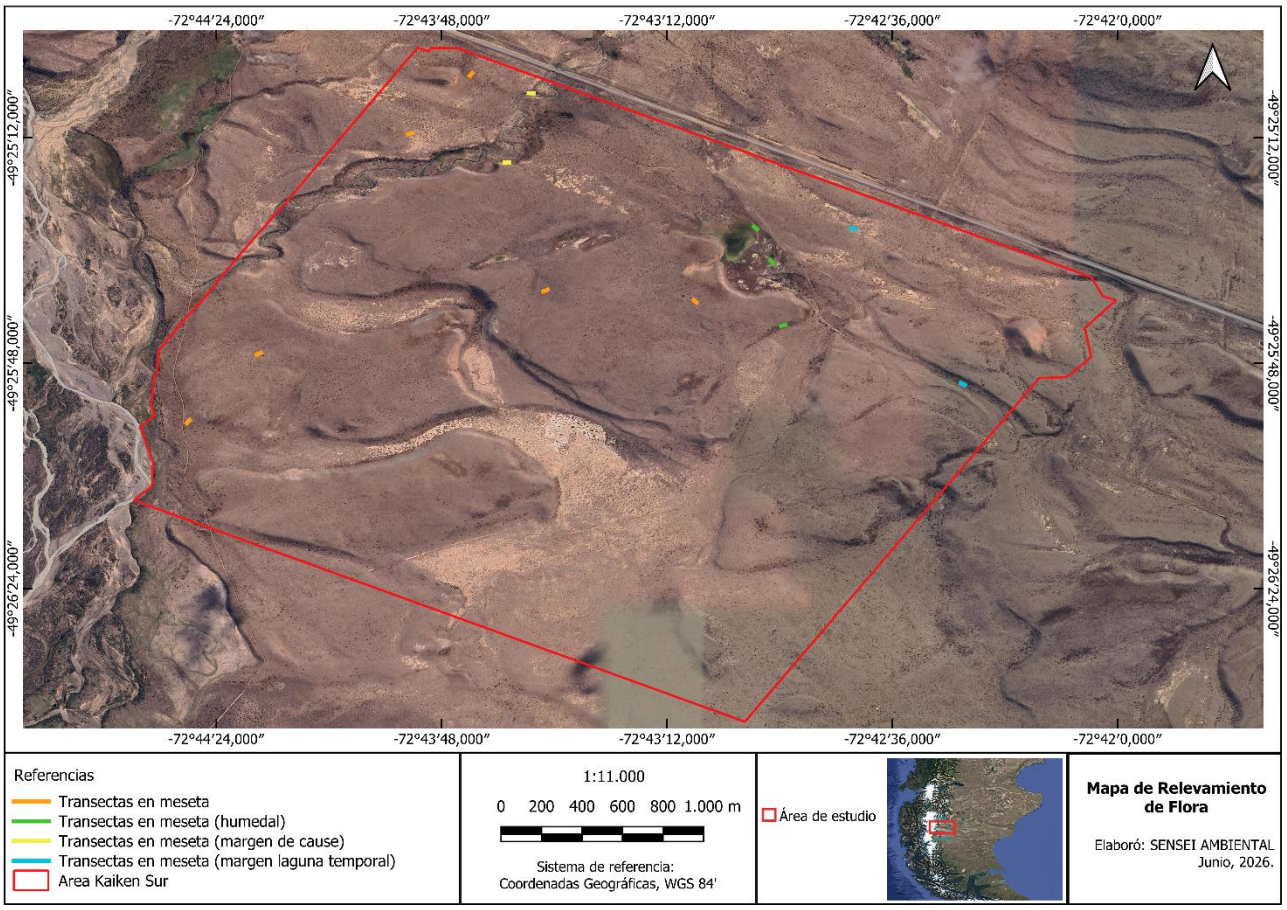


Imagen 43. Mapa de vegetación. Elaboró SENSEI AMBIENTAL, 2026.

3.3.1.5. RESULTADOS

PARÁMETROS DE COBERTURA GENERAL E INFERENCIA ESTADÍSTICA

A partir del procesamiento de los datos obtenidos en las 13 transectas de puntos, se estableció que la cobertura vegetal absoluta promedio es del **60,8%**. Los componentes de cobertura no vegetal registraron valores promedio de **26,8%** para suelo desnudo, **12,2%** para mantillo y **0,3%** para pavimento de erosión.

Para evaluar la precisión de la estimación de la cobertura vegetal media frente a la variabilidad espacial del terreno, se calcularon los estadísticos de dispersión e inferencia estadística:

- **Tamaño de la muestra (n):** 13 transectas
- **Grados de libertad (gl):** $n - 1 = 12$
- **Media muestral (x):** $60{,}8\%$
- **Desviación Estándar** (s) **:** $\pm 15{,}6\%$
- **Varianza** (s^2)**:** $243{,}4$
- **Intervalo de Confianza** $IC_{195\%} = (51{,}4\% - 70{,}2\%)$ con un margen de error muestral de $\pm 9{,}4\%(n = 13; 12 g.l.)$.

La convergencia estadística de estos valores valida la suficiencia del esfuerzo de muestreo para la determinación de la cobertura horizontal en el ambiente de meseta.

COMPOSICIÓN FLORÍSTICA Y RIQUEZA ESPECÍFICA

El relevamiento taxonómico determinó una riqueza específica (S) total de **26 especies** distribuidas en **13 familias** botánicas.

El listado consolidado de taxa identificados en el sitio de estudio, junto con su clasificación biológica, se detalla en la siguiente tabla.

Familia	Género	Especie	Nombre común	Hábito	Ciclo	Estatus
Apiaceae	***Azorella***	***monantha***	Leña de piedra	Subarbusto	Perenne	Nativa
		trifurcata	-	Subarbusto	Perenne	Nativa
	Mulinum	***spinosum***	-	Arbusto	Perenne	Nativa
Asteraceae	***Senecio***	***filaginoides***	Mata mora	Arbusto	Perenne	Nativa
		miser	-	Arbusto	Perenne	Nativa
Berberidáceas	***Berberis***	***microphylla***	-	Arbusto	Perenne	Nativa
Caryophyllaceae	***Cerastium***	***arvense***	-	Hierba	Perenne	Nativa
Cyperaceae	***Carex***	***sp***	Carex	Hierba	Perenne	Nativa
Fabaceae	***Adesmia***	***lotoides***	-	Hierba	Perenne	Nativa
	Anarthrophyllum	***desideratum***	Lengua de Fuego	Subarbusto	Perenne	Nativa
Geraniaceae	***Erodium***	***cicutarium***	Alfilerillo	Hierba	Perenne	Nativa
Juncaceae	***Juncus***	***balticus***	Junco	Hierba	Perenne	Nativa
Plantaginaceae	***Plantago***	***lanceolata***	7 venas	Hierba	Perenne	Nativa
Poaceae	***Agrostis***	***sp***	-	Hierba	Perenne	Exótica
	Deschampsia	***sp***	-	Hierba	Perenne	Nativa
	Festuca	***pallescens***	Coirón blanco o dulce	Hierba	Perenne	Nativa
	Festuca	***sp***	Coiron	Hierba	Perenne	Nativa
	Hordeum	***comosum***	Cola de zorro	Hierba	Perenne	Nativa
	Pappostipa	***chrysophylla***	Coirón amargo	Hierba	Perenne	Nativa
	Poa	***spisciformis***	-	Hierba	Perenne	Nativa
	Poa	***sp***	-	Hierba	Perenne	Nativa
	Trisetum	***sp***	-	Hierba	Perenne	Exótica
Plumbagináceas	***Armeria***	***maritima***	Flor de papel	Hierba	Perenne	Nativa
Ranunculaceae	***Caltha***	***sagittata***	Mallico	Hierba	Perenne	Nativa
Rosaceae	***Acaena***	***poeppigiana***	Abrojo	Hierba	Perenne	Nativa

Acaena	***splendens***	-	Hierba	Perenne	Nativa

Tabla 11. Inventario florístico y estatus de las especies presentes en el área de relevamiento.

ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD Y DOMINANCIA RELATIVA

El estrato herbáceo ejerce una dominancia estructural en la comunidad con el **73,1%** de la cobertura vegetal relativa. El estrato arbustivo representa el **15,4%** y el estrato subarbustivo aporta el **11,5%** restante de la cobertura relativa.

A nivel específico, la especie con mayor cobertura relativa promedio (dominante) es *Pappostipa chrysophylla* con un **24,1%**. La segunda especie en orden de representatividad (codominante) corresponde a *Poa sp.* con el **17,3%**. Otras especies que integran la matriz vegetal en menores proporciones relativas promedio son *Juncus balticus* (**14,3%**), *Mulinum spinosum* (**11,8%**), *Festuca pallescens* (**4,7%**), *Senecio filaginoides* (**4,4%**) y *Festuca sp.* (**3,7%**). Las especies *Adesmia lotoides, Cerastium arvense, Deschampsia sp., Poa spiciformis, Senecio miser y Trisetum sp.* fueron identificadas en el área, pero registraron una frecuencia de intersección nula (0,0%) dentro de las transectas cuantitativas.

Las matrices detalladas de cobertura absoluta (A) y relativa (R) desagregadas por cada una de las 13 transectas se presentan en las siguientes tablas.

TRANSECTA	**T1**		**T2**		**T3**		**T4**		**T5**	
Cobertura %	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R
Pavimento de erosión	0,0		0,0		3,3		0,0		0,0	
Suelo desnudo	34,7		39,3		49,3		30,0		30,0	
Mantillo	17,3		11,3		11,3		9,3		12,7	
Vegetación	48,0		49,3		36,0		60,7		57,3	
Acaena poeppigiana	1,3	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	2,2	0,0	0,0
Acaena splendens	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	1,2
Agrostis sp	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Anarthrophyllum desideratum	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	1,1	0,0	0,0
Armeria maritima	2,0	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Azorella monantha	2,0	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	2,3
Azorella trifurcata	0,0	0,0	17,3	35,2	1,3	3,7	0,0	0,0	0,0	0,0
Berberis microphylla	3,3	6,9	0,0	0,0	0,0	0,0	16,0	26,4	0,0	0,0
Caltha sagittata	0,0	0,0	0,0	0,0	4,7	13,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Carex sp	2,7	5,6	4,0	8,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Erodium cicutarum	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Festuca pallescens	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	2,2	26,0	45,4
Festuca sp	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	2,2	0,0	0,0
Hordeum comosum	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,3	5,5	0,0	0,0
Juncus balticus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,7	7,7	2,7	4,7
Mulinum spinosum	0,0	0,0	16,7	33,8	4,0	11,1	0,0	0,0	12,0	20,9

Pappostipa chrysophylla	26,7	55,6	8,7	17,6	7,3	20,4	18,0	29,7	5,3	9,3
Plantago lanceolata	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	2,2	0,0	0,0
Poa sp	8,0	16,7	2,7	5,4	2,7	7,4	11,3	18,7	4,7	8,1
Senecio filaginoides	2,0	4,2			10,0	27,8	1,3	2,2	4,7	8,1

Tabla 12. Matriz analítica de coberturas absolutas (A) y relativas (R) por transecta T1 a T5.

TRANSECTA	**T6**		**T7**		**T8**		**T9**		**T10**	
Cobertura %	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R
Pavimento de erosión	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
Suelo desnudo	7,0		5,7		27,1		55,3		0,7	
Mantillo	7,0		28,7		7,1		3,1		16,1	
Vegetación	86,0		65,6		65,9		41,6		83,2	
Acaena poeppigiana	0,0	0,0	3,8	5,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Acaena splendens	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Agrostis sp	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Anarthrophyllum desideratum	6,0	7,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Armeria maritima	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Azorella monantha	0,0	0,0	0,0	0,0	4,7	7,1	13,0	31,4	0,0	0,0
Azorella trifurcata	0,0	0,0	4,5	6,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Berberis microphylla	1,0	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Caltha sagittata	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,8	22,6
Carex sp	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,4	13,7
Erodium cicutarum	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Festuca pallescens	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Festuca sp	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Hordeum comosum	0,0	0,0	1,3	2,0	1,2	1,8	0,0	0,0	3,4	4,0
Juncus balticus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	45,0	54,0
Mulinum spinosum	26,0	31,4	24,2	37,5	23,5	35,7	9,9	23,9	0,0	0,0
Pappostipa chrysophylla	1,0	1,2	1,9	3,0	21,2	32,1	14,9	35,8	0,0	0,0
Plantago lanceolata	16,0	19,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Poa sp	0,0	0,0	6,4	9,9	14,1	21,4	3,7	9,0	4,7	5,6
Senecio filaginoides	29,0	35,0	4,5	6,9	1,2	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabla 13. Matriz analítica de coberturas absolutas (A) y relativas (R) por transecta T6 a T10.

TRANSECTA	**T11**		**T12**		**T13**		**PROMEDIO**	
Cobertura %	A	R	A	R	A	R	A	R
Pavimento de erosión	0,0		0,0		0,0		0,3	
Suelo desnudo	12,4		19,7		37,0		26,8	
Mantillo	9,0		15,0		10,4		12,2	
Vegetación	78,6		65,3		52,6		60,8	
Acaena poeppigiana	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,9
Acaena splendens	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
Agrostis sp	4,1	5,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	1,1
Anarthrophyllum desideratum	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
Armeria maritima	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,3

Azorella monantha	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2	4,5
Azorella trifurcata	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	2,5	1,4	2,8
Berberis microphylla	0,0	0,0	1,4	2,1	0,0	0,0	2,0	3,7
Caltha sagittata	3,4	4,4	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	2,1
Carex sp	2,8	3,5	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	2,4
Erodium cicutarum	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,0
Festuca pallescens	0,0	0,0	8,8	13,5	0,0	0,0	2,8	4,7	0,0
Festuca sp	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	3,7	0,0
Hordeum comosum	0,0	0,0	0,7	1,0	0,0	0,0	1,5	2,9	0,0
Juncus balticus	53,8	68,4	18,4	28,1	0,0	0,0	11,1	14,3	0,0
Mulinum spinosum	0,0	0,0	14,3	21,9	0,0	0,0	6,6	11,8	0,0
Pappostipa chrysophylla	0,0	0,0	0,7	1,0	0,0	0,0	13,2	24,1	0,0
Plantago lanceolata	0,0	0,0	2,0	3,1	0,0	0,0	0,3	0,4	0,0
Poa sp	14,5	18,4	9,5	14,6	0,0	0,0	9,2	15,7	0,0
Senecio filaginoides	0,0	0,0	9,5	14,6	22,7	43,2	2,8	4,4	0,0

Tabla 14. Matriz analítica de coberturas absolutas (A) y relativas (R) por transecta T11 a T13.

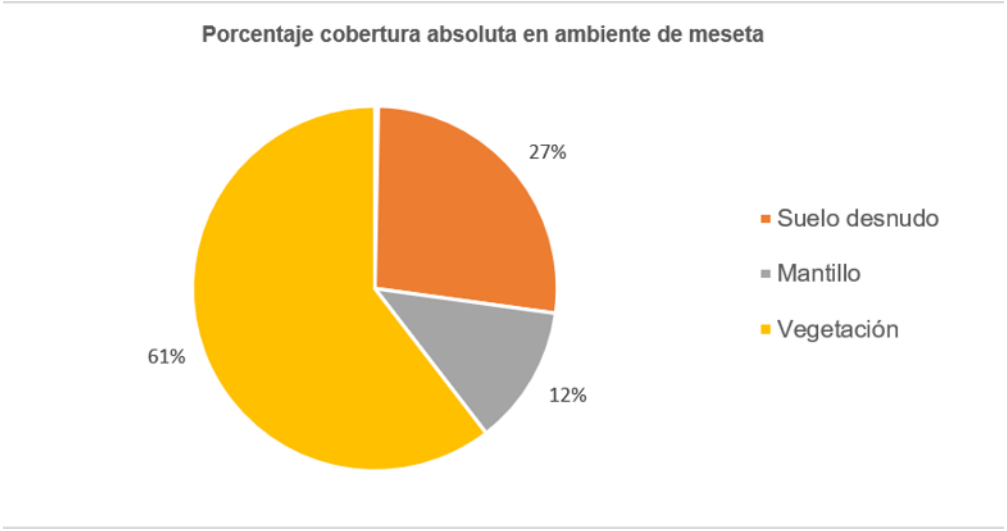


Gráfico 1. Porcentaje de cobertura absoluta en ambiente de meseta.

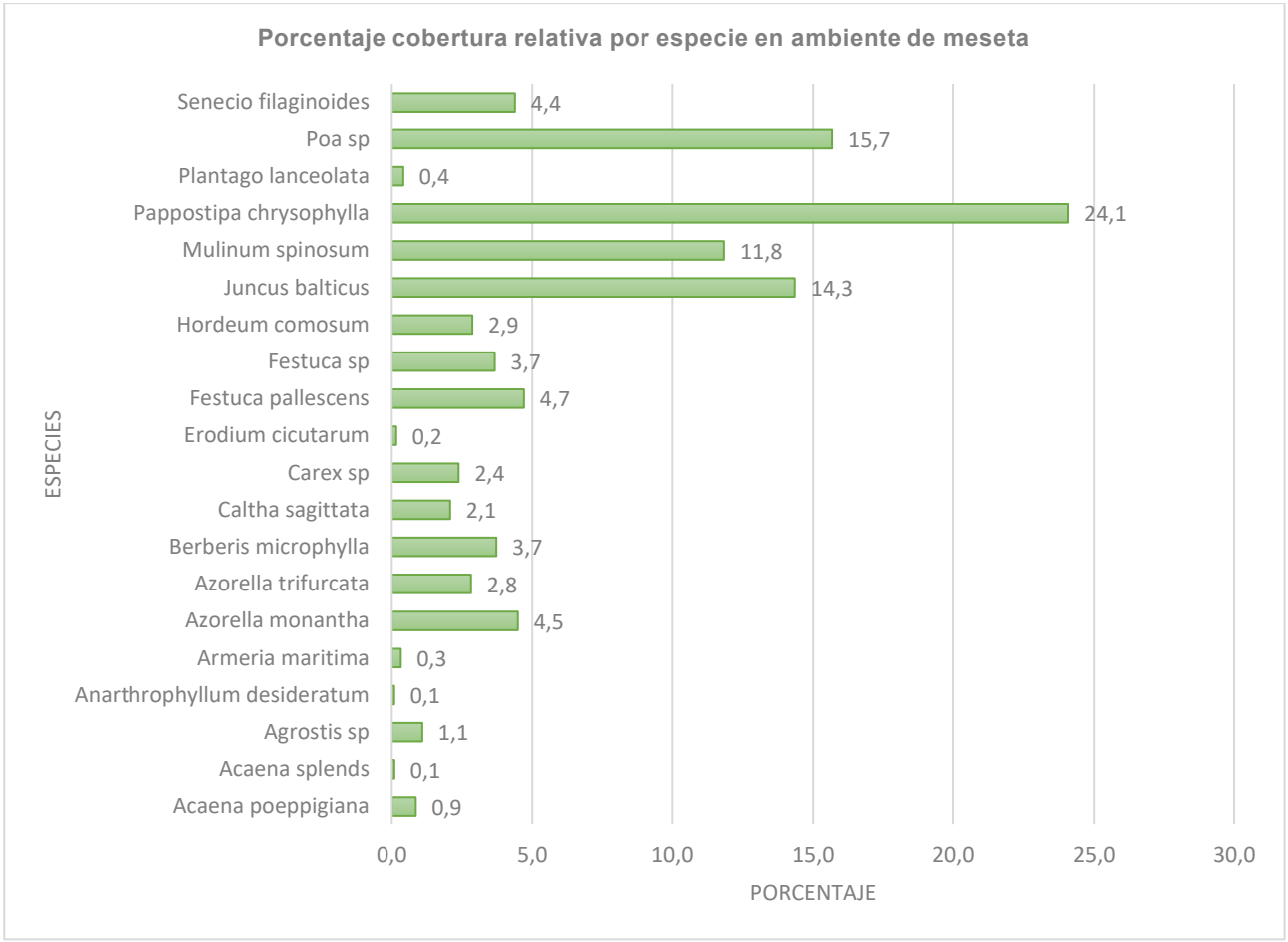


Gráfico 2. Porcentaje cobertura relativa por especie en ambiente de meseta.

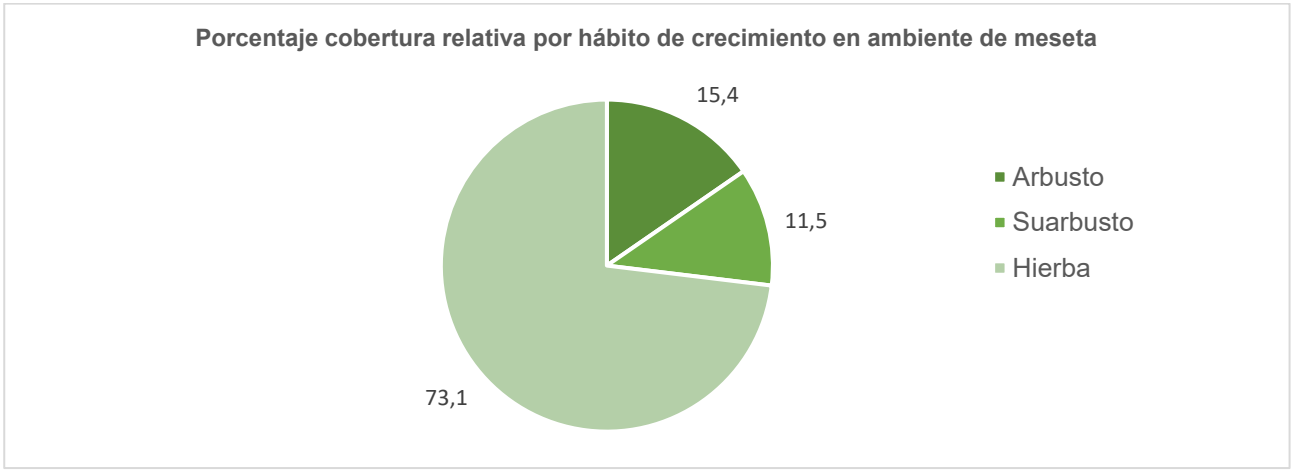


Gráfico 3. Porcentaje cobertura relativa por hábito de crecimiento en el ambiente de meseta.

ÍNDICES DE DIVERSIDAD α

La cuantificación de la heterogeneidad aplicando el índice de Shannon-Weaver (H') dio como resultado un valor estimado de **2,3**. Este coeficiente puntualiza analíticamente un escenario de diversidad específica baja-moderada, condicionado de forma directa por la marcada dominancia

espacial de dos taxa graminosos (*Pappostipa chrysophylla* y *Poa sp.*) sobre el resto de las especies acompañantes que integran la comunidad florística relevada.

3.3.1.6. REGISTRO FOTOGRÁFICO

A continuación, se presenta el registro fotográfico de las transectas trazadas para el relevamiento. Con la información relevada, se calculó la riqueza específica e índices de diversidad, lo que permitirá contar con mediciones comparables en el tiempo.



Imagen 44 Vista general meseta. Imagen Drone, 2026. SENSEI AMBIENTAL.



Imagen 45 Vista general meseta (humedal). Imagen Drone, 2026. SENSEI AMBIENTAL.



Imagen 46. Vista general meseta (humedal). Imagen Drone, 2026. SENSEI AMBIENTAL.



Imagen 47. Transecta T1 ambiente de meseta. Imagen cámara fotográfica, SENSEI AMBIENTAL, 2026.



Imagen 48. Transecta T2 ambiente de meseta. Imagen cámara fotográfica, SENSEI AMBIENTAL, 2026.



Imagen 49. Transecta T3 ambiente de meseta. Imagen cámara fotográfica, SENSEI AMBIENTAL, 2026.

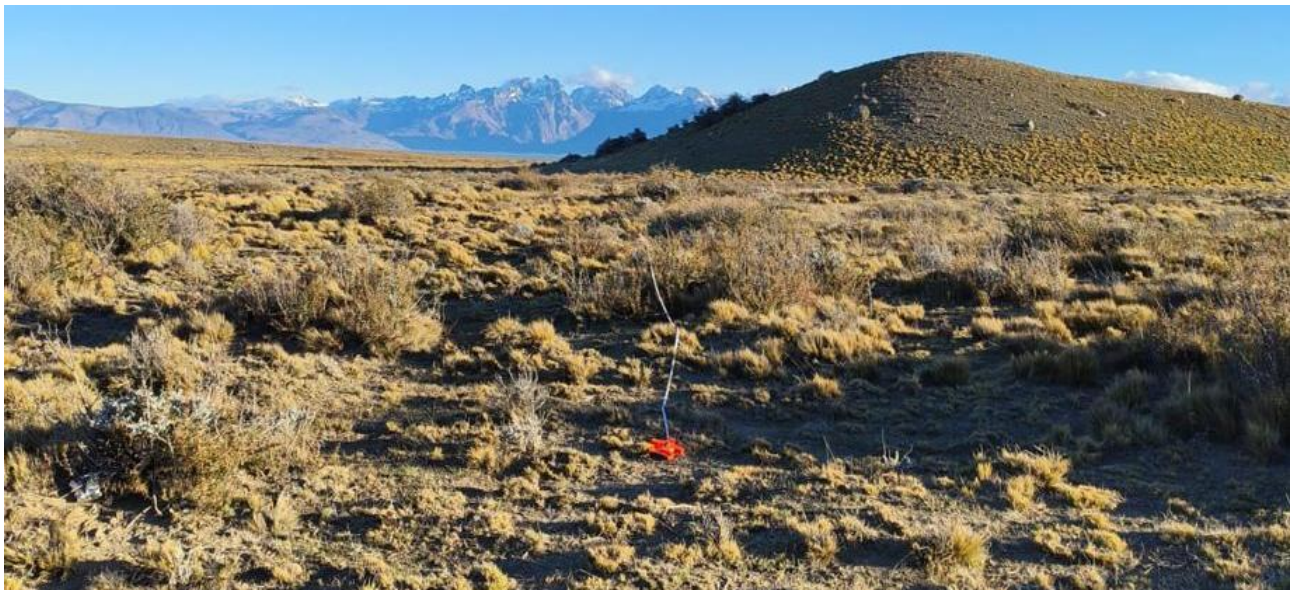


Imagen 50. Transecta T4 ambiente de meseta. Imagen cámara fotográfica, SENSEI AMBIENTAL, 2026.



Imagen 51. Transecta T5 margen humedal asociado a ambiente de meseta. Imagen cámara fotográfica, SENSEI AMBIENTAL, 2026.



Imagen 52. Transecta T6 margen humedal asociado a ambiente de meseta. Imagen cámara fotográfica, SENSEI AMBIENTAL, 2026.



Imagen 53. Transecta T7 margen laguna temporal asociado a ambiente de meseta. Imagen cámara fotográfica, SENSEI AMBIENTAL, 2026.



Imagen 54.Transecta T8 ambiente de meseta. Imagen cámara fotográfica, SENSEI AMBIENTAL, 2026.



Imagen 55.Transecta T9 ambiente de meseta. Imagen cámara fotográfica, SENSEI AMBIENTAL, 2026.



Imagen 56. Transecta T10, vegetación asociada a humedal. Imagen cámara fotográfica, SENSEI AMBIENTAL, 2026.



Imagen 57.Transecta T11, vegetación asociada a humedal en ambiente de meseta. Imagen cámara fotográfica, SENSEI AMBIENTAL, 2026.



Imagen 58.Transecta T12, margen afluente río Barrancas. Imagen cámara fotográfica, SENSEI AMBIENTAL, 2026.

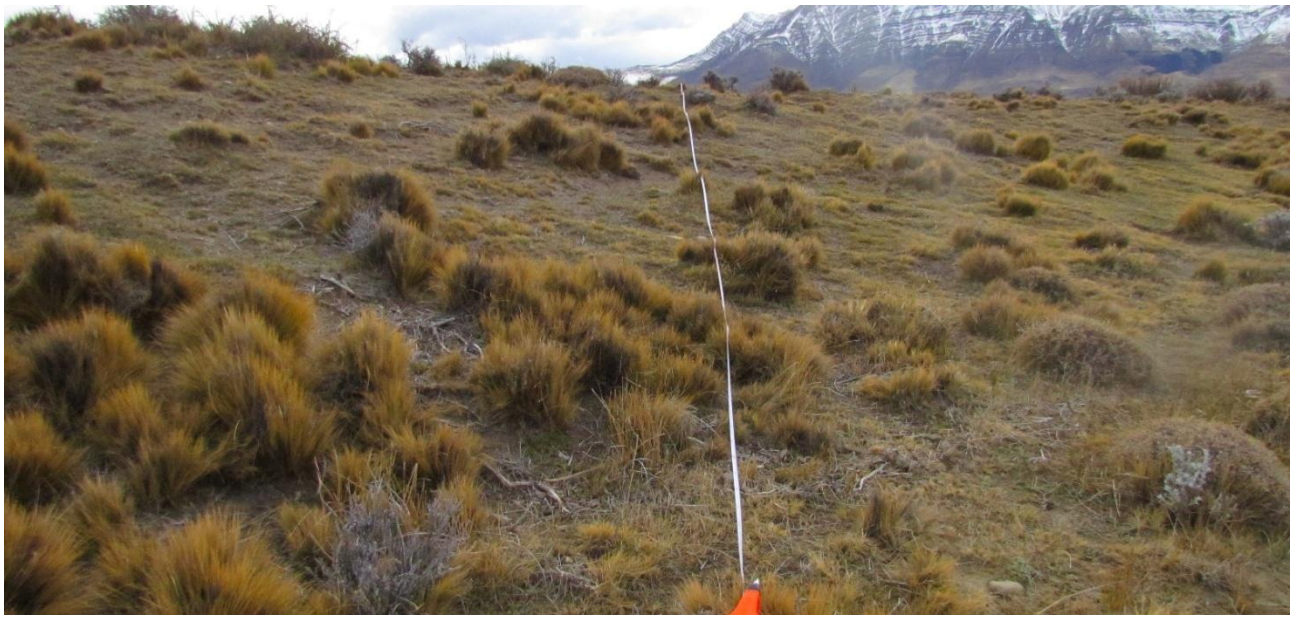


Imagen 59.Transecta T13, margen afluente río Barrancas. Imagen cámara fotográfica, SENSEI AMBIENTAL, 2026.



Imagen 60. Berberis microphylla



Imagen 61. Caltha sagittata



Imagen 62. Juncus balticus



Imagen 63. Senecio filaginoides



Imagen 64. Festuca sp.



Imagen 65.Mulinum Spinosum



Imagen 66. Acaena poeppigiana



Imagen 67. Cerastium arvense



Imagen 68. Azorella monantha

3.3.1.7. CONCLUSIONES

El tipo fisonómico florístico según la clasificación, según Oyarzabal et al. 2018, es Estepa Graminosa de *Festuca Pallescens,* aunque la estepa presenta numerosas variantes que dependen de la abundancia relativa de gramíneas y arbustos. Para, Oliva *et al*., 2001., el sitio de estudio se encuentra en las áreas ecológicas “Complejo Andino y Pastizal Subandino” De acuerdo al relevamiento realizado, las especies relevadas condicen con la bibliografía presentada.

Los relevamientos fueron realizados en ambientes de meseta y en sectores que presentaban variaciones fisonómicas y estructurales de la vegetación.

De acuerdo con el relevamiento florístico, el área de estudio corresponde fisonómicamente a una estepa graminoso-subarbustiva. El análisis de cobertura relativa evidenció una dominancia de coirón amargo *(Pappostipa chrysophylla*) y *Poa sp*. entre las especies herbáceas, mientras que entre los arbustos predominó neneo (*Mulinum spinosum).*

Las variaciones en la dominancia de especies permitieron diferenciar distintos ambientes dentro del área relevada. En el sector correspondiente a humedal, ubicado aproximadamente en las coordenadas centrales 49°25'27.97"S y 72°43'1.01"O, la especie dominante fue *Juncus balticus*, acompañada como codominante por *Caltha sagittata*, principalmente en los sectores inundados.

En los márgenes del humedal se registraron parches dominados por *Festuca pallescens* y *Pappostipa chrysophylla*, con menor cobertura vegetal. Asimismo, en otra transecta próxima al humedal se observaron sectores con predominancia de *Mulinum spinosum* y *Senecio filaginoides*.

En la laguna temporal localizada aproximadamente en las coordenadas 49°25'23.08"S y 72°42'45.82"O no se registró vegetación en el área inundada. En sus márgenes se identificaron principalmente *Mulinum spinosum, Poa sp*. y otras especies.

También se registraron especies arbustivas como calafate (*Berberis microphylla*), que presentó coberturas elevadas en forma de parches dentro del ambiente de meseta, aunque la especie dominante continuó siendo coirón amargo (*Pappostipa chrysophylla*).

Entre las especies identificadas en el área, pero no interceptadas en las transectas de puntos, se registraron *Adesmia lotoides, Cerastium arvense, Deschampsia sp., Poa spiciformis, Senecio miser y Trisetum sp.*

El índice de diversidad de Shannon-Weaver presentó un valor de 2,3, lo que indica una diversidad específica relativamente baja y una marcada dominancia de determinadas especies dentro de la comunidad vegetal relevada.

Los resultados obtenidos en el presente informe constituyen una línea de base ambiental que podrá ser utilizada para futuros monitoreos y evaluaciones de cambios en la composición y estructura de la vegetación del área de interés.

3.3.2. FAUNA

El presente informe detalla la Línea de Base Ambiental (LBA) para el componente fauna (avifauna, mastofauna y herpetofauna) asociada al Proyecto Urbanístico KAIKEN SUR. El objetivo de este estudio es registrar las especies presentes y de ocurrencia potencial en el área de influencia del proyecto, determinar los hábitats disponibles y verificar el estatus de conservación de los taxones según las normativas vigentes. Los datos obtenidos sirven como referencia para la gestión ambiental y la evaluación de impactos en las sucesivas etapas del proyecto.

La distribución de los vertebrados en la estepa patagónica y en el Distrito Subandino está vinculada a la estructura de la vegetación y a la disponibilidad de recursos hídricos en las unidades de meseta, humedales y cuerpos de agua temporales. Asimismo, debido a la colindancia geográfica con el Parque Nacional Los Glaciares, el análisis incluye la identificación de especies categorizadas bajo regímenes de conservación nacional o incluidas en los apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES).

3.3.2.1. METODOLOGÍA

El relevamiento de campo se llevó a cabo los días 9 y 10 de mayo de 2026. El diseño de muestreo se planificó con un enfoque cualitativo y de focalización en hábitats críticos, considerando la época del año y las condiciones climáticas imperantes.

AVIFAUNA Y MASTOFAUNA

Se establecieron un total de tres (3) Estaciones Fijas de Observación y Conteo (de 200 metros de radio de influencia / transectas lineales en faja), ubicadas estratégicamente en los ambientes de mayor sensibilidad hídrica y heterogeneidad estructural del predio:

- Estación Fija 1 (EF-1 / T1 Faja): Ubicada en la zona centro-este del polígono (Coordenadas de inicio: 49°25'26,68"S / 72°42'30,43"O), destinada al monitoreo de la avifauna y mastofauna asociada a la estepa de meseta y microdepresiones glacilacustres.
- Estación Fija 2 (EF-2 / T2 Faja): Ubicada en el sector del humedal / mallín central (Coordenadas de inicio: 49°25'24,08"S / 72°42'45,33"O), orientada al registro de especies vinculadas a la vegetación hidrófita (*Juncus balticus / Caltha sagittata*) y espejos de agua temporarios.
- Estación Fija 3 (EF-3 / T3 Faja): Ubicada en el cuadrante noroeste (Coordenadas de inicio: 49°25'01,08"S / 72°44'09,58"O), dispuesta para el control de la fauna en los márgenes del curso efímero afluente del Río Barrancas.

En cada una de estas tres estaciones se realizaron registros continuos de observación visual y auditiva de 30 minutos de duración durante los períodos de mayor actividad biológica diurna (al alba y atardecer), complementados con la búsqueda de indicios indirectos (huellas, fecas, cuevas y egagrópilas).

HERPETOFAUNA

El relevamiento de reptiles se basó en el método de búsqueda por encuentro visual (VES) (Crump y Scott, 1994), mediante la remoción activa de sustrato (rocas y troncos caídos) en sectores con exposición solar favorable dentro de la ventana horaria de mayor temperatura aparente.

LIMITACIONES DEL MUESTREO

Los resultados reflejan la comunidad residente invernal, complementándose el inventario mediante la consulta de bases de datos secundarias y literatura específica para el área. El esfuerzo de muestreo estuvo condicionado por la estacionalidad invernal (mayo). Esta ventana temporal coincide con el periodo de diapausa o baja actividad metabólica para la herpetofauna, y con el proceso migratorio completado para las especies de aves estivales.

3.3.2.2. ANÁLISIS DE DATOS E ÍNDICES ECOLÓGICOS

Se seleccionaron los siguientes descriptores e índices estadísticos para la cuantificación de los datos obtenidos. en las transectas y puntos de conteo de fauna.

ÍNDICE KILOMÉTRICO DE ABUNDANCIA (IKA)

El IKA (Spitz et al., 1974) es un parámetro relativo utilizado para estandarizar las observaciones de avifauna y mastofauna obtenidas mediante transectas lineales (recorridos vehiculares o pedestres). Permite comparar la abundancia de cada especie entre diferentes ambientes o periodos temporales de muestreo (Reitz, 1987, i.e.). Se calculó mediante la siguiente expresión:

$$IKA = {}^{N}/_{D}$$

Donde:

N: es el número de individuos observados por especie y

D: es la distancia recorrida en kilómetros (km).

RIQUEZA ESPECÍFICA (S)

La riqueza específica representa el número total de especies distintas registradas dentro de una comunidad o unidad ambiental durante el periodo de muestreo. Se expresa formalmente como un número entero discreto:

$$S = Número\ total\ de\ especies$$

Este parámetro no contabiliza la abundancia de individuos, sino la diversidad taxonómica absoluta detectada en el sitio de estudio.

ÍNDICE DE BIODIVERSIDAD DE MARGALEF (DMG)

El Índice de Margalef es una medida que evalúa la biodiversidad basada en la relación entre la riqueza específica (S) y el número total de individuos muestreados (N). A diferencia de la riqueza absoluta, este índice introduce una corrección por el efecto del tamaño muestral, asumiendo una relación logarítmica entre el número de especies y el número de individuos. Se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$D_{Mg} = \frac{S - 1}{lnN}$$

Donde:

S = Riqueza específica (número total de especies registradas).

N = Número total de individuos de todas las especies contabilizados en el muestreo.

Ln = Logaritmo natural.

Los valores inferiores a 2,0 se asocian a comunidades de baja diversidad (frecuentes en zonas áridas, periodos invernales o áreas con fuerte dominancia), mientras que valores superiores a 5,0 indican una alta diversidad ecológica.

3.3.2.3. UBICACIÓN DE LAS TRANSECTAS

Se detallan los grupos taxonómicos contemplados en el relevamiento, el tipo de transecta efectuada, longitud y georreferenciación.

Avifauna y Mastofauna				
Metodología: Estaciones Fijas de Observación				
Estación / Transecta	**Método**	**Longitud / Radio**	**Coordenadas Geográficas (Inicio WGS84)**	**Ambiente Muestreado**
EF-1 (T1 Faja)	Punto de conteo / Faja	200m	49°25'26,68"S / 72°42'30,43"O	Meseta (Estepa graminosa y lagunas temporales)
EF-2 (T2 Faja)	Punto de conteo / Faja	200m	49°25'24,08"S / 72°42'45,33"O	Humedal Central / Mallín de *Juncus balticus*
EF-3 (T3 Faja)	Punto de conteo / Faja	200m	49°25'01,08"S / 72°44'09,58"O	Márgenes del cauce afluente Río Barrancas

Tabla 15 Localización y caracterización de las Estaciones Fijas de Observación (Avifauna y Mastofauna).

AVIFAUNA				
Metodología: Línea en marcha				
Transecta N°		X	Y	longitud (m)
T1	Inicio	49°24'54.20"S	72°44'8.11"O	7.400
	Fin	49°26'25.30"S	72°44'20.55"O	
T2	Inicio	49°23'44.54"S	72°46'6.56"O	3.060
	Fin	49°25'53.61"S	72°41'6.32"O	

Tabla 16.Ubicación de transectas de avifauna con metodología línea en marcha. Coordenadas Geográficas, Datum GWS84.

MASTOFAUNA				
Metodología: Línea en marcha				
Transecta N°		X	Y	longitud (m)
T1	Inicio	49°24'54.20"S	72°44'8.11"O	7.400
	Fin	49°26'25.30"S	72°44'20.55"O	
T2	Inicio	49°23'44.54"S	72°46'6.56"O	3.060
	Fin	49°25'53.61"S	72°41'6.32"O	

Tabla 17. Ubicación de transectas de mastofauna con metodología línea en marcha. Coordenadas Geográficas, Datum GWS84.

AVIFAUNA Y MASTOFAUNA			
Metodología: Lineal en faja			
Longitud: 200 metros			
Transecta N°		X	Y
T1	Inicio	49°25'26.68"S	72°42'30.43"O
	Fin	49°25'31.21"S	72°42'37.64"O
T2	Inicio	49°25'24.08"S	72°42'45.33"O
	Fin	49°25'27.00"S	72°42'54.26"O
T3	Inicio	49°25'1.08"S	72°44'9.58"O
	Fin	49°24'55.04"S	72°44'6.00"O

Tabla 18. Ubicación de transectas de avifauna y mastofauna, metodología lineal en faja. Coordenadas Geográficas, Datum GWS84.

REPTILES				
Metodología: Ancho fijo				
Longitud: 200 metros				
Transecta N°		**X**	**Y**	**Unidad Ambiental / Sustrato Muestreado**
T1	Inicio	49°25'21.70"S	72°42'47.05"O	Meseta (Sustrato pedregoso con exposición solar)
	Fin	49°25'22.45"S	72°42'57.12"O	
T2	Inicio	49°25'47.26"S	72°44'22.47"O	Meseta (Sustrato pedregoso con exposición solar)
	Fin	49°25'53.46"S	72°44'24.30"O	
T3	Inicio	49°26'16.54"S	72°43'34.73"O	Afloramientos rocosos y margen de cauce
	Fin	49°26'22.54"S	72°43'36.24"O	

Tabla 19. Ubicación de transectas de reptiles, metodología de ancho fijo. Coordenadas Geográficas, Datum GWS84.

3.3.2.4. CARTOGRAFÍA

A partir de las transectas realizadas se elaboró el mapa de fauna. Se utilizó como base imagen satelital Esri, USGS, NOAA. La proyección utilizada es en coordenadas geográficas, Datum WGS 84'. Se presenta en formato SHP, tipo vectorial.

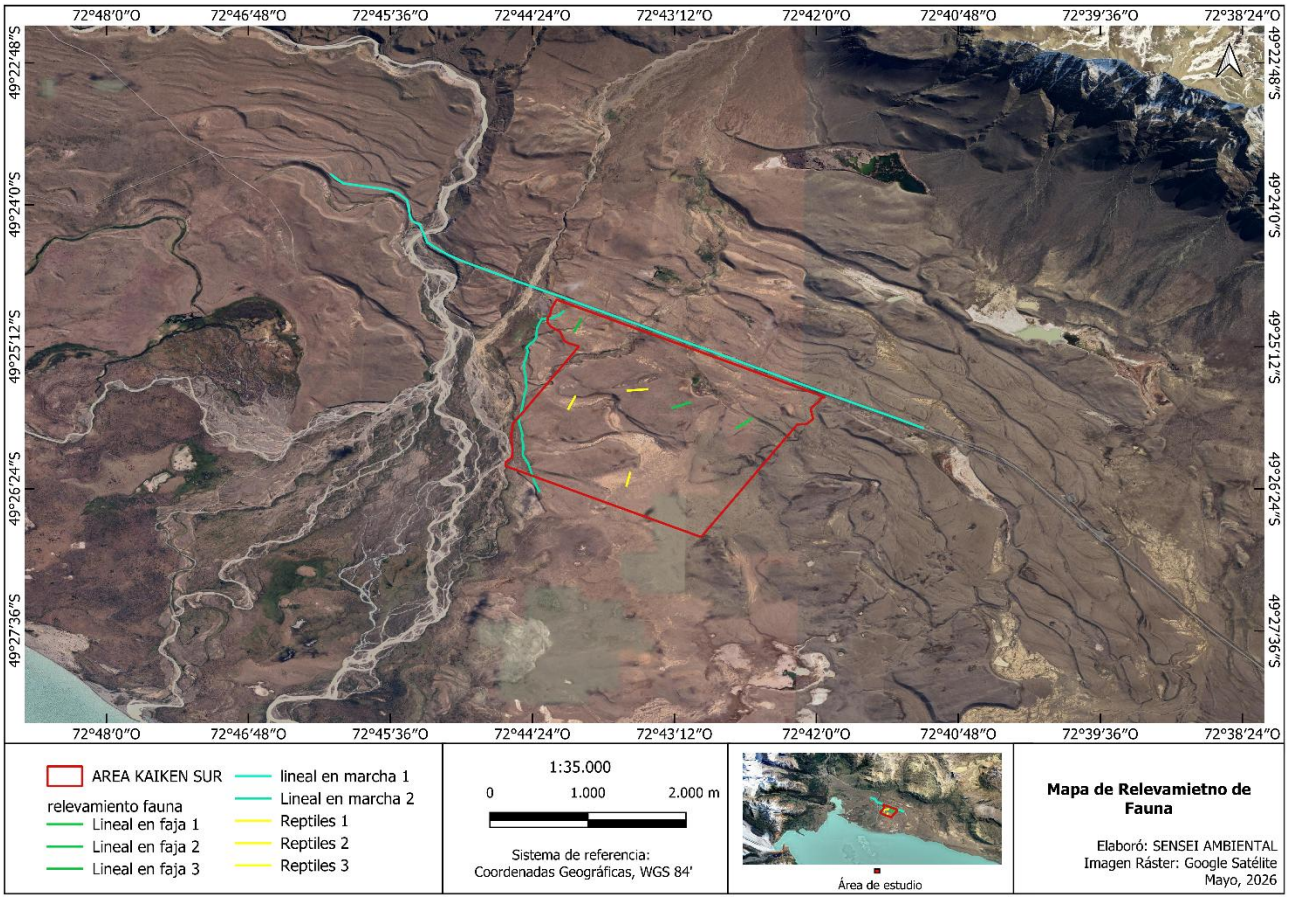


Imagen 69. Mapa relevamiento de fauna. Elaboró: SENSEI AMBIENTAL, 2026.

3.3.2.5. RESULTADOS

Se presentan los resultados cuantitativos obtenidos durante el relevamiento de campo de los días 9 y 10 de mayo de 2026. Los cálculos corresponden a la aplicación directa de las fórmulas analíticas

de Riqueza Específica (S), Índice Kilométrico de Abundancia (IKA) e Índice de Biodiversidad de Margalef (DMg).

Asimismo, se registraron distintos indicios de fauna, entre ellos huellas de *Lama guanicoe* (guanaco) y *Rhea pennata* (choique), cuevas o madrigueras presumiblemente asociadas a pequeños mamíferos.

AVIFAUNA

Para el registro de avifauna se completó un esfuerzo de muestreo lineal equivalente a una distancia total de 10,460 km (D) mediante transectas de observación. Se contabilizó un total de 16 individuos (N) pertenecientes a 3 especies distintas (S). Los valores de abundancia absoluta e IKA por especie se detallan en la siguiente tabla.

Nombre común	*Género y especie*	Transecta	Individuos registrados	IKA
Águila mora	*Geranoaetus melanoleucus*	T1	3	0,4
Cóndor andino	*Vultur gryphus*	T1	7	0,9
Carancho	*Polyborus plancus*	T1	5	0,7
		T2	1	0,3

Tabla 20. Valores cuantitativos e Índice Kilométrico de Abundancia (IKA) para el componente avifauna.

MASTOFAUNA

En la siguiente tabla, se presenta el detalle de los resultados obtenidos de abundancia (Ab.) e IKA de las especies relevadas en campo.

Nombre vulgar	Nombre científico	Transecta	Abundancia	IKA
Guanaco	*Lama guanicoe*	T1	70	9,5

Tabla 21. Valores cuantitativos e Índice Kilométrico de Abundancia (IKA) para el componente Mastofauna.

HERPETOFAUNA

La ausencia de actividad superficial de reptiles y anfibios durante el relevamiento en el mes de mayo da como resultado valores nulos para el periodo de muestreo. Se observó un (1) individuo probablemente del género Liolaemus que no pudo ser identificado a nivel de especie debido a la distancia a la que se encontraba.

RIQUEZA DEL ÁREA DE ESTUDIO

La riqueza específica registrada durante los relevamientos fue de cuatro (4) especies, integrada por una (1) especie de mamífero y tres (3) especies de avifauna.

ÍNDICE DE MARGALEF PARA EL ÁREA DE ESTUDIO

El valor calculado para el Índice de Margalef fue de 0,6; indicando la riqueza específica registrada durante el relevamiento.

ESPECIES CON VALOR ESPECIAL DE CONSERVACIÓN

Se detallan los criterios y normativas utilizados para definir las categorías y el estado de conservación de los grupos taxonómicos aves, mamíferos y reptiles relevados.

- Lista y estado de conservación de las aves autóctonas conforme al Decreto Nº 666/97, Ley Nº 22.421 de Conservación de la Fauna
- Para avifauna, el criterio utilizado para verificar el status de conservación fue Resolución N°795/2017 del Ministerio De Ambiente;
- Clasificación del estado de conservación de especies y subespecies de anfibios y reptiles nativos, Resolución 1055/2013
- Categorización 2019 de los mamíferos de Argentina según su riesgo de extinción. Lista Roja de los mamíferos de Argentina (SAREM)
- Lista Roja Internacional sugerida por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) utilizada para todos los grupos taxonómicos.
- Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES). Este tratado internacional regula el movimiento transfronterizo de especímenes mediante su inclusión en tres Apéndices, ellos son: Apéndice I: Especies con prohibición de comercio internacional con fines primariamente comerciales. Apéndice II: Especies que, si bien no están necesariamente en peligro de extinción, requieren un control estricto de su comercio para garantizar su supervivencia.

A partir de la revisión bibliográfica se definió el estado de conservación para las especies registradas:

- *Geranoaetus melanoleucus* (Águila mora) Especie categorizada como "No Amenazada" en todo el territorio (Resolución N°795/2017). Apéndice II de CITES: la especie no se encuentra amenazada de extinción. Se encuentra clasificada bajo la categoría de Preocupación Menor (LC) a nivel global según la Lista Roja de la UICN.

- *Vultur gryphus* (Cóndor andino) Especie categorizada como "Amenazada" a nivel nacional (Resolución N°795/2017). Apéndice I CITES: en peligro de extinción que es o puede verse afectada por el comercio. Está catalogado a nivel global como Vulnerable (VU) por la UICN.
- *Polyborus plancus* Carancho Especie categorizada como "No Amenazada" a nivel nacional (Resolución N°795/2017). Integra el Apéndice II de CITES y es una especie común y adaptable, sin peligros significativos para su conservación Se encuentra catalogado por la UICN bajo la categoría de Preocupación Menor (LC).
- *Lama guanicoe* (Guanaco) A nivel nacional está categorizado como Preocupación Menor, según el SAREM. Se encuentra en Apéndice II de CITES, es decir, que no está amenazada de extinción, pero el comercio debe regularse estrictamente para evitar una utilización incompatible con su supervivencia. Está catalogado a nivel global como de Preocupación Menor (LC) en la Lista Roja de la IUCN.
- *Rhea pennata* (choique). Está clasificado como Casi Amenazado (NT) a nivel nacional (Resolución N°795/2017). Estado de Conservación (UICN): A nivel global, la especie se clasifica como Preocupación Menor (LC). Estado en CITES: Apéndice II: Incluye a la subespecie del sur (Rhea pennata pennata o choique patagónico), lo que permite un comercio internacional estrictamente regulado y controlado.

3.3.2.6. REGISTRO FOTOGRÁFICO

A continuación, se presenta el registro fotográfico de las especies observadas en las transectas trazadas para el relevamiento.



Imagen 70. Transecta 1. Individuos de Aguila mora (Geranoaetus melanoleucus) y Caranchos (Polyborus plancus). 10/05/2026. Imagen cámara fotográfica, SENSEI AMBIENTAL, 2026.



Imagen 71. Transecta 1. Individuos de Aguila mora (Geranoaetus melanoleucus) y Caranchos (Polyborus plancus). 10/05/2026. Imagen cámara fotográfica, SENSEI AMBIENTAL, 2026.



Imagen 72. Transecta T1. Individuos de Cóndor (Vultur gryphus). Imagen cámara fotográfica, SENSEI AMBIENTAL, 2026.



Imagen 73. Transecta T1. Individuo de Cóndor (Vultur gryphus). Imagen cámara fotográfica, SENSEI AMBIENTAL, 2026.



Imagen 74. Individuo de Cóndor (Vultur gryphus). Imagen cámara fotográfica, SENSEI AMBIENTAL, 2026.



Imagen 75. Individuo de Guanaco (Lama guanicoe). Imagen cámara fotográfica, SENSEI AMBIENTAL, 2026.



Imagen 76. Huellas de Rhea pennata (choique).



Imagen 77. Huellas de Lama guanicoe (guanaco).



Imagen 78. Transecta T2. Cueva con entrada semicircular.

3.3.2.7. CONCLUSIONES

El relevamiento biótico registró una riqueza específica efectiva de 4 especies confirmadas mediante avistamiento directo, compuesta por 3 taxones de aves y 1 de mamífero. La aplicación del Índice de Biodiversidad de Margalef dio como resultado un valor de 0,6, lo que cuantifica una baja diversidad taxonómica y una alta dominancia en el área de estudio para el período invernal.

El esfuerzo de muestreo de 10,460 km lineales registró un total de 16 individuos de aves rapaces y carroñeras. El Índice Kilométrico de Abundancia (IKA) específico fue de 0,9 ind/km para el cóndor andino (*Vultur gryphus*), 0,4 ind/km para el águila mora (*Geranoaetus melanoleucus*) y un rango de

entre 0,3 y 0,7 ind/km para el carancho (*Polyborus plancus*). La presencia de estas especies se asoció al uso de infraestructuras antrópicas (postes y alambrados) como sitios de percheo y oteo.

Los registros directos de mastofauna se concentraron exclusivamente en el guanaco (*Lama guanicoe*), con un total de 70 individuos contabilizados en la transecta T1, equivalentes a un IKA de 9,5 ind/km. La presencia de mamíferos menores se evidenció mediante métodos indirectos, detectando estructuras fosoriales activas compatibles con la actividad de piche (*Zaedyus pichiy*) y huellas de choique (*Rhea pennata*).

El componente de reptiles y anfibios dio valores analíticos nulos de riqueza e IKA debido a la ausencia de capturas confirmadas por el método VES. El registro aislado de un ejemplar indeterminado del género Liolaemus constata la persistencia del taxón, pero valida la limitación metodológica impuesta por la diapausa invernal del mes de mayo.

El área de estudio registra la presencia y el tránsito de especies bajo categorías regulatorias estrictas. Destaca el cóndor andino (*Vultur gryphus*), clasificado como "Amenazada" a nivel nacional y listado en el Apéndice I de CITES. El guanaco (*Lama guanicoe*), el águila mora (*Geranoaetus melanoleucus*), el carancho (*Polyborus plancus*) y el choique (*Rhea pennata*) se encuentran integrados en el Apéndice II de CITES.

Los índices cuantitativos obtenidos (S=4; DMg= 0,6; e IKAs específicos) determinan una línea de base que refleja las condiciones bióticas del área de influencia del Proyecto Urbanístico KAIKEN SUR para la estación fría. Estos valores constituyen el marco de referencia técnico para la contrastación estadística de datos en los monitoreos ambientales subsecuentes.

3.3. MEDIO SOCIOECONÓMICO

3.4.1. ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO KAIKEN SUR

La evaluación del medio socioeconómico se define en dos áreas de análisis diferenciadas, determinadas por la naturaleza de los efectos previstos durante las etapas de construcción y operación del proyecto:

- **Área de Influencia Directa (AID**): Comprende la superficie del predio rural destinado al desarrollo urbanístico KAIKEN SUR. Desde la perspectiva socioeconómica, el AID presenta una densidad poblacional actual nula y un uso del suelo de carácter rural/extensivo.
- **Área de Influencia Indirecta (AII):** Constituida por la localidad de El Chaltén, nodo urbano y de servicios más cercano, ubicado a 16 kilómetros en dirección noroeste respecto al emplazamiento del proyecto. El AII incluye las rutas de acceso y los sistemas de infraestructura regional que conectan ambos puntos.

3.4.2. EMPLAZAMIENTO GEOGRÁFICO Y CONTEXTO TERRITORIAL DEL AII

La localidad de El Chaltén se localiza en el departamento Lago Argentino, provincia de Santa Cruz, dentro del área de influencia de la Reserva Nacional Los Glaciares (Zona Viedma).

El núcleo urbano se asienta a una altitud de 430 metros sobre el nivel del mar, específicamente en el valle definido por la confluencia de los ríos De las Vueltas y Fitz Roy. Geográficamente, el sector se sitúa a 6 kilómetros del Lago Viedma, a 90 kilómetros del Lago Argentino y se encuentra flanqueado por las formaciones del Cerro Torre y el Monte Fitz Roy (3.405 msnm).

El ordenamiento territorial del AII se encuentra condicionado por antecedentes legales y geopolíticos específicos:

- **Fundación y Objeto Geopolítico:** La localidad fue fundada el 12 de octubre de 1985 mediante la Ley Provincial Nº1.771/85. Su creación respondió a una estrategia de consolidación soberana del Estado argentino en el contexto de la disputa de límites con la República de Chile por la demarcación del sector del Lago Del Desierto y el Hielo Continental Patagónico Sur.
- **Desafectación de Tierras Nacionales (1989):** Mediante la sanción de la Ley Nacional Nº23.766, el Congreso de la Nación desafectó del dominio de la Administración de Parques Nacionales (APN) una superficie aproximada de 135 hectáreas, transfiriéndolas a título gratuito a la Provincia de Santa Cruz para la conformación del ejido urbano inicial.
- **Ampliación del Área de Servicios (2015):** El 30 de noviembre de 2015 se sancionó la Ley Provincial Nº3.468, la cual ratificó el convenio de comodato entre el Estado Provincial y la APN. Mediante este instrumento se cedió una superficie de 23 hectáreas ubicadas en el sector noreste de la Reserva Nacional Los Glaciares. La norma establece que las 23 hectáreas cedidas poseen como destino exclusivo la construcción de un área de servicios de asistencia a la localidad, con el objetivo de relocalizar fuera del casco urbano las plantas de generación eléctrica y almacenamiento de gas, entre otras infraestructuras críticas.

3.4.3. DIMENSIÓN DEMOGRÁFICA Y ESTRUCTURA POBLACIONAL

De conformidad con los datos definitivos del Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2022, la estructura demográfica de El Chaltén presenta los siguientes valores cuantitativos:

Variable Demográfica	Valor Registrado	Distribución Porcentual
Población Total	1.860 habitantes	100%
Población Masculina	939 habitantes	50.48%
Población Femenina	922 habitantes	49.52%

Tabla 22. Indicadores Estables (Censo 2022)

- **Estructura Etaria:** Se registra un predominio de la Población Económicamente Activa (PEA), comprendida en el rango de los 15 a los 64 años de edad.
- **Dinámica Migratoria:** Los registros intercensales indican un incremento poblacional sostenido desde el año 1985, impulsado principalmente por corrientes de migración interna procedentes de otras jurisdicciones provinciales de la República Argentina.

El comportamiento demográfico local presenta variaciones cuantitativas estacionales correlacionadas con el ciclo de la actividad turística de primavera-verano. Se constata el arribo temporal de trabajadores del sector servicios y un flujo continuo de visitantes, lo que genera una fluctuación periódica que eleva la carga demográfica real sobre el territorio respecto a la población residencial estable.

3.4.4. CARACTERIZACIÓN ECONÓMICA Y MATRIZ PRODUCTIVA

La economía del AII es mono productiva, con una dependencia directa del turismo de naturaleza y los servicios complementarios.

- **Tipificación de la Oferta:** Las actividades principales corresponden a servicios de alojamiento, gastronomía, agencias de turismo receptivo, guiadas de montaña y comercios de insumos técnicos.
- **Vectores de Atracción:** La oferta se estructura sobre los senderos de trekking que integran el Parque Nacional Los Glaciares, la Reserva Provincial Lago del Desierto y las vías de acceso a los Campos de Hielo Sur.
- **Reconocimientos Oficiales e Hitos Calendarios:** La localidad cuenta con la designación formal de Capital Nacional del Trekking. En el mes de febrero de cada año se desarrolla la Fiesta Nacional del Trekking, evento que genera la mayor concentración de demanda turística y ocupación de plazas del período anual.

3.4.5. INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS PÚBLICOS.

El núcleo urbano de El Chaltén presenta restricciones estructurales para la absorción del crecimiento demográfico y de la demanda habitacional y turística, las cuales se encuentran reguladas y declaradas formalmente por el marco normativo municipal y provincial:

- **Capacidad de Carga de Servicios:** Se identifican exigencias operativas en los sistemas de servicios sanitarios (provisión de agua potable y tratamiento de efluentes cloacales), en la red de distribución de energía eléctrica y en el sitio de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU).

- **Limitación Física de Expansión:** Debido a su confinamiento geográfico y legal —rodeado por áreas bajo jurisdicción de la Administración de Parques Nacionales—, el municipio posee una imposibilidad de expansión territorial de su ejido urbano. Esta restricción determina una baja disponibilidad de suelo residencial y una consecuente saturación habitacional.
- **Marco Normativo de Emergencia Habitacional:** El proyecto se enmarca en disposiciones vigentes que reconocen y regulan la crisis habitacional:
  - Ordenanza Municipal N°206/2022: declara el estado de crisis habitacional por tres años.
  - Ordenanza Municipal N°262/2025: suspende nuevas habilitaciones comerciales y permisos de obra en alojamiento y gastronomía para mitigar la saturación de servicios públicos.
  - Ley Provincial N°3.880: valida la planificación de núcleos urbanos periféricos como respuesta habitacional en zonas bajo contingencia socioeconómica.

3.4.6. APTITUD SOCIOECONÓMICA E INSERCIÓN TERRITORIAL DEL PROYECTO KAIKEN SUR

El Proyecto Urbanístico KAIKEN SUR se localiza fuera de las restricciones jurisdiccionales de la APN, ocupando tierras de carácter rural a 16 kilómetros del centro urbano. El desarrollo propuesto interactúa con el diagnóstico socioeconómico sectorial bajo las siguientes condiciones básicas:

- **Descentralización de la Demanda:** La creación de oferta de suelo periurbano o rural planificado disminuye la presión de ocupación sobre el casco urbano de El Chaltén.
- **Uso del Suelo:** Transforma una fracción de suelo rural sin uso productivo actual en un área residencial y de servicios de baja densidad, compatible con las directrices generales de conservación de las áreas naturales adyacentes.
- **Independencia de Infraestructura:** El proyecto urbanístico proyectado prevé sistemas autónomos de servicios (captación, generación y tratamiento) para evitar la transferencia de cargas vectoriales a las redes saturadas del AII.

3.4. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS EN EL ÁREA DEL PROYECTO

El análisis de las Áreas Naturales Protegidas (ANP) dentro del área de influencia del Proyecto KAIKEN SUR contempla aquellas unidades de conservación bajo jurisdicción nacional y provincial que presentan conectividad ecosistémica, hídrica o paisajística con el predio.

El emplazamiento del proyecto se localiza a 16 kilómetros al sureste de la localidad de El Chaltén, lo cual determina la interacción con el área de amortiguación de los siguientes sistemas de protección:

3.5.1. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS DE JURISDICCIÓN NACIONAL

3.5.1.1. PARQUE NACIONAL LOS GLACIARES (ZONA VIEDMA)

Base Legal de Creación: Creado mediante el Decreto Nacional Nº 105.433/1937 y ratificado por la Ley Nacional Nº 13.893.

Reconocimiento Internacional: Declarado Sitio de Patrimonio Mundial Natural por la UNESCO en el año 1981.

Ecorregión: Bosques Patagónicos y Estepa Patagónica.

Relación Geográfica con el Proyecto: El límite oriental de la Zona Viedma del Parque Nacional corre paralelo al valle del Río de las Vueltas. El predio del proyecto KAIKEN SUR se localiza en el sector extra-jurisdiccional (fuera de los límites del parque).

Vectores de Interacción:

- Conectividad Hídrica: El área del proyecto pertenece a la cuenca del Río de las Vueltas, curso de agua que colecta los drenajes glaciarios de la zona norte del Parque Nacional antes de su desembocadura en el Lago Viedma.
- Corredores Biológicos: El área rural intermedia mantiene continuidad con los hábitats de fauna nativa que transita entre la jurisdicción nacional y las propiedades privadas rurales colindantes.

3.5.2. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS DE JURISDICCIÓN PROVINCIAL

3.5.2.1. RESERVA PROVINCIAL LAGO DEL DESIERTO

Base Legal de Creación: Establecida bajo la jurisdicción del Consejo Agrario Provincial (CAP), cubriendo una superficie aproximada de 59.982 hectáreas.

Ecorregión: Bosque Magallánico-Patagónico y zonas de transición hacia la estepa patagónica.

Relación Geográfica con el Proyecto: Abarca el sector norte del valle del Río de las Vueltas y la cuenca del Lago del Desierto hasta el límite internacional con la República de Chile. Aunque el proyecto KAIKEN SUR se ubica 16 km al sureste de El Chaltén (dirección opuesta al cuerpo del

lago), la traza de la Ruta Provincial Nº 23 y la continuidad del flujo hídrico del Río de las Vueltas actúan como conectores físicos entre esta reserva provincial y el área bajo estudio.

3.5.2.2. ÁREA PROVINCIAL PROTEGIDA LA FLORIDA

Base Legal y Órgano de Aplicación: Unidad de conservación bajo la jurisdicción y administración del Consejo Agrario Provincial (CAP) de la Provincia de Santa Cruz.

Ecorregión: Estepa Patagónica con sectores de ecotono asociados a la cuenca del Lago Viedma.

Relación Geográfica con el Proyecto: Se localiza sobre la margen norte del Lago Viedma. El predio del proyecto KAIKEN SUR (AID) se inserta dentro del área de influencia biológica y paisajística de esta unidad de conservación provincial.

Vectores de Interacción:

Continuidad Ecológica y Corredores de Fauna: Al presentar características de estepa y ecotono, esta área protegida comparte poblaciones de fauna silvestre con el AID del proyecto. La ausencia de barreras físicas biogeográficas determina el tránsito regular de especies nativas de mamíferos y avifauna entre ambos sectores.

Cuenca Paisajística: El desarrollo propuesto se integra en la misma unidad visual y escénica que protege el Área La Florida, lo cual vincula directamente las medidas de mitigación edilicia y lumínica del proyecto con los objetivos de conservación de este espacio provincial.

3.5.2.3. MONUMENTO NATURAL PROVINCIAL CERRO CHALTÉN

Base Legal de Creación: Declarado bajo la categoría de protección absoluta mediante la Ley Provincial Nº 2.550 en el año 2000.

Objetivo de Conservación: Administrado bajo la coordinación del Consejo Agrario Provincial y Parques Nacionales. Protege las vertientes y los macizos montañosos asociados a la formación del Monte Fitz Roy.

Relación Geográfica: Conforma el límite visual oeste y el área de cuenca alta respecto al emplazamiento del proyecto.

3.5.3. COMPONENTES BIOLÓGICOS DE ESPECIAL VALOR DE CONSERVACIÓN (EEVC)

La presencia de estas áreas protegidas en el Área de Influencia Indirecta (AII) determina la potencial presencia, tránsito o forrajeo de especies de fauna y flora con estatus de protección legal específico:

Especie (Nombre Científico)	Nombre Común	Estatus / Marco Legal
Hippocamelus bisulcusHuemul	En Peligro de Extinción.	Monumento Natural Nacional (Ley Nº 24.702) y Provincial (Ley Nº 2.103/89).

Merganetta armata	Pato de los torrentes	Especie de valor especial de conservación (asociada a los cursos de los ríos Fitz Roy y De las Vueltas).
Vultur gryphus	Cóndor andino	Especie protegida, con sitios de nidificación registrados en los frentes de mesetas locales.
Chaltenobatrachus extraordinarius	Rana del Chaltén	Especie anfibia endémica de la región del valle del Río de las Vueltas.

Tabla 23. Especies con Estatus de Conservación Especial.

3.5.4. ÁREAS IMPORTANTES PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES (AICA)

El entorno territorial donde se inserta el proyecto se encuentra incluido dentro de la delimitación de la AICA SC13 - Parque Nacional Los Glaciares y adyacencias (identificada por BirdLife International y Aves Argentinas). Esta categorización internacional implica que las modificaciones de uso del suelo no alteren las rutas migratorias, los sitios de nidificación ni los humedales utilizados por la avifauna catalogada.

El entorno territorial AICA SC13 se caracteriza por la presencia de diversos hábitats, entre los que se incluyen humedales, bosques, pastizales y estepas arbustivas. Los usos de la tierra en esta región se orientan principalmente a la conservación, el turismo y la recreación, así como a la actividad ganadera. Sin embargo, estos usos conviven con amenazas relevantes para la integridad ecológica del área, tales como el turismo y la recreación, el sobrepastoreo, los incendios, la introducción de especies exóticas y la construcción de caminos y represas, factores que pueden afectar de manera significativa la dinámica de los ecosistemas y la biodiversidad local.

Identifican el AICA las siguientes especies:

- Choique (*Rhea pennata*)
- Condor Andino (*Vultur gryphus*)
- Flamenco Austral (*Phoenicopterus chilensis*)
- Pato de Anteojos (*Speculanas specularis*)
- Gallineta Chica (*Rallus antarcticus*),
- Paloma Araucana (*Patagioenas araucana*)
- Caminera Patagónica (*Geositta antarctica*)
- Huet – Huet (*Pteroptochos tarnii*)
- Monjita Chocolate (*Neoxolmis rufiventris*)
- Yal Austral (*Melanodera melanodera*)
- Endemismos de biomas (24 especies) (SAN)
- Endemismos de biomas (21 especies) (PAT)
- Endemismos de Argentina (2 especies)

3.5.5. ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE BOSQUES NATIVOS (OTBN)

La vegetación nativa presente en las zonas de bosque y ecotono de las Áreas Naturales Protegidas colindantes, comprende comunidades fitogeográficas del género Nothofagus:

- *Nothofagus pumilio* (Lenga)
- *Nothofagus antarctica* (Ñire)
- *Nothofagus betuloides* (Coihue de Magallanes)

Estas masas boscosas se encuentran sujetas a las disposiciones de la Ley Nacional N° 26.331 de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos, implementada en la jurisdicción local mediante la Ley Provincial N°3.124 de Ordenamiento Territorial de Bosques Nativos (OTBN) de la Provincia de Santa Cruz.

De acuerdo con la cartografía oficial del OTBN, las intervenciones sobre el suelo en el AID y AII quedan reguladas según las siguientes categorías de conservación:

Área de Influencia Directa (AID): Dentro de los límites catastrales del predio destinado a al Proyecto Urbanístico KAIKEN SUR, se constata la ausencia de bosque nativo. La cobertura vegetal del AID está constituida por formaciones graminosa arbustivas detalladas en apartado FLORA. Por consiguiente, la implantación del proyecto no requiere la ejecución de tareas de desmonte, tala ni alteración directa de masas boscosas nativas.

Área de Influencia Indirecta (AII): En el entorno circundante al predio, dentro del sector de Bahía Túnel, se registra la presencia de masas forestales compuestas por especies del género Nothofagus (*Nothofagus pumilio y Nothofagus antarctica*). Estas formaciones adyacentes se encuentran cartografiadas bajo las siguientes categorías de protección del OTBN:

Categoría I (Rojo): Sectores de alto valor de conservación biológica localizados en las proximidades del proyecto.

Categoría II (Amarillo): Sectores de mediano valor de conservación, aptos para actividades de aprovechamiento sostenible o turismo de bajo impacto.

Se muestra a continuación el mapa de áreas naturales protegidas.

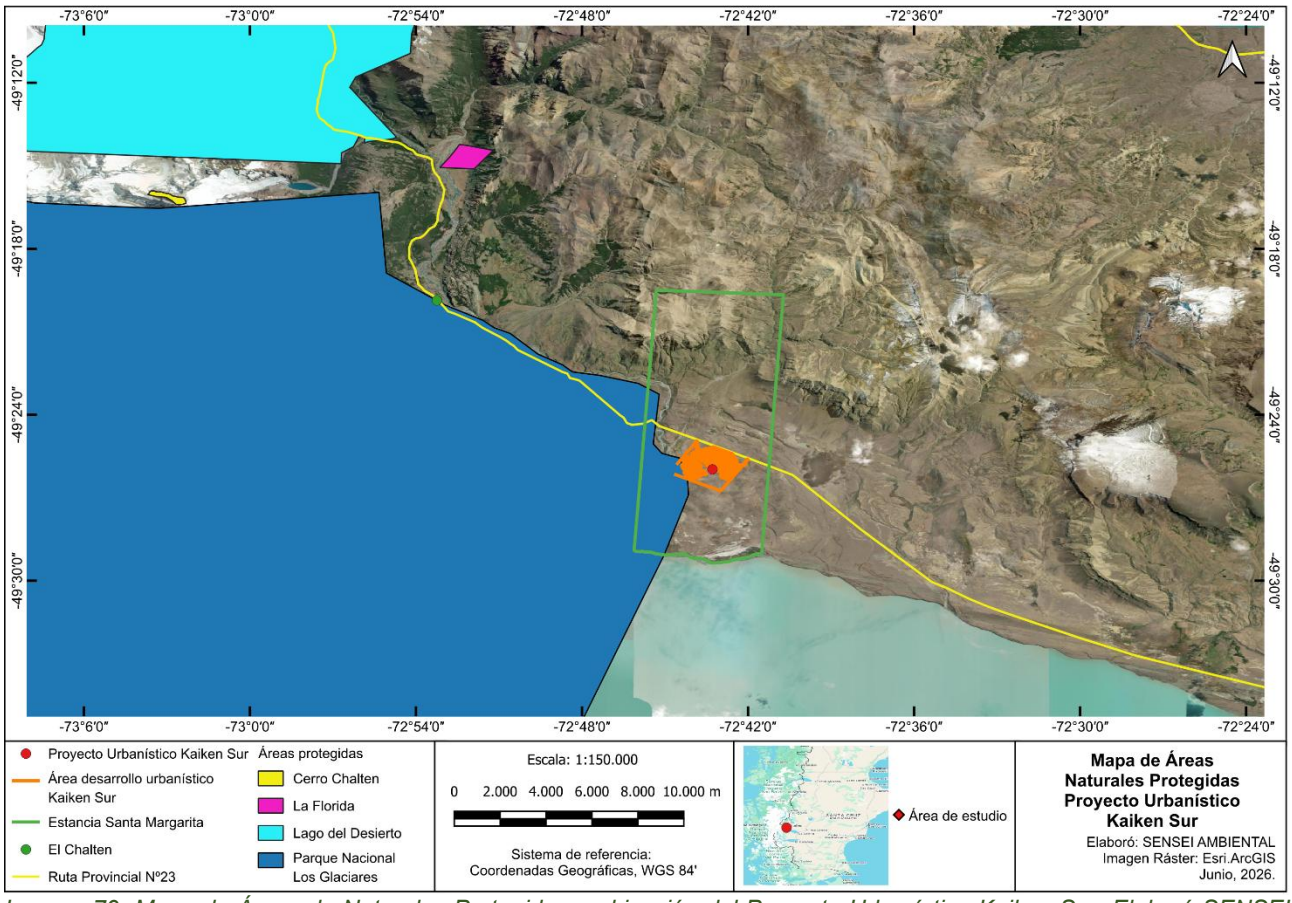


Imagen 79. Mapa de Áreas de Naturales Protegidas y ubicación del Proyecto Urbanístico Kaiken Sur. Elaboró SENSEI AMBIENTAL, 2026.

3.5. SITIOS ARQUEOLÓGICOS, HISTÓRICOS, RELIGIOSOS U OTRO PATRIMONIO SOCIOCULTURAL

En el informe “Estudio De Impacto Ambiental Del Proyecto Urbanístico KAIKEN SUR (Estancia Santa Margarita, Sección Cristina, Margen Norte Del Lago Viedma, Departamento Lago Argentino, Santa Cruz): El Registro Arqueológico”, realizado en el mes de mayo de 2026, se concluye que la sensibilidad arqueológica del área de emplazamiento del proyecto es baja, con un impacto sobre el registro arqueológico en superficie y estratigrafía bajo. Se presenta como Anexo el informe referido.

El área se encuentra impactada principalmente por la sobreexplotación ovina y los procesos erosivos vinculados con la acción eólica. Además, las perturbaciones antrópicas se evidencian en el trazado de caminos de circulación interna y la instalación de molinos y puestos de estancias.

Se aplicó una metodología distribucional, donde el registro arqueológico es visto como una distribución más o menos continua de artefactos en el espacio (Dunnell y Dancey 1983, Foley 1981). Esta consideración es de fundamental porque pone de manifiesto que no sólo son importantes los materiales arqueológicos que se presentan concentrados (comúnmente llamados sitios

arqueológicos), sino que también lo son los artefactos aislados. Todos ellos brindan información sobre las poblaciones humanas del pasado.

Se relevaron mediante transectas lineales continuas y unidades de muestreo de tamaño variable distintos sectores denominados “puntos singulares” vinculados tanto a la acción antrópica como a la natural, los mismos figuran en la Tabla 2. Las transectas llevadas a cabo por un observador a pie cubrieron una superficie de 100 x 5 m². En ellas, se analizaron las siguientes variables:

a. Visibilidad arqueológica. Estimada sobre el porcentaje de cobertura vegetal por m², resultando así cuatro categorías: muy buena (0-25 %), buena (26-50 %), regular (51-75 %) y mala (76-100 %).
b. Presencia/ausencia de artefactos arqueológicos.
c. Si se localizara artefactos su estudio se realizará considerando: materia prima empleada, tipo artefactual, estado, dimensiones, presencia de talón y, para el caso de los artefactos formatizados, la forma base. Se siguieron los lineamientos propuestos por C. Aschero (1975 revisión 1983). Se contabilizan exclusivamente aquellos artefactos que presentan talón.
d. Densidad de material arqueológico por m2.
e. Ocurrencia del material arqueológico o tipo de emplazamiento del mismo (al aire libre y/o asociado a paredes rocosas).
f. El potencial de enterramiento de restos culturales en las distintas geoformas involucradas. Este potencial se considera: alto, bajo y nulo en función del tipo de sedimento (aquellos más húmedos posibilitan un más rápido y profundo enterramiento).
g. La sensibilidad arqueológica superficial está en directa relación con la visibilidad arqueológica y debería evaluarse de acuerdo a los siguientes criterios:
    - Alta: Se la define por la densidad de hallazgos, la calidad y/o tipo del contexto en el que se encuentran y la relevancia arqueológica de los vestigios.
    - Media: Densidad de hallazgos menor, dispersos, contextos no definidos,
    - Baja: Densidad baja, distribución aislada de vestigios, ausencia de contexto, mínima relevancia arqueológica.
    - Nula: Ausencia total de vestigios en superficie.

En forma complementaria a las transectas se hicieron recorridos al azar con el fin de aumentar las probabilidades de registrar materiales arqueológicos. Por último, como resultado de la prospección y determinación de la sensibilidad arqueológica se efectúan recomendaciones para cada caso.

En líneas generales, la visibilidad arqueológica es muy buena a regular y el potencial de entierro de restos es variable, oscilando entre Medio y Nulo. Además, tanto en los depósitos glaciarios como en las terrazas del río Las Vueltas se exponen rocas aptas para la talla de variada litología y tamaños.

Durante el relevamiento del Proyecto Urbanístico KAIKEN SUR no se detectaron artefactos arqueológicos en superficie tanto en la zona de impacto directo como en los puntos singulares y, que el potencial de enterramiento de restos culturales es bajo a nulo, el impacto sobre el registro arqueológico en superficie y estratigrafía será BAJO.

Si se extendiera el Proyecto urbanístico a la costa del lago Viedma deberá realizarse una nueva evaluación de impacto ambiental sobre el registro arqueológico. Investigaciones previas (Belardi et al. 2021, Belardi et al. 2023) indican que la sensibilidad arqueológica es ALTA ya que se ha registrado una alta densidad y diversidad de registro arqueológico (Belardi et al. 2021, 2023).

3.6. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL

3.6.1. FUNDAMENTACIÓN METODOLÓGICA (NAG 153/06 - MCHARG)

Para el análisis de sensibilidad ambiental se adoptó un enfoque metodológico híbrido, aplicando la Norma NAG 153 (ENARGAS, 2006) como herramienta de validación matemática para la definición del factor de corrección y el radio equivalente del Área de Influencia Indirecta. En segundo término, se complementa el estudio mediante el método de GIS Overlay o superposición ecológica de Ian McHarg (2000). Este enfoque permite tratar los datos recopilados en las líneas de base como capas de información espacial (Layer-Cake), cuya interacción final determina la verdadera capacidad de acogida del territorio frente al desarrollo urbanístico proyectado.

3.6.2. DELIMITACIÓN DE ÁREAS DE INFLUENCIA (CRITERIO NAG 153/06)

La adopción de la metodología NAG 153/06 se justifica por su solvencia para establecer de manera objetiva el alcance espacial de los potenciales impactos. Aunque es una norma originada para el sector energético, sus ecuaciones de extrapolación territorial resultan óptimas técnicamente para la delimitación de las áreas de estudio.

Área de Influencia Directa (AID): Corresponde al espacio poligonal donde se ejecutarán las obras de infraestructura urbana. Para el presente estudio, abarca la superficie total del predio de la Estancia Santa Margarita, ascendiendo a 305,5 hectáreas.

Área de Influencia Indirecta (AII): Para capturar los efectos secundarios y sinérgicos del desarrollo urbano, se aplicó el factor de corrección (C=6) recomendado por la norma para entornos de sensibilidad media-alta.

La expresión utilizada fue:

AII = (AID × C) – AID

$$AII = (3.055.000\ m^2 \times 6) - 3.055.000m^2\ = 15.275.000m^2(1.527{,}5ha)$$

Al tratarse de un proyecto de geometría concentrada o superficial (no lineal), el radio equivalente del buffer de amortiguación se calculó mediante la siguiente expresión hidrológico-geométrica:

Radio = √(AII / π)

Obteniéndose un radio de 2.205 metros, por lo que se adoptó un buffer de 2,2 km alrededor del AID como límite inicial del AII.

Donde:

- AID = 3.055.000 m²
- C = 6

Al proyectar cartográficamente el radio de amortiguación de 2,2 km correspondiente al Área de Influencia Indirecta (AII), la poligonal geométrica resultante intercepta físicamente en su sector occidental el límite legal del Parque Nacional Los Glaciares. Por consiguiente, de acuerdo a la metodología NAG 153/06, una porción de dicha área protegida queda contenida dentro del área de estudio de efectos secundarios e indirectos del proyecto, requiriendo un análisis de sensibilidad diferenciado para dicho sector de solapamiento.

3.6.3. SUPERPOSICIÓN DE CAPAS TEMÁTICAS (MCHARG)

Una vez delimitado el territorio por la NAG 153/06, el análisis de sensibilidad continúa según McHarg, estructurando el área de estudio en capas (Layer-Cake) que cruza tres grandes dimensiones analíticas:

3.6.3.1. MEDIO FÍSICO (RESTRICCIONES MECÁNICAS E HIDROLÓGICAS)

Geología y Geomorfología: Se cartografiaron las Unidades de Paisaje (UP) dominadas por tills glaciarios, terrazas fluviales y planicies glacilacustres.

Edafología: Se identificó la presencia restrictiva de suelos Entisoles (Torriortentes típico) de textura franco-arenosa, cuya fragilidad ante la erosión eólica exige evitar la circulación sobre terreno virgen.

Hidrología Superficial: Se mapeó la red de drenaje intermitente inmediata a la confluencia de los ríos De las Vueltas y Barrancas, identificándose los bajos topográficos como sectores críticos de acumulación de agua y fusión nival.

3.6.3.2. MEDIO BIÓTICO (ESTRUCTURA Y RESILIENCIA ECOLÓGICA)

Componente Flora: Se superpuso la cobertura horizontal de la estepa graminoso-subarbustiva

(media del 60,8%, dominada por Pappostipa chrysophylla). Se aislaron espacialmente las microcuencas de humedales o mallines dominados de forma absoluta por *Juncus balticus*, asignándoles la máxima restricción biótica por su rol ecológico.

Componente Fauna: Se integró la traza de forrajeo y percheo de especies bajo estatus crítico de conservación detectadas en los relevamientos de mayo de 2026, destacando el Cóndor Andino (*Vultur gryphus*, Apéndice I CITES) y el Guanaco (*Lama guanicoe,* Apéndice II CITES).

3.6.3.3. MEDIO SOCIOECONÓMICO, REGULATORIO Y CULTURAL

Inserción Territorial: Se analizó la interacción del proyecto con la crisis de saturación de servicios y el congelamiento de ampliación del ejido de El Chaltén (fijada por las Ordenanzas 206/2022 y 262/2025). KAIKEN SUR opera aquí como una capa de descentralización y solución habitacional periférica planificada.

Patrimonio y Conservación: Se cruzaron las áreas de amortiguación de las Áreas Naturales Protegidas colindantes (AICA SC13 y APP La Florida) y se verificó la ausencia total de bosque nativo en el AID. Asimismo, se incorporó la variable arqueológica, cuya sensibilidad actual es baja en el predio, pero condiciona con restricción alta cualquier expansión futura hacia la costa del Lago Viedma.

3.6.4. PONDERACIÓN MATRICIAL Y CÁLCULO DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL (SA)

Para unificar los criterios de McHarg con la valoración de las variables de sensibilidad ambiental (VSA) y la obtención del valor de Importancia de Sensibilidad Ambiental (ISA) se rigieron bajo el formato matricial ponderado.

El valor final de Sensibilidad Ambiental (SA) para cada Unidad de Paisaje resultó del promedio ponderado de los componentes, distribuidos sobre una base de 1.000 unidades de importancia ponderada (UIP Total) para evitar sesgos de subjetividad:

$$SA = \frac{\sum_1^n (UIP\ componente_1 * \ ISA\ componente_1 + \cdots + \ UIP\ componente_n * ISA\ componente_n)}{UIP\ Total}$$

Donde UIP Total = 1.000

Los rangos de salida indexados definen espacialmente la Aptitud de Acogida Urbana del territorio en el plano de zonificación final:

Sensibilidad Alta/Muy Alta (0,559 a 0,900): Aptitud Urbana Nula / Zonas de Exclusión. Aplicado a planicies aluviales y bajos topográficos.

Sensibilidad Media (0,388 a 0,558): Aptitud Urbana Restringida. Aplicado a geoformas morénicas y terrazas con requerimiento de mitigación.

Sensibilidad Baja/Muy Baja (0,045 a 0,387): Aptitud Urbana Alta. Sectores estables de terrazas aptos para consolidar la infraestructura habitacional.

CATEGORÍA	RANGO DE VALORES	
Alta / Muy Alto	0,559	0.900
Medio	0.388	0,558
Bajo	0,045	0,387

Tabla 24. Rango de valores de importancia Sensibilidad Ambiental.

Esta matriz unifica el cálculo matemático y la distribución de las **1.000 Unidades de Importancia Ponderada (UIP)** establecidas por la norma NAG 153/06 con la superposición de capas analíticas (*Layer-Cake*) propuesta por Ian McHarg para cada una de las Unidades de Paisaje (UP) identificadas en el predio.

3.6.5. MATRIZ DE SENSIBILIDAD PONDERADA

Se detalla la integración numérica de los factores del Medio Físico, Medio Biótico y Medio Socioeconómico y Cultural. Cada celda contiene el valor de Importancia de Sensibilidad Ambiental (ISA) asignado de acuerdo con las condiciones específicas relevadas en campo durante mayo de 2026.

Factor Ambiental y Capas de Superposición (McHarg)	Componente Ambiental / VSA	Peso (UIP)	Terrazas Fluviales	Planicies Glacilacustres	Morenas y Geoformas Glaciarias	Bajos Topográficos y Depresiones	Planicie Aluvial y Cursos de Agua
Medio Físico	Geología (Resistencia a excavación)	**50**	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
	Geomorfología (Procesos erosivos)	**100**	0,40	0,75	0,50	0,40	0,75
	Continuidad Morfológica (Topografía)	**150**	0,10	0,10	0,75	0,10	0,10
	Características Edáficas (Tipo de suelo)	**100**	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Agua Superficial (Régimen hídrico)	**150**	0,05	0,05	0,05	0,80	1,00
	Agua Superficial (Diseño de drenaje)	**100**	0,20	0,20	0,05	0,75	1,00
	Aire (Cercanía a localidades/vientos)	**50**	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Medio Biótico	Ecosistemas (Resilience / Antropización)	**150**	0,40	0,40	0,40	0,10	0,10
Socioeconómica Y Cultural	Paisaje (Estructura vegetal/disturbio)	**100**	0,80	0,80	0,80	0,50	0,50
	Patrimonio Arqueológico (Frecuencia hallazgos)	**50**	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Síntesis Numérica	UIP TOTAL	**1.000**					
	VALOR TOTAL DE SA		**0,355**	**0,390**	**0,448**	**0,448**	**0,538**
	Categoría De Aptitud (NAG/Mcharg)		**BAJA**	**MEDIA**	**MEDIA**	**MEDIA**	**MEDIA**

Tabla 25. Matriz de Sensibilidad Ponderada.

3.6.6. ANÁLISIS DE RESULTADOS

El cálculo final del promedio ponderado establece que el área de estudio posee una sensibilidad ambiental general de **0,435**, consolidándose bajo la categoría de SENSIBILIDAD MEDIA. Esto denota analíticamente un escenario de equilibrio ecológico frágil, donde la intervención humana es viable y controlable a mediano plazo mediante la aplicación de medidas de mitigación y control.

Alineando el modelo de superposición de capas temáticas de McHarg con los resultados numéricos obtenidos, se justifican técnicamente las siguientes directrices de zonificación para el proyecto de urbanización:

3.6.6.1. ÁREAS DE ALTA SENSIBILIDAD AMBIENTAL (EXCLUSIÓN ECOLÓGICA Y CONDUCCIÓN HÍDRICA)

Unidades: Planicies aluviales y cursos de agua (**0,538** junto a los Bajos topográficos y depresiones (**0,448**).

Estas unidades obtienen los valores más altos de la matriz debido al factor hidrológico. Físicamente, presentan regímenes permanentes o intermitentes y diseños de red distributarios / anastomosados activos (ISA de 0,75 a 1,00). Bióticamente, albergan comunidades vegetales hidrófilas críticas controladas por *Juncus balticus* y actúan como zonas de tránsito estacional de fauna nativa protegida.

Restricción Urbana: Actúan como capas de exclusión absoluta. Queda condicionado el desmonte, la alteración de pendientes, la canalización de escorrentías o cualquier desarrollo habitacional sobre estos sectores, debiendo preservarse como corredores verdes e infraestructura verde natural del complejo urbano.

3.6.6.2. ÁREAS DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL MEDIA (APTITUD URBANA RESTRINGIDA)

Unidades: Terrazas fluviales (**0,351**), Planicies glacilacustres (**0,390**) y Morenas y geoformas glaciarias (**0,448**).

Corresponden a los sectores con mayor estabilidad geomorfológica y topográfica del predio, libres de anegamiento superficial activo (ISA de régimen hídrico de 0,05). Sin embargo, la matriz captura su vulnerabilidad a través de la capa edafológica (ISA = 1,00 en todas las unidades) debido a la textura arenosa de los Entisoles locales y su susceptibilidad a procesos erosivos eólicos severos al removerse la estepa graminosa original de *Pappostipa chrysophylla*.

Restricción Urbana: Son los sectores con **alta y moderada aptitud de acogida para el desarrollo de la infraestructura del proyecto**. Las terrazas fluviales consolidadas deben concentrar la mayor densidad habitacional por su estabilidad estructural y topografía llana. Las laderas morénicas y planicies glacilacustres permiten infraestructuras viales y de servicios de baja densidad, previendo la inmediata estabilización mecánica de los taludes de corte y relleno para mitigar la erosión eólica.

Este análisis de sensibilidad queda validado como la línea de base para la subsiguiente Evaluación de Impacto Ambiental.

3.6.7. ANALISIS DE ÁREAS PROTEGIDAS

En forma complementaria, bajo la integración de la Norma NAG 153/06, el modelo de superposición de McHarg, y la vinculación con las áreas protegidas, se realizó la clasificación bajo cuatro niveles de sensibilidad específicos, determinados por el tipo de vector ambiental que une al proyecto con cada área:

De acuerdo con la modelación de superposición ecológica a escala 1:250.000 presentada en el Mapa de Sensibilidad Ambiental, si bien el polígono de implantación urbana (AID) se localiza en el sector extra-jurisdiccional, el área de amortiguación (AII) experimenta una intersección física directa con la jurisdicción de la Administración de Parques Nacionales.

Se le asigna un valor de **Sensibilidad Ambiental ALTA (Aptitud Urbana Nula / Zona de Exclusión Absoluta)** a la porción del Parque Nacional contenida dentro del buffer del AII Esta condición metodológica impone una restricción operativa sobre el sector oeste del proyecto, obligando a que las medidas de mitigación actúen para impedir cualquier vector de afectación antrópica, lumínica, auditiva o de dispersión de especies exóticas hacia el interior del área protegida.

3.6.7.1. CONECTIVIDAD HÍDRICA REGIONAL: SENSIBILIDAD ALTA

Áreas vinculadas: Parque Nacional Los Glaciares (Zona Viedma) y Reserva Provincial Lago del Desierto.

Justificación de McHarg: El predio del proyecto se localiza inmediatamente al este del Río de las Vueltas, el cual actúa como el colector hídrico principal de los drenajes glaciarios de la zona norte del Parque Nacional y de la cuenca del Lago del Desierto. Cualquier alteración en las planicies aluviales o bajos topográficos del predio impacta de forma lineal y aguas abajo en la dinámica del río antes de su desembocadura final en el Lago Viedma.

Criterio de la Norma: El riesgo de arrastrar sedimentos o aportes antrópicos por escorrentía hacia una cuenca compartida con Parques Nacionales eleva este componente físico a un nivel de protección restrictivo.

3.6.7.2. CORREDORES BIOLÓGICOS E INTERACCIÓN DE FAUNA: SENSIBILIDAD ALTA

Áreas vinculadas: Límites bio-geográficos del Parque Nacional Los Glaciares y la delimitación internacional de la AICA SC1 SC13.

Justificación de McHarg: Aunque las obras se desarrollan en el sector extra-jurisdiccional (fuera de los límites del parque), el área rural del proyecto mantiene una continuidad de hábitat para especies bajo regímenes de conservación estrictos.

Criterio de la Norma: Los relevamientos de campo de mayo de 2026 confirmaron la presencia y el percheo activo en el predio de individuos de Cóndor andino (*Vultur gryphus*), especie catalogada como "Amenazada" a nivel nacional y protegida bajo el Apéndice I de CITES (Máxima restricción internacional).

3.6.7.3. CUENCA VISUAL Y ESCÉNICA: SENSIBILIDAD MEDIA

Áreas vinculadas: Área Provincial Protegida La Florida y Monumento Natural Provincial Cerro Chaltén.

Justificación de McHarg: El predio se inserta dentro de la misma unidad visual, paisajística y escénica que resguarda el Área Protegida La Florida en la margen norte del Lago Viedma. La distancia de 16 kilómetros respecto al núcleo urbano de El Chaltén mitiga la afectación mecánica directa, pero expone las visuales protegidas a riesgos de intrusión paisajística o contaminación lumínica.

Criterio de la Norma: Clasifica como sensibilidad moderada a media, obligando a implementar medidas edilicias armonizadas con el entorno (restricciones de altura, colores de fachadas mates y luminarias públicas apantalladas direccionadas exclusivamente hacia el suelo).

3.6.7.4. ORDENAMIENTO DE BOSQUES NATIVOS (OTBN): SENSIBILIDAD BAJA A NULA (DENTRO DEL PREDIO)

Áreas vinculadas: Masas boscosas del género *Nothofagus* (Lenga y Ñire) bajo la Ley Nacional N° 26.331.

Justificación de McHarg: El relevamiento en terreno certificó de forma absoluta la ausencia de bosque nativo dentro de las 305,5 hectáreas del predio, estando la cobertura horizontal compuesta únicamente por estepa graminoso-arbustiva. Al no requerirse tareas de desmonte, tala o fragmentación forestal directa, el riesgo puntual es nulo.

Criterio de la Norma: No obstante, debido a que en el AII (sector Bahía Túnel) existen masas de bosque nativo categorizadas en Clase I (Rojo - Alto valor) y Clase II (Amarillo), el diseño urbano se califica como una "capa de amortiguación periurbana limpia", cuya función socioeconómica es absorber de manera planificada la demanda habitacional para frenar la saturación que hoy sufre el casco urbano confinado de El Chaltén.

3.6.8. ANALISIS DE SENSIBILIDAD DE LA LOCALIDAD EL CHALTÉN

Aun cuando la localidad de El Chaltén se sitúa a 16 kilómetros de distancia del Impacto Directo, el Análisis de Sensibilidad bajo el modelo de McHarg la integra formalmente dentro del sistema de gestión del proyecto.

- Se establece una **Sensibilidad Alta** respecto a la infraestructura y provisión de servicios debido al estado de crisis y saturación declarado por las Ordenanzas N°206/2022 y

262/2025, obligando a la autonomía de las redes del proyecto.

- En contraposición, se define una **Sensibilidad Media** de carácter receptivo en la dimensión habitacional, donde el proyecto se consolida como vector de descentralización, ofreciendo suelo residencial planificado de baja densidad que disminuye directamente la presión de ocupación sobre el saturado casco urbano de El Chaltén.

3.6.9. CARTOGRAFÍA

A partir de la georreferenciación de las áreas analizadas se confeccionaron los mapas de Sensibilidad Ambiental. Para el desarrollo cartográfico se empleó como soporte espacial imágenes satelitales de Esri, USGS y NOAA. Las capas temáticas vectoriales fueron generadas originalmente en coordenadas geográficas bajo el Datum horizontal WGS 84 para asegurar su compatibilidad digital e interoperabilidad en formato Shapefile (SHP). Para el análisis de las áreas de influencia (escalas 1:250.000), fue necesario la re proyección al sistema de Proyección Plana Conforme Gauss-Krüger, Faja 2, utilizando el Datum Campo Inchauspe.

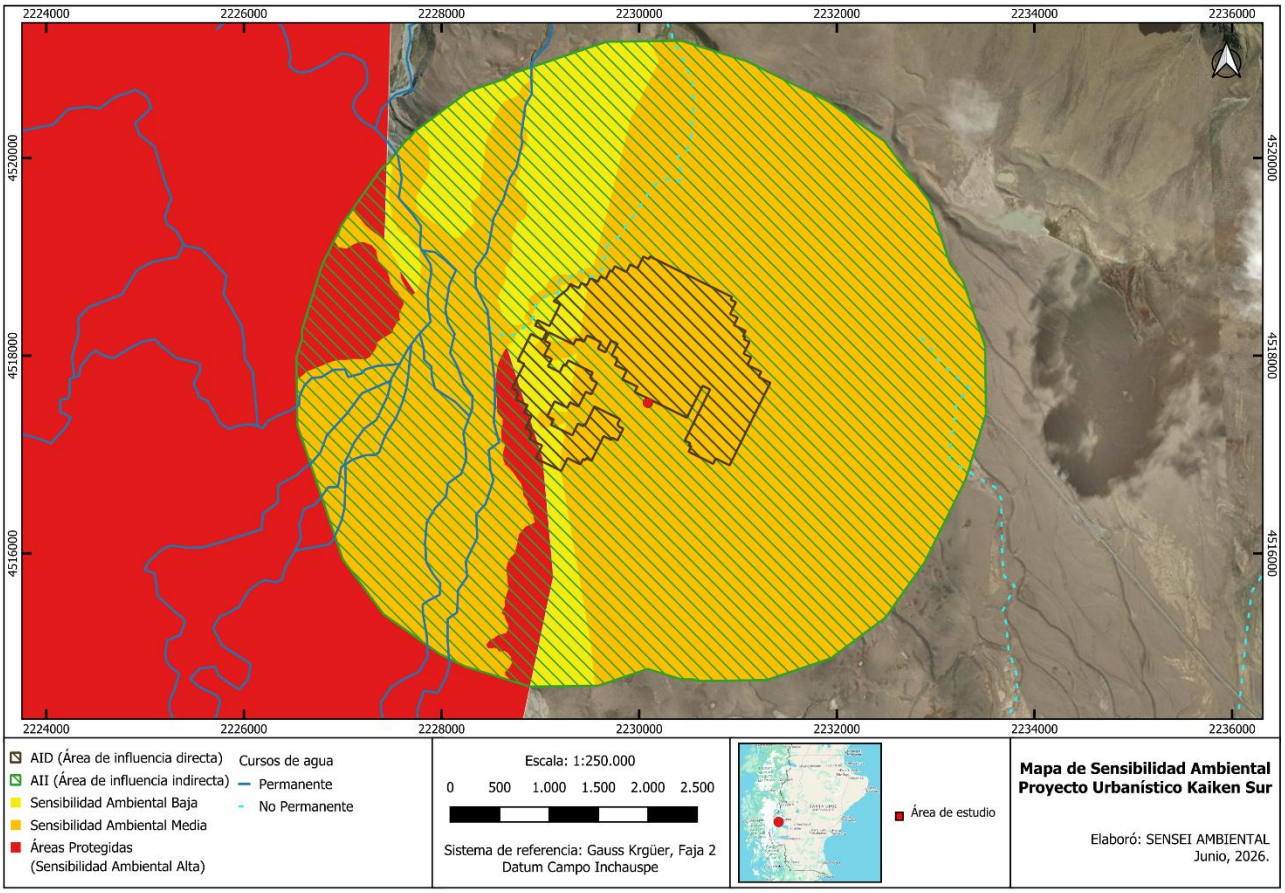


Imagen 80. Mapa de Sensibilidad Ambiental. Elaboró: SENSEI AMBIENTAL, 2026.

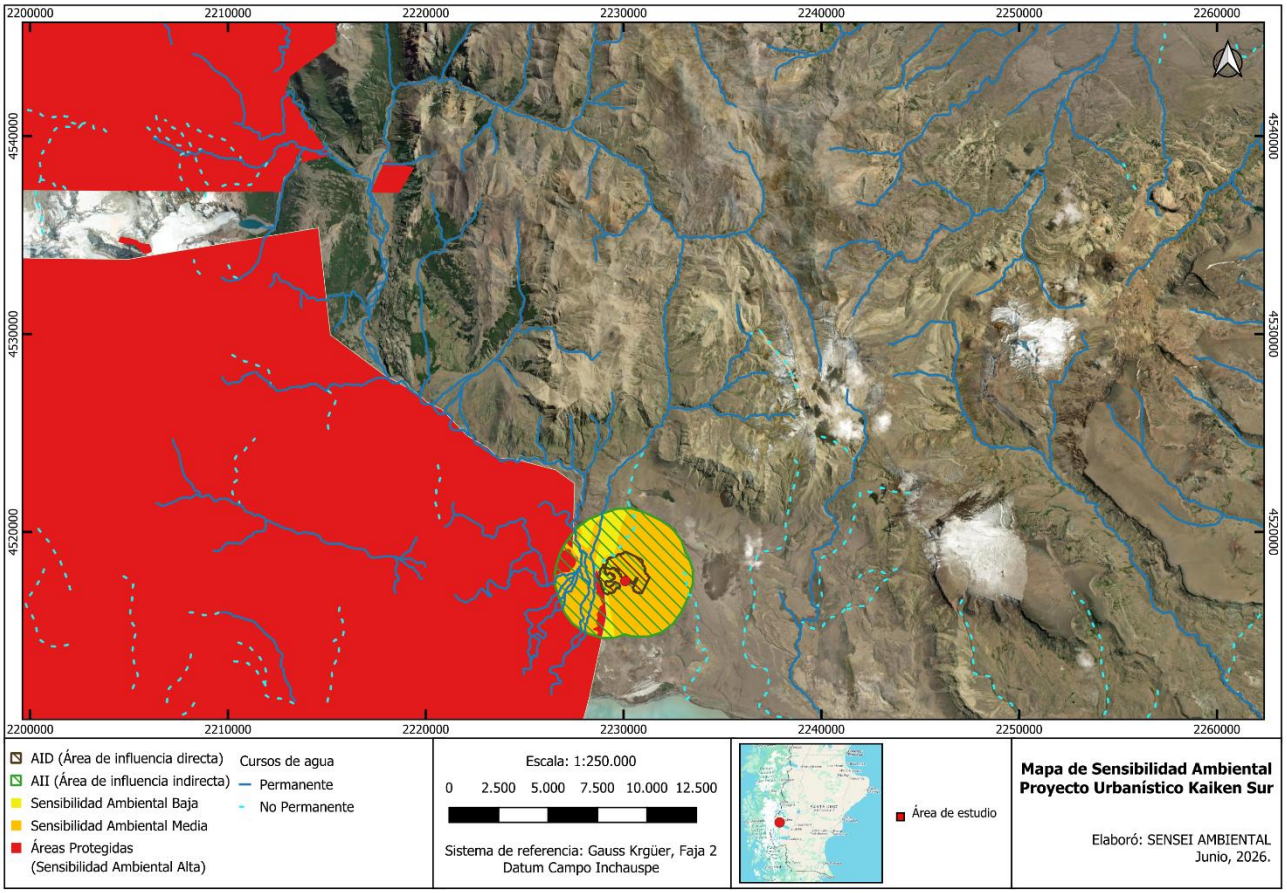


Imagen 81. Mapa de Sensibilidad Ambiental. Elaboró: SENSEI AMBIENTAL, 2026.

CAPITULO IV – Legislación

ÍNDICE

CAPÍTULO IV: LEGISLACIÓN 157
4.1. INTRODUCCIÓN 157
4.2. LEGISLACIÓN 157
4.3. NORMATIVA AMBIENTAL NACIONAL APLICABLE 158
4.4. NORMATIVA PROVINCIAL APLICABLE 160
4.4.1. PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL 160
4.4.2. PLANIFICACIÓN, ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CESIÓN DE TIERRAS 160
4.4.3. RECURSOS HÍDRICOS 161
4.4.4. INTERSECCIONES DE INFRAESTRUCTURA CRÍTICA 162
4.4.5. CONSERVACIÓN DE SUELOS, ÁRIDOS Y ÁREAS PROTEGIDAS 163
4.4.6. CALIDAD DEL AIRE Y CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA 163
4.4.7. GESTIÓN DE RESIDUOS Y SEGURIDAD ELÉCTRICA 164
4.4.8. FACTORES BIÓTICOS 164
4.4.9. PATRIMONIO CULTURAL 165

Tablas

Tabla 31. Superficies asignadas, Ley N°2013. 160

CAPÍTULO IV: LEGISLACIÓN

4.1. INTRODUCCIÓN

El presente capítulo desarrolla el marco jurídico-ambiental aplicable al Proyecto Urbanístico “KAIKEN SUR”, estableciendo las normas, competencias y obligaciones que regulan su evaluación, ejecución y operación.

El capítulo sistematiza la legislación nacional, provincial y sectorial que rige el desarrollo del proyecto, incluyendo los presupuestos mínimos ambientales, las obligaciones en materia de evaluación de impacto ambiental, la gestión de recursos hídricos, la planificación territorial, la protección de la biodiversidad, la gestión de residuos, la seguridad eléctrica, la calidad del aire y la preservación del patrimonio cultural. Este marco normativo constituye la referencia obligatoria para la tramitación de permisos, la definición de responsabilidades del proponente y la verificación de la conformidad legal del emprendimiento.

4.2. LEGISLACIÓN

El análisis del marco jurídico-ambiental para el proyecto urbanístico denominado "KAIKEN SUR" (propiedad de la firma Lago Viedma S.A. / Grupo Faro Verde) se estructura a partir de las coordenadas de su emplazamiento geográfico. El predio se localiza sobre la Ruta Provincial N°23, afectando una fracción de 500 hectáreas dentro de las 10.000 hectáreas correspondientes a la Estancia Santa Margarita (Nomenclatura Catastral: Parcela 071-0000-1133, Departamento Lago Argentino, Provincia de Santa Cruz).

Al encontrarse el área de intervención fuera de los límites de ejidos municipales, las facultades de ordenamiento territorial, factibilidad de infraestructura y fiscalización ambiental corresponden de forma exclusiva al estado provincial de Santa Cruz. No obstante, el proyecto se vincula de manera directa con la localidad de El Chaltén (área de influencia indirecta situada a 15 km al noroeste), en virtud de consolidarse como una oportunidad complementaria destinada a absorber la demanda habitacional tipificada en el bloque normativo de emergencia local:

- Ordenanza Municipal N° 206/2022 de El Chaltén: Disposición que declara el estado de crisis habitacional en dicha jurisdicción por el término de tres (3) años.

- Ordenanza Municipal N° 262/2025 de El Chaltén: Norma que suspende el otorgamiento de nuevas habilitaciones comerciales, ampliaciones y permisos de obra para alojamiento y gastronomía con el fin de mitigar la saturación de los servicios públicos locales.

- Ley Provincial N° 3.880 (Boletín Oficial N° 5.927): Instrumento de planificación estratégica provincial que convalida el desarrollo de núcleos urbanos periféricos destinados a dar solución habitacional en zonas bajo contingencia socioeconómica.

El sustento jerárquico del presente capítulo radica en la Constitución Nacional Argentina, la cual a partir de la reforma de 1994 establece en su Artículo 41 el derecho de los habitantes a un ambiente sano, equilibrado y apto para el desarrollo humano, imponiendo el principio de sustentabilidad intergeneracional y la obligación prioritaria de recomponer el daño ambiental. Asimismo, el Artículo 43 consagra la acción de amparo para la tutela de los derechos ambientales, mientras que el Artículo 124 ratifica el dominio originario de las provincias sobre sus recursos naturales. En plena concordancia, la Constitución de la Provincia de Santa Cruz reconoce en su Artículo 73 el derecho al disfrute de un ambiente adecuado para el desarrollo de la persona, delegando en los organismos técnico-provinciales la potestad de policía y contralor en los territorios de su directa jurisdicción.

4.3. NORMATIVA AMBIENTAL NACIONAL APLICABLE

Ley General del Ambiente (Ley N° 25.675): Dispone los presupuestos mínimos para el logro de una gestión sustentable del ambiente. Regula los principios de prevención, congruencia, precautorio y de equidad intergeneracional, e impone el proceso obligatorio de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) como instrumento técnico-administrativo previo a la obtención de la Licencia Ambiental de obra.

Ley de Conservación y Manejo de Suelos (Ley N° 22.428 y D.R. N° 681/81): Regula las acciones tendientes a la conservación y manejo de los suelos, promoviendo la recuperación de su capacidad productiva y la prevención de procesos de erosión y degradación. Aplica de manera directa sobre la planificación de los movimientos de suelos y la estabilización de taludes durante la fase de obra.

Ley de Residuos Peligrosos (Ley N° 24.051 y D.R. N° 831/93): Regula la generación, manipulación, transporte y eliminación de residuos peligrosos en jurisdicción federal o cuando afecten de manera interjurisdiccional. Establece las categorías sometidas a control, las características de peligrosidad y determina los niveles guía de calidad de agua para consumo humano con tratamiento convencional, irrigación y consumo de ganado

Ley de Preservación del Recurso Aire (Ley N° 20.284): Establece el Plan de Prevención de Situaciones Críticas de Contaminación Atmosférica a nivel federal. Fija los parámetros base para las emisiones de fuentes fijas y móviles, determinando estados de alerta, alarma y emergencia para resguardar la calidad del aire. Su cumplimiento aplica de forma directa sobre los equipos de generación termoeléctrica diésel o a gas proyectados para la usina central de KAIKEN SUR (con una demanda final de 8 MW).

Ley de Conservación de la Fauna Silvestre (Ley N° 22.421/81 y D.R. N° 666/97): Establece el régimen federal de protección, conservación y defensa de la fauna nativa. Su aplicación en el proyecto exige que las fases de desmonte y nivelación de terrenos incorporen protocolos específicos de ahuyentamiento y preservación de corredores biológicos para evitar la alteración de hábitats de la fauna esteparia andina.

Régimen Ambiental de Aguas (Ley N° 25.688): Define los presupuestos mínimos ambientales para la preservación y uso sustentable de las cuencas hídricas. Condiciona el diseño técnico del sistema pluvial y de escorrentías, manteniendo el proyecto coeficientes de absorción natural del suelo mediante la implementación de un Factor de Ocupación del Suelo (FOS) acotado (entre el 15% y el 20%).

Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (Ley N° 25.916): Fija las pautas mínimas para la gestión sustentable de residuos domiciliarios. El proyecto adecua su Plan de Gestión de Residuos a esta norma, previendo un circuito de separación en origen de cuatro corrientes (orgánicos compostables, reciclables secos limpios, residuos especiales RUA/RAEE y rechazos no reciclables).

Protección del Patrimonio Arqueológico y Paleontológico (Ley N° 25.743 y D.R. N° 1022/04): Determina que los bienes de valor arqueológico y paleontológico pertenecen al dominio del Estado. Rige sobre la etapa constructiva de KAIKEN SUR, imponiendo la paralización preventiva de las excavaciones y el aviso inmediato a la autoridad competente ante cualquier hallazgo incidental en el predio.

Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo (Ley N° 19.587 y D.R. N° 911/96): Regula las condiciones de seguridad y la capacitación del personal de obra. Aplica de forma directa sobre las constructoras contratadas para la implantación física del Centro Cívico y el tendido de las líneas de servicios.

4.4. NORMATIVA PROVINCIAL APLICABLE

4.4.1. PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de Santa Cruz (Ley N° 2.658 y D.R. N° 007/06): Regula las exigencias del Estudio de Impacto Ambiental en el territorio provincial. Designa formalmente a la Secretaría de Estado de Ambiente (dependiente del Ministerio de Salud y Ambiente) como la Autoridad de Aplicación encargada de evaluar este estudio, coordinar las revisiones sectoriales, convocar a las instancias de participación ciudadana / audiencia pública y emitir la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) habilitante para el loteo.

4.4.2. PLANIFICACIÓN, ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CESIÓN DE TIERRAS

Ley Provincial de Ordenamiento Territorial (Ley N° 3.213/2010): Enmarcada dentro de las competencias de la Secretaría de Estado de Planeamiento Estratégico y la Dirección Provincial de Planeamiento, rige los lineamientos para las subdivisiones y loteos en territorio provincial fuera de los ejidos municipales.

Cumplimiento del Artículo 5° (Ley N° 3213) - Balance Catastral de Superficies: De acuerdo con lo estipulado en la norma, la creación de nuevos núcleos urbanos obliga a los propietarios a ceder gratuitamente al Estado Provincial las áreas circulatorias más un mínimo del diez por ciento (10%) de la superficie libre resultante, con destino a espacios verdes públicos y reservas para equipamiento comunitario. El proyecto convalida las siguientes dimensiones según su plano de mensura y agrimensura oficial:

Concepto Técnico / Unidad Catastral	**Superficie Asignada**
Manzanas 1 a 178 y Espacios Verdes 1 a 13	212 Ha 50 a 19,18 ca
Parcelas Sin Destino Específico (Topográficas)	22 Ha 38 a 04 ca
Macro lotes destinados a Futura Ampliación	345 Ha 57 a 26 ca
Subtotal 1 (Base Imponible De Cesión)	**585 Ha 06 A 99,18 Ca**
Mínimo del 10% de Cesión Obligatoria por Ley 3213	58 Ha 50 a 69,92 ca
Calles a ceder al Uso Público	82 Ha 06 a 36 ca
Ochavas a ceder al Uso Público	00 Ha 80 a 42 ca
Subtotal 2 (espacios circulatorios)	**82 Ha 86 a 78 ca**
Total de superficie cedida al fisco provincial	**135 Ha 83 a 68 ca**

Tabla 31. Superficies asignadas, Ley N°2013.

Esta cesión total garantiza la factibilidad de la traza circular del loteo de baja densidad y la cesión formal de la zona de camino de la Ruta Provincial N° 23 ante Vialidad Provincial.

4.4.3. RECURSOS HÍDRICOS

Leyes de Prerrogativas Ministeriales y Recursos Hídricos (Ley N° 3.854 y Ley N° 1451): La Ley N° 1.451 es el Código de Aguas que regula el uso, preservación y control de calidad de los recursos hídricos superficiales y subterráneos de Santa Cruz. El Artículo 8° de la Ley N° 3.854 sustituye formalmente al Artículo 2° de la Ley N° 1.451, ratificando a la Secretaría de Estado de Recursos Hídricos (SERH), dependiente del Ministerio de Energía y Minería, como la única Autoridad de Aplicación competente para otorgar las factibilidades hídricas, autorizar obras hidráulicas y emitir el Permiso de Vuelco definitivo. Las soluciones del proyecto validadas bajo este marco normativo comprenden:

- CAPTACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS: El suministro de agua se ejecutará mediante la perforación de pozos de explotación subterránea hacia el acuífero local. En los términos de la Ley N° 1.451, la SERH es el organismo encargado de autorizar dichas perforaciones, visar el plano de mensura con las coordenadas de los pozos y establecer y fiscalizar el canon de uso y extracción del recurso hídrico aplicable.

- PROTOCOLOS DE POTABILIZACIÓN Y ALMACENAMIENTO: El acondicionamiento hídrico se realizará mediante casillas de cloración individuales en boca de pozo, operando por dosificación de hipoclorito de sodio (NaOCl) en concentraciones comerciales del 10% al 15%. Se constata la instalación de tanques de PEAD con autonomía de 7 a 10 días y el acopio primario en una cisterna enterrada de dos celdas (Celdas 1 y 2) para asegurar estanqueidad frente al congelamiento peri glacial.

- TRATAMIENTO Y PERMISO DE VUELCO CLOACAL: El efluente se conducirá por gravedad hacia una planta central de barros activados con aireación extendida, dimensionada de forma modular en 3 etapas de reactores biológicos hasta alcanzar una capacidad final de diseño de 2.120 m^3/día (10.600 habitantes equivalentes). En cumplimiento de los estándares de vertido de la Disposición N° 4/1996 y con el objeto de mitigar procesos de eutrofización en un ecosistema de alta montaña colindante a Parques Nacionales, se adoptan los siguientes límites de calidad de vuelco deseables: DBO5 ≤30 mg/l; DQO ≤200 mg/l; Fósforo Total ≤1 mg/l

- POLÍGONO DE INFILTRACIÓN DE EFLUENTES TRATADOS: Para la disposición final del efluente tratado, el proyecto implementará un área de infiltración por percolación en terreno natural libre. Con base en la tasa de absorción del suelo establecida en 20 l/m2/día, se delimita un polígono de 9,6 hectáreas (96.000 m²) dentro del sector de servicios productivos del cuadrante Este para garantizar la correcta infiltración hacia el subsuelo, quedando sujeto a la validación final de la SERH.

- DELIMITACIÓN DE LÍNEA DE RIBERA Y CAMINO DE SIRGA: En los términos del Artículo 100 de la Ley N° 1.451 y el Artículo 235 inc. c del Código Civil y Comercial de la Nación, se convalida la demarcación de la línea de ribera sobre la costa del Lago Viedma (6.800 m de desarrollo) y los ríos Barrancas y de las Vueltas. Asimismo, se establece una restricción de dominio de 15 metros de ancho adyacente a los cuerpos hídricos en concepto de Camino de Sirga, quedando vedada cualquier edificación o fraccionamiento parcelario en dicha franja, quedando sujeto a la validación final de la SERH.

4.4.4. INTERSECCIONES DE INFRAESTRUCTURA CRÍTICA

Cruce Vial Sobre El Afluente Del Río Barrancas Ley Provincial N°1451): La traza de acceso principal proyectada en el sector noroeste del predio intercepta de manera directa el cauce del afluente del Río Barrancas, dominio hídrico público provincial que se encuentra regulado por la Ley N° 1.451 (Código de Aguas) y la Ley N° 3.854. Será gestionada la obtención del Permiso de Obra en Cauce otorgado por la SERH. El proyecto de ingeniería del puente o alcantarillado será presentado ante la Dirección de Obras Hidráulicas para validar su sección hidráulica y evitar procesos de anegamiento, socavaciones, o alteraciones en el régimen de escurrimiento.

Construcción De Dos (2) Rotondas De Acceso Sobre La Ruta Provincial N° 23 (Ley Provincial N° 2.417). El plan maestro urbano prevé la ejecución de dos distribuidores viales de tipo rotonda/intersección canalizada sobre el eje de la Ruta Provincial N° 23 para regular de forma segura los flujos vehiculares. Esta intervención vial queda encuadrada bajo la Ley Provincial N° 2.417 (Ley de Tránsito, adhesión a la Ley Nacional N° 24.449), el Decreto Provincial N° 650/90 y los manuales técnicos de diseño geométrico de la Administración General de Vialidad Provincial (AGVP), sujeto a la aprobación previa y el visado de planos por parte la AGVP. La ingeniería vial del loteo debe demostrar técnicamente que el radio de giro de ambas rotondas, el diseño de los carriles de aceleración/deceleración y el esquema de señalización horizontal y vertical sismorresistente se ajustan a las velocidades operativas de la RP N° 23.

Sistema Provincial de Control de Tanques Aéreos de Almacenamiento de Hidrocarburos y sus Derivados. - Disposición Provincial N° 343/08): El proyecto contempla la instalación progresiva en el Área de Servicios de tres (3) tanques aéreos de almacenamiento de Gasoil de 60.000 litros cada uno, alcanzando un volumen final acopiado de 180.000 litros en la Etapa 3, con el objetivo de abastecer de forma autónoma a la usina termoeléctrica off-grid, Esta planta de almacenamiento de combustible La ingeniería de detalle contemplara la instalación de una batea de contención antiderrame con capacidad neta para albergar el 110% del volumen del tanque, incorporando puestas a tierra normalizadas, válvulas de corte rápido (shut-off) ante emergencias, ventilaciones mecánicas bajas en casetas de bombeo y sistemas automatizados de detección de fugas para evitar la migración de hidrocarburos hacia las planicies aluviales inferiores o los acuíferos subterráneos de la cuenca hídrica.

4.4.5. CONSERVACIÓN DE SUELOS, ÁRIDOS Y ÁREAS PROTEGIDAS

Ley de Conservación de Suelos de Santa Cruz (Ley N° 229): Fija el régimen provincial aplicable a la conservación y manejo de los suelos, adhiriendo a los principios de aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y control de procesos erosivos en el territorio provincial.

Ley de Explotación de Canteras y Áreas de Préstamos (Ley N° 2.554): Establece la obligatoriedad de tramitar la habilitación y concesión por parte de la Secretaría de Estado de Minería para la apertura y explotación de canteras o extracción de áridos (75.000 m^3 de áridos estimados para la compactación de sub-base de la red vial).

Ley de Reservas Provinciales (Ley N° 786): Delimita las áreas del territorio santacruceño bajo regímenes de protección especial. Su aplicación se vincula a la colindancia oeste con la jurisdicción de la Administración de Parques Nacionales (Parque Nacional Los Glaciares - Zona Viedma), obligando al proyecto a visar la mensura ante la APN (Ley Nacional N° 19.292) para ratificar los límites exactos sobre la margen del Río de las Vueltas.

4.4.6. CALIDAD DEL AIRE Y CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

Ley Provincial N° 1.313 (Adhesión a la Ley Nacional de Calidad del Aire N° 20.284): Es la norma por la cual la Provincia de Santa Cruz adhiere formalmente al régimen federal de preservación de los recursos del aire y control de la contaminación atmosférica. Esta ley obliga a que los sistemas fijos de combustión –en este caso los grupos electrógenos

modulares de 1.250 kVA de potencia Prime proyectados para la usina del predio- cumplan con los niveles guía de emisión y los monitoreos periódicos de gases de combustión exigidos por la Secretaría de Estado de Ambiente para evitar la degradación de la cuenca atmosférica peri glacial.

4.4.7. GESTIÓN DE RESIDUOS Y SEGURIDAD ELÉCTRICA

Gestión De Residuos Sólidos Urbanos De Santa Cruz (Ley N° 2.829): Regula la gestión de los residuos domiciliarios en el territorio santacruceño bajo los lineamientos federales GIRSU. El proyecto urbanístico se ajusta a esta ley previendo que el 80% de los reciclables secos clasificados en origen se procesen internamente dentro del Centro de Acopio y Transferencia (CAT) ubicado en el sector productivo Este, optimizando el enfardado para su transporte formal hacia centros regionales de mayor escala.

Ley De Residuos Peligrosos De Santa Cruz (Ley N° 2567 Y D.R. N° 712/02): Sigue los lineamientos de la Ley Nacional N° 24.051, designando a la Subsecretaría de Medio Ambiente (actualmente Secretaría de Estado de Ambiente) como autoridad de aplicación. Regula la generación, manipulación y transporte de aceites usados, aditivos y filtros provenientes de los grupos generadores y la maquinaria pesada encargada del movimiento de suelos.

Ley De Seguridad Eléctrica De La Provincia De Santa Cruz (Ley Provincial N° 3.247): Al configurarse el loteo como una urbanización off-grid (sin vinculación física ni operativa con el Sistema Argentino de Interconexión), la generación de energía dependerá de una central local de generación térmica diésel o a gas de 8 MW nominales de esquema modular escalable (2 MW, 5 MW, 8 MW). La Ley N° 3.247 y las normas de la Asociación Electrotécnica Argentina (AEA 95401 y 95403) regulan la ejecución subterránea del anillo interno de media tensión en 13,2 kV y los centros compactos de transformación semienterrados para mitigar riesgos por heladas y conservar la calidad del paisaje.

4.4.8. FACTORES BIÓTICOS

Ley De Actualización Del Ordenamiento Territorial De Bosques Nativos De Santa Cruz (Ley N° 3.798/22): Aplica los criterios de zonificación de la Ley Nacional N° 26.331. Se certifica formalmente en el EsIA la ausencia de masas forestales arbóreas dentro del predio de KAIKEN SUR, demostrando mediante cartografía georreferenciada que el loteo circular no intercepta áreas categorizadas en zonas rojas o amarillas de exclusión forestal local.

Normativa Provincial De Fauna Silvestre (Ley N° 2.373/94 Y Ley N° 3.466): Instrumentan la adhesión provincial al régimen federal de protección de la biodiversidad. El Plan de Gestión Ambiental del proyecto contemplará protocolos de ahuyentamiento técnico previo al movimiento de suelos y cartelería vial de bajo impacto dentro de los boulevards arbolados.

Ley De Protección De La Flora (Ley N° 2925): Establece que los responsables de obras que alteren las características del estado arbustivo nativo tienen la obligación legal de realizar tareas de revegetación con especies nativas del área afectada. El plan de remediación de banquinas e infraestructura vial de KAIKEN SUR utilizará medidas de recomposición de flora autóctona.

Leyes De Fauna Silvestre Autóctona Y Flora (Ley N° 2.373/94, Ley N° 3.466 Y Ley N° 2.925): Regulan la protección de la biodiversidad. La Ley N° 2925 obliga a que toda remoción de cobertura vegetal arbustiva nativa de estepa para la traza vial sea compensada mediante tareas de remediación y revegetación con especies autóctonas locales. Para favorecer la implantación de flora nativa y como protección del circuito urbano se convalidará en las grillas de avenidas principales la implantación de cortinas rompevientos de *Populus nigra var. Itálica*, y/o clon *Salix 524/43* (*Salix matsudana* × *Salix alba*).

4.4.9. PATRIMONIO CULTURAL

Patrimonio Cultural, Arqueológico Y Paisajístico (Leyes Provinciales N° 3137 Y N° 3138): Adhieren a la legislación nacional, Ley Nacional 25.743 (Protección del Patrimonio Arqueológico y Paleontológico) y a la Ley Nacional 25.517 (Restos mortales de comunidades aborígenes), requiriendo la intervención y dictamen de la Dirección de Patrimonio Cultural de Santa Cruz para la convalidación de los estudios del predio.

CAPITULO V - Identificación, Descripción y Valoración de Impactos Ambientales

ÍNDICE

5.1. INTRODUCCIÓN 168
5.2. METODOLOGÍA DE IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES 168
5.2.1. ETAPAS DEL PROCESO METODOLÓGICO 168
5.2.2. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS: MATRIZ DE INTERACCIÓN CAUSA-EFECTO 169
5.2.3. ACCIONES ANTRÓPICAS CONSIDERADAS (COLUMNAS) 169
5.2.4. FACTORES AMBIENTALES RECEPTORES (FILAS) 170
5.2.5. FUNDAMENTACIÓN DE LA ELECCIÓN DE LA METODOLOGÍA MATRICIAL (MÉTODO CONESA) 170
5.2.6. SIGNIFICADO Y ESTRUCTURA DE LOS BAREMOS (ALGORITMO DE VALORACIÓN) 171
5.3. INTERPRETACIÓN DE LOS RANGOS DE IMPORTANCIA AMBIENTAL (I) 173
5.4. MATRIZ DE IMPORTANCIA AMBIENTAL 174
5.4.1. FASE 1: CONSTRUCTIVA 174
5.4.2. FASE 2: OPERATIVA 179
5.5. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS 184
5.5.1. FASE CONSTRUCTIVA (FASE 1): EFICIENCIA DEL DISEÑO Y FRENTES DE OBRA PESADOS 184
5.5.2. FASE OPERATIVA (FASE 2): PRESIÓN HIDRODINÁMICA Y EMISIONES DE AUTONOMÍA URBANA 186
5.6. MATRICES DE CONTINGENCIAS Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS. 187
5.6.1. CLASIFICACIÓN DE NIVEL DE RIESGO 188
5.6.2. MATRIZ DE CONTINGENCIAS 188
5.7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 191

Tablas

Tabla 32. Rangos de Importancia Ambiental (I). *174*
Tabla 33.Rangos de Importancia y Severidad del Impacto. *174*
Tabla 34. Analítica de Parámetros - Fase 1 (Constructiva). *178*
Tabla 35. Matriz de Interacción y Severidad - Fase 1 (Constructiva). *179*
Tabla 36. Categorías de impacto. *179*
Tabla 37. Analítica de Parámetros - Fase 2 (Operativa) *183*
Tabla 38. Matriz de Interacción y Severidad - Fase 2 (Operativa) *184*
Tabla 39. Categorías de impacto. *184*
Tabla 40. Matriz de Asignación y Clasificación de Riesgos. *188*
Tabla 41. Matriz de Contingencias - Fase 1: Constructiva. *189*
Tabla 42. Matriz de Contingencias - Fase 2: Operativa. *190*

CAPITULO V: IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

5.1. INTRODUCCIÓN

El presente capítulo tiene por objeto la identificación, desglose analítico y valoración cuali-cuantitativa de los impactos ambientales potenciales derivados de las fases constructiva (Fase 1) y operativa (Fase 2) del Proyecto Urbanístico KAIKEN SUR. El desarrollo técnico se apoya en los datos de la Línea de Base Ambiental (LBA), la ingeniería de detalle provista por el proponente LAGO VIEDMA S.A. / GRUPO FARO VERDE, y las directrices metodológicas híbridas que combinan la delimitación de la norma NAG 153/06 con la superposición de capas ecológicas (Layer-Cake) de Ian McHarg.

De acuerdo con el modelo de sensibilidad ambiental indexado, el predio de 295,70 hectáreas se sitúa en un entorno de Sensibilidad Media general (0,435). Este valor describe un escenario de equilibrio ecológico frágil propio del Distrito Subandino patagónico, donde la inserción de infraestructura es viable y controlable siempre que se articulen las medidas de mitigación específicas dispuestas en esta evaluación.

5.2. METODOLOGÍA DE IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

El diseño metodológico se ajusta a las exigencias regulatorias de la Ley Provincial N° 2658 de Evaluación de Impacto Ambiental de la Provincia de Santa Cruz y sus normas complementarias para proyectos clasificados en la Categoría II.

Para garantizar la objetividad, reproducibilidad y rigor científico del análisis, se adopta un enfoque multidimensional que vincula de forma secuencial la identificación por matriz de doble entrada con la valoración cuantitativa basada en el Método de Criterios Relevantes Integrados (Matriz de Importancia de Conesa Vicente).

5.2.1. ETAPAS DEL PROCESO METODOLÓGICO

El proceso analítico para la evaluación de los impactos se estructura en tres fases consecutivas, aplicadas a las áreas de influencia normalizadas (AID de 295,70 Ha y AII con buffer de 2,2 km):

- Identificación de Impactos: Consiste en la detección temprana de las interacciones lógicas entre las acciones del proyecto (antrópicas) y los componentes ambientales (físicos, bióticos y socioeconómicos) definidos en la Línea de Base Ambiental (LBA).
- Descripción de Impactos: Desglose cualitativo de cada interacción identificada, caracterizando las cadenas causa-efecto que explican la alteración del medio (por ejemplo,

cómo la remoción de la estepa graminosa activa la erosión eólica debido a las características texturales de los suelos Entisoles).

- Valoración de Impactos: Cuantificación del nivel de significación o gravedad de la alteración mediante un algoritmo matemático matricial ponderado, asignando valores numéricos normalizados (baremos) a una serie de atributos ambientales.

5.2.2. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS: MATRIZ DE INTERACCIÓN CAUSA-EFECTO

Para la fase de identificación, se utiliza una Matriz de Doble Entrada derivada del modelo simplificado de Leopold. Esta matriz dispone en las columnas las acciones del proyecto susceptibles de producir impactos (clasificadas por fase) y en las filas los factores ambientales del sitio con aptitud de ser modificados.

5.2.3. ACCIONES ANTRÓPICAS CONSIDERADAS (COLUMNAS)

Fase 1: Constructiva e Infraestructura:

AC-1: Instalación y operación del obrador principal (10.000 m²).

AC-2: Construcción de distribuidores viales y rotondas sobre la RP N° 23 (actual N° 41).

AC-3: Desbroce general y remoción de capa vegetal (196.449,60 m³ en banco).

AC-4: Excavación de caja de perfilado glaciario y movimiento de suelos (417.699,68 m³).

AC-5: Relleno, humectación y compactación de calzadas (Ripio Tipo 1 y Subbase Tipo 2).

AC-6: Perforación técnica de los 3 pozos de captación profunda de agua.

AC-7: Zanjeo e instalación de redes subterráneas (agua, gas, cloacas, media tensión y fibra óptica con tapada mínima de 1,20 m).

AC-8: Construcción civil de la Planta de Tratamiento de Efluentes Cloacales (PTAR) y lechos de infiltración (96.000 m²).

Fase 2: Operativa y Funcionamiento Urbano:

AO-1: Ciclo continuo de explotación de agua subterránea (1.500 m³/día).

AO-2: Operación continua de la Central Térmica Off-Grid (8 grupos electrógenos, quema de 31.200 L/día de gasoil).

AO-3: Operación de la PTAR (lodos activados, caudal de 2.120 m³/día) y purga de biosólidos.

AO-4: Disposición final por infiltración de efluentes tratados en el lecho de percolación de 9,6 Ha.

AO-5: Operación y logística urbana de la planta de GLP (vaporización y consumo de 7.500 kg/día).

AO-6: Gestión integral de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) con shelters antifauna.

AO-7: Mantenimiento y riego automatizado de cortinas rompevientos (*Populus nigra var. italica*).

AO-8: Tránsito vehicular residencial y micro-movilidad interna.

5.2.4. FACTORES AMBIENTALES RECEPTORES (FILAS)

Medio Físico: Aire (gases de combustión, material particulado PM10), Ruido (presión sonora laboral y urbana), Geología/Geomorfología (estabilidad de taludes, relieve glaciario), Suelo (pérdida de Entisoles por erosión eólica), Agua Superficial (escurrimiento en bajos topográficos y cuenca del Río de las Vueltas), Agua Subterránea (dinámica hidrodinámica y calidad físico-química del acuífero libre).

Medio Biótico: Flora (cobertura horizontal de la estepa de *Pappostipa chrysophylla*, comunidades hidrófilas de humedales/*mallines*), Fauna (hábitats y corredores biológicos de *Lama guanicoe*, sitios de nidificación y percheo de *Vultur gryphus* y rapaces colindantes con el Parque Nacional Los Glaciares).

Medio Socioeconómico y Cultural: Dimensión Demográfica/Habitacional (descentralización y mitigación de la saturación habitacional de El Chaltén), Infraestructura y Servicios (autonomía de redes), Paisaje/Cuenca Escénica (intrusión visual en el APP La Florida y contaminación lumínica), Patrimonio Arqueológico (registro arqueológico en superficie y estratigrafía).

5.2.5. FUNDAMENTACIÓN DE LA ELECCIÓN DE LA METODOLOGÍA MATRICIAL (MÉTODO CONESA)

La elección del método de la Matriz de Importancia de Conesa Vicente (1997, 2010) para la valoración de impactos ambientales del Proyecto Urbanístico KAIKEN SUR se fundamenta en criterios técnicos y metodológicos rigurosos:

- **Traducción Cualitativa a Escala Cuantitativa:** Supera las limitaciones de los métodos puramente cualitativos al estructurar un índice analítico ponderado (Importancia, I) que permite parametrizar matemáticamente la gravedad o beneficio de una alteración ambiental de manera objetiva.
- **Sensibilidad a Ambientes Complejos:** El algoritmo desglosa la alteración en 10 parámetros independientes. Esto resulta idóneo para el entorno de la estepa andino-patagónica, donde un impacto puede ser puntual en extensión espacial (dentro de las 295,70 has del AID), pero crítico en intensidad o persistencia debido a las rigurosas variables climáticas (heladas y vientos) y biológicas (presencia de especies CITES I como el Cóndor andino).
- **Cumplimiento de Estándares de Auditoría:** Al asignar valores numéricos invariables (*baremos*) a cada estado de las variables, el método minimiza el sesgo de subjetividad del evaluador, facilitando los procesos de revisión y auditoría técnica por parte de la Secretaría de Estado de Ambiente de Santa Cruz.

- **Trazabilidad para el Plan de Gestión Ambiental (PGA):** Los rangos de importancia resultantes (Compatibles, Moderados, Severos, Críticos) se correlacionan directamente con la jerarquía de las medidas de mitigación o exclusión que el consorcio de administración urbana deberá implementar.

5.2.6. SIGNIFICADO Y ESTRUCTURA DE LOS BAREMOS (ALGORITMO DE VALORACIÓN)

El nivel de significación o gravedad de cada impacto ambiental se calcula mediante la Función de Importancia (I), la cual evalúa la alteración a través de un algoritmo ponderado. La fórmula matemática es:

$$I = \pm(3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

Donde el signo (±) determina la naturaleza del impacto (Negativo si es perjudicial, Positivo si es beneficioso). Los parámetros numéricos integrados se rigen bajo los siguientes baremos técnicos normalizados:

5.2.6.1. INTENSIDAD (IN)

Expresa el grado de destrucción o afección del factor ambiental analizado.

- Baja (1): Alteración mínima o imperceptible del componente.
- Media (2): Modificación parcial que no destruye la estructura biológica o física fundamental.
- Alta (4): Degradación severa del factor ambiental (ej. desbroce de la estepa en frentes viales).
- Muy Alta (8): Destrucción casi total del componente sin llegar a la pérdida irreversible.
- Total (12): Destrucción completa y absoluta del factor en el área de intervención (ISA máximo).

5.2.6.2. EXTENSIÓN (EX)

Refiere al área de influencia teórica o extensión física del impacto respecto al territorio.

- Puntual (1): El impacto se confina a un sector ultra-localizado de la obra o parcela.
- Parcial (2): La alteración se extiende por toda la superficie del AID (295,70 Ha).
- Extenso (4): El impacto trasciende los límites del loteo, afectando el área de amortiguación del AII (buffer de 2,2 km).
- Total (8): El impacto adquiere una escala regional o supra-jurisdiccional (ej. afectación hídrica aguas abajo en el Río de las Vueltas o intrusión lumínica sobre el Parque Nacional Los Glaciares).

5.2.6.3. MOMENTO (MO)

Establece el tiempo que transcurre entre la aparición de la acción antrópica y el comienzo del impacto.

- Largo Plazo (1): El impacto se manifiesta después de un año de iniciada la acción.
- Medio Plazo (2): La alteración comienza a percibirse en un periodo de entre 1 y 12 meses.
- Inmediato / Crítico (4): El impacto se produce de forma instantánea al inicio de la actividad (ej. ruido por arranque de maquinaria o desbroce).

5.2.6.4. PERSISTENCIA (PE)

Representa el tiempo que permanecería el impacto o la duración de la alteración en el sistema.

- Fugaz (1): Desaparece inmediatamente al cesar la acción (duración menor a una semana).
- Temporal (2): Permanece de forma transitoria, desapareciendo en el corto o medio plazo (1 a 5 años; ej. fase de construcción vial).
- Permanente (4): La alteración se prolonga de forma indefinida en el tiempo o por una duración superior a la vida útil declarada del proyecto (15 años; ej. pavimentación y loteos).

5.2.6.5. REVERSIBILIDAD (RV)

Mide la capacidad del factor ambiental para retornar a sus condiciones de referencia preexistentes por medios puramente naturales una vez que la acción deja de operar.

- Corto Plazo (1): El factor se recupera naturalmente en menos de un año.
- Medio Plazo (2): La resiliencia natural requiere un periodo de entre 1 y 5 años.
- Irreversible (4): La alteración es definitiva y el sistema es incapaz de autorecuperarse por vías biológicas o físicas naturales (ej. pérdida de suelo glaciario o relieve original).

5.2.6.6. SINERGIA (SI)

Determina la potenciación de un impacto cuando concurren de forma simultánea dos o más acciones del proyecto.

- Sin Sinergia / Simple (1): La acción no potencia el efecto de otras intervenciones.
- Sinérgico (2): La presencia conjunta de acciones incrementa el impacto de manera superior a la suma simple de los efectos individuales.
- Muy Sinérgico (4): Alta potenciación de la degradación por la interacción cruzada de vectores.

5.2.6.7. ACUMULACIÓN (AC)

Evalúa el incremento progresivo de la gravedad del impacto a lo largo del tiempo si la acción se mantiene activa de forma recurrente.

- Simple (1): El efecto no se acumula ni incrementa su gravedad por la repetición de la acción.
- Acumulativo (4): El impacto se potencia progresivamente por acumulación física o química de componentes (ej. infiltración diaria de 2.120 m³ de efluentes tratados en el acuífero).

5.2.6.8. EFECTO (EF)

Establece la relación causa-efecto o el modo de manifestación de la alteración sobre el componente.

- Indirecto / Secundario (1): El impacto no se deriva directamente de la acción, sino que es consecuencia secundaria de un impacto primario (ej. lavado pluvial de áridos que aporta turbiedad al río).
- Directo / Primario (4): La alteración es consecuencia directa e inmediata de la acción antrópica (ej. remoción mecánica de la vegetación por la excavadora).

5.2.6.9. PERIODICIDAD (PR)

Mide la regularidad o frecuencia con la que se manifiesta el impacto en el ambiente.

- Discontinuo / Irregular (1): Se manifiesta de forma esporádica e impredecible.
- Periódico (2): Aparece en intervalos de tiempo regulares o con ciclos estacionales (ej. vedas climáticas invernales o picos turísticos estivales).
- Continuo (4): El impacto se manifiesta de manera ininterrumpida a lo largo de todo el año (ej. operación térmica de la usina off-grid).

5.2.6.10. RECUPERABILIDAD (MC)

Evalúa la viabilidad técnica y humana de restaurar el factor ambiental afectado mediante la introducción de medidas de ingeniería correctoras o de remediación directa.

- Recuperable Inmediato (1): Retorna a las condiciones de referencia rápidamente tras la aplicación de medidas simples.
- Recuperable Medio Plazo (2): Requiere planes de restauración especializados a mediano plazo (1 a 5 años).
- Mitigable / Compensable (4): El impacto no puede ser eliminado ni el factor totalmente recuperado, pero sus efectos negativos pueden ser reducidos o compensados mediante ingeniería ambiental (ej. cortinas forestales ante olores o emisiones).
- Irrecuperable (8): Alteración que no puede ser corregida ni mitigada por ninguna tecnología o intervención humana conocida (máxima penalización del algoritmo).

5.3. INTERPRETACIÓN DE LOS RANGOS DE IMPORTANCIA AMBIENTAL (I)

El valor numérico resultante del algoritmo de Conesa se indexa dentro de una escala fija de criticidad, la cual define la Aptitud de Acogida Urbana del territorio analizado:

Rango Numérico del Índice (I)	**Categoría de Importancia del Impacto**	**Significado Ecológico / Restricción Operativa para el Proyecto**
I < 25	Compatible / Irrelevante	La alteración es mínima. El factor ambiental recupera de forma inmediata sus condiciones de referencia al cesar la acción, no requiriendo la ejecución de obras hidráulicas o correctoras complejas.

25 ≤ I < 50	Moderado	La alteración requiere la implementación de medidas preventivas o de mitigación estándar fijadas en el PGA (ej. humectación vial, uso de bateas móviles antiderrame, o profundidad de tapada a 1,20 m) para evitar que los procesos degradativos se aceleren. El sistema mantiene su resiliencia a mediano plazo.
50 ≤ I < 75	Severo	El impacto genera una modificación sustancial de las condiciones de referencia físicas o bióticas. Requiere un desmonte de ingeniería específico, rediseños técnicos del *masterplan* o plazos prolongados de recuperación humana y ambiental (ej. remoción masiva de Entisoles o disturbio por ruido de la usina térmica).
I ≥ 75	Crítico	La alteración presenta una gravedad máxima, destruyendo el componente o resultando irrecuperable ante cualquier medida de mitigación humana. Implica la activación automática de una Zona de Exclusión Absoluta / Aptitud Urbana Nula (aplicado estrictamente a planicies aluviales activas, bajos de drenaje restringido, parches de *Juncus balticus* y la porción occidental del Parque Nacional Los Glaciares).

Tabla 32. Rangos de Importancia Ambiental (I).

5.4. MATRIZ DE IMPORTANCIA AMBIENTAL

Rango Numérico (I)	Categoría de Impacto	Significado y Restricción Urbana	Color de Control
abs(I) < 25	Compatible / Irrelevante	Alteración mínima. El factor recupera sus condiciones iniciales.	Verde
25 <= abs(I) < 50	Moderado	Requiere medidas preventivas y mitigación estándar en el PGA.	Amarillo
50 <= abs(I) < 75	Severo	Modificación sustancial del factor. Requiere ingeniería correctiva.	Naranja
abs(I) >= 75	Crítico	Gravedad máxima o alteración irrecuperable. Activa Zona de Exclusión.	Rojo

Tabla 33.Rangos de Importancia y Severidad del Impacto.

5.4.1. FASE 1: CONSTRUCTIVA

En esta fase, la valoración para las filas de *Bajos Topográficos* y *Planicies Aluviales* cae a rangos Compatibles (C) o Nulos (0) debido a que el diseño respeta su no intervención, e vitando movimientos de suelo y tránsito de flota pesada en estas geoformas.

Factor Ambiental	Código	Acción del Proyecto	Signo	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Importancia	Categoría
Aire (PM10 / Gases)	AC-1	Obrador Principal	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	8	**-21**	Compatible
Aire (PM10 / Gases)	AC-2	Distribuidores/Rotondas	-1	1	1	1	1	2	2	4	4	4	8	**-31**	Moderado
Aire (PM10 / Gases)	AC-3	Desbroce Superficial	-1	1	1	1	2	2	4	4	4	4	8	**-34**	Moderado
Aire (PM10 / Gases)	AC-4	Mov. Suelo / Cajas	-1	1	4	2	4	4	4	4	4	4	8	**-45**	Moderado
Aire (PM10 / Gases)	AC-5	Zanjeo / Trincheras	-1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	8	**-38**	Moderado
Aire (PM10 / Gases)	AC-6	Consolidación / Ripio	-1	1	1	1	1	1	4	4	4	4	8	**-32**	Moderado
Aire (PM10 / Gases)	AC-7	Pozos / PTAR Obras	-1	1	1	1	1	1	2	4	4	2	8	**-28**	Moderado
Ruido (Presión Sonora)	AC-1	Obrador Principal	-1	1	1	1	1	1	4	4	4	4	8	**-32**	Moderado
Ruido (Presión Sonora)	AC-2	Distribuidores/Rotondas	-1	1	1	1	1	4	4	4	4	4	8	**-35**	Moderado
Ruido (Presión Sonora)	AC-3	Desbroce Superficial	-1	1	1	1	1	4	4	4	4	4	8	**-35**	Moderado
Ruido (Presión Sonora)	AC-4	Mov. Suelo / Cajas	-1	1	2	4	4	4	4	4	4	4	8	**-43**	Moderado
Ruido (Presión Sonora)	AC-5	Zanjeo / Trincheras	-1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	8	**-38**	Moderado
Ruido (Presión Sonora)	AC-6	Consolidación / Ripio	-1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	8	**-38**	Moderado
Ruido (Presión Sonora)	AC-7	Pozos / PTAR Obras	-1	1	1	1	1	2	2	4	4	4	8	**-31**	Moderado
Geología / Terrazas Fluviales	AC-1	Obrador Principal	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	**-14**	Compatible
Geología / Terrazas Fluviales	AC-2	Distribuidores/Rotondas	-1	1	1	1	1	1	2	4	4	2	8	**-28**	Moderado
Geología / Terrazas Fluviales	AC-3	Desbroce Superficial	-1	1	1	1	2	2	4	4	4	4	8	**-34**	Moderado
Geología / Terrazas Fluviales	AC-4	Mov. Suelo / Cajas	-1	1	2	4	4	4	4	4	4	4	8	**-43**	Moderado
Geología / Terrazas Fluviales	AC-5	Zanjeo / Trincheras	-1	1	1	1	1	4	4	4	4	4	8	**-35**	Moderado
Geología / Terrazas Fluviales	AC-6	Consolidación / Ripio	-1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	8	**-26**	Moderado
Geología / Terrazas Fluviales	AC-7	Pozos / PTAR Obras	-1	1	1	1	1	2	2	4	4	4	8	**-31**	Moderado
Geología / Planicies Glacilacustres	AC-1	Obrador Principal	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	Compatible
Geología / Planicies Glacilacustres	AC-2	Distribuidores/Rotondas	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	Compatible
Geología / Planicies Glacilacustres	AC-3	Desbroce Superficial	-1	1	1	1	1	2	2	4	4	4	8	**-31**	Moderado
Geología / Planicies Glacilacustres	AC-4	Mov. Suelo / Cajas	-1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	8	**-38**	Moderado
Geología / Planicies Glacilacustres	AC-5	Zanjeo / Trincheras	-1	1	1	1	1	2	2	4	4	4	8	**-31**	Moderado
Geología / Planicies Glacilacustres	AC-6	Consolidación / Ripio	-1	1	1	1	1	1	1	1	4	2	8	**-24**	Compatible
Geología / Planicies Glacilacustres	AC-7	Pozos / PTAR Obras	-1	1	1	1	1	1	1	1	4	2	8	**-24**	Compatible
Geología / Morenas y Geoformas	AC-1	Obrador Principal	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	Compatible
Geología / Morenas y Geoformas	AC-2	Distribuidores/Rotondas	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	Compatible
Geología / Morenas y Geoformas	AC-3	Desbroce Superficial	-1	1	1	1	1	1	1	1	4	2	8	**-24**	Compatible

Geología / Morenas y Geoformas	AC-4	Mov. Suelo / Cajas	-1	1	1	1	1	2	2	4	4	4	8	**-31**	Moderado
Geología / Morenas y Geoformas	AC-5	Zanjeo / Trincheras	-1	1	1	1	1	1	2	4	4	2	8	**-28**	Moderado
Geología / Morenas y Geoformas	AC-6	Consolidación / Ripio	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	8	**-21**	Compatible
Geología / Morenas y Geoformas	AC-7	Pozos / PTAR Obras	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	Compatible
Geología / Bajos y Depresiones	AC-1	Obrador Principal	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	Compatible
Geología / Bajos y Depresiones	AC-2	Distribuidores/Rotondas	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	Compatible
Geología / Bajos y Depresiones	AC-3	Desbroce Superficial	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	**-13**	Compatible
Geología / Bajos y Depresiones	AC-4	Mov. Suelo / Cajas	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	Compatible
Geología / Bajos y Depresiones	AC-5	Zanjeo / Trincheras	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	Compatible
Geología / Bajos y Depresiones	AC-6	Consolidación / Ripio	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	Compatible
Geología / Bajos y Depresiones	AC-7	Pozos / PTAR Obras	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	Compatible
Geología / Planicie Aluvial y Cursos	AC-1	Obrador Principal	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	Compatible
Geología / Planicie Aluvial y Cursos	AC-2	Distribuidores/Rotondas	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	Compatible
Geología / Planicie Aluvial y Cursos	AC-3	Desbroce Superficial	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	Compatible
Geología / Planicie Aluvial y Cursos	AC-4	Mov. Suelo / Cajas	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	Compatible
Geología / Planicie Aluvial y Cursos	AC-5	Zanjeo / Trincheras	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	Compatible
Geología / Planicie Aluvial y Cursos	AC-6	Consolidación / Ripio	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	Compatible
Geología / Planicie Aluvial y Cursos	AC-7	Pozos / PTAR Obras	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	Compatible
Suelo (Entisoles / Erosión)	AC-1	Obrador Principal	-1	1	1	1	1	1	2	4	4	2	8	**-28**	Moderado
Suelo (Entisoles / Erosión)	AC-2	Distribuidores/Rotondas	-1	1	1	1	2	2	4	4	4	4	8	**-34**	Moderado
Suelo (Entisoles / Erosión)	AC-3	Desbroce Superficial	-1	1	2	4	4	4	4	4	4	4	8	**-43**	Moderado
Suelo (Entisoles / Erosión)	AC-4	Mov. Suelo / Cajas	-1	1	8	1	1	1	4	4	4	4	8	**-46**	Moderado
Suelo (Entisoles / Erosión)	AC-5	Zanjeo / Trincheras	-1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	8	**-41**	Moderado
Suelo (Entisoles / Erosión)	AC-6	Consolidación / Ripio	-1	1	1	1	1	2	2	4	4	4	8	**-31**	Moderado
Suelo (Entisoles / Erosión)	AC-7	Pozos / PTAR Obras	-1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	8	**-38**	Moderado
Agua Subterránea (Calidad/Nivel)	AC-1	Obrador Principal	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	**-19**	Compatible
Agua Subterránea (Calidad/Nivel)	AC-2	Distribuidores/Rotondas	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	Compatible
Agua Subterránea (Calidad/Nivel)	AC-3	Desbroce Superficial	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	Compatible
Agua Subterránea (Calidad/Nivel)	AC-4	Mov. Suelo / Cajas	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	**-14**	Compatible
Agua Subterránea (Calidad/Nivel)	AC-5	Zanjeo / Trincheras	-1	1	1	1	1	1	1	1	4	2	8	**-24**	Compatible
Agua Subterránea (Calidad/Nivel)	AC-6	Consolidación / Ripio	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	Compatible
Agua Subterránea (Calidad/Nivel)	AC-7	Pozos / PTAR Obras	-1	1	1	1	1	1	2	4	4	2	8	**-28**	Moderado

Residuos Sólidos No Peligrosos (Inertes/Escombros)	AC-1	Obrador Principal	-1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	8	**-26**	Moderado
Residuos Sólidos No Peligrosos (Inertes/Escombros)	AC-2	Distribuidores/Rotondas	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	**-16**	Compatible
Residuos Sólidos No Peligrosos (Inertes/Escombros)	AC-3	Desbroce Superficial	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	**-19**	Compatible
Residuos Sólidos No Peligrosos (Inertes/Escombros)	AC-4	Mov. Suelo / Cajas	-1	1	8	1	4	4	4	4	4	4	8	**-52**	Severo
Residuos Sólidos No Peligrosos (Inertes/Escombros)	AC-5	Zanjeo / Trincheras	-1	1	1	1	1	1	1	1	4	2	8	**-24**	Compatible
Residuos Sólidos No Peligrosos (Inertes/Escombros)	AC-6	Consolidación / Ripio	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	**-16**	Compatible
Residuos Sólidos No Peligrosos (Inertes/Escombros)	AC-7	Pozos / PTAR Obras	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	**-16**	Compatible
Residuos Peligrosos (Corrientes Y9 / Y48)	AC-1	Obrador Principal	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	**-19**	Compatible
Residuos Peligrosos (Corrientes Y9 / Y48)	AC-2	Distribuidores/Rotondas	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	Compatible
Residuos Peligrosos (Corrientes Y9 / Y48)	AC-3	Desbroce Superficial	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	Compatible
Residuos Peligrosos (Corrientes Y9 / Y48)	AC-4	Mov. Suelo / Cajas	-1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	8	**-41**	Moderado
Residuos Peligrosos (Corrientes Y9 / Y48)	AC-5	Zanjeo / Trincheras	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	Compatible
Residuos Peligrosos (Corrientes Y9 / Y48)	AC-6	Consolidación / Ripio	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	Compatible
Residuos Peligrosos (Corrientes Y9 / Y48)	AC-7	Pozos / PTAR Obras	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	**-19**	Compatible
Flora (Estepa / Distrito Subandino)	AC-1	Obrador Principal	-1	1	1	1	1	2	2	4	4	4	8	**-31**	Moderado
Flora (Estepa / Distrito Subandino)	AC-2	Distribuidores/Rotondas	-1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	8	**-38**	Moderado
Flora (Estepa / Distrito Subandino)	AC-3	Desbroce Superficial	-1	8	8	1	1	1	4	4	4	4	8	**-67**	Severo
Flora (Estepa / Distrito Subandino)	AC-4	Mov. Suelo / Cajas	-1	4	8	1	4	4	4	4	4	4	8	**-61**	Severo
Flora (Estepa / Distrito Subandino)	AC-5	Zanjeo / Trincheras	-1	1	4	2	4	4	4	4	4	4	8	**-45**	Moderado
Flora (Estepa / Distrito Subandino)	AC-6	Consolidación / Ripio	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	Compatible
Flora (Estepa / Distrito Subandino)	AC-7	Pozos / PTAR Obras	-1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	8	**-41**	Moderado
Fauna (Cóndor / Guanaco)	AC-1	Obrador Principal	-1	1	1	1	1	4	4	4	4	4	8	**-35**	Moderado
Fauna (Cóndor / Guanaco)	AC-2	Distribuidores/Rotondas	-1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	8	**-41**	Moderado
Fauna (Cóndor / Guanaco)	AC-3	Desbroce Superficial	-1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	8	**-41**	Moderado
Fauna (Cóndor / Guanaco)	AC-4	Mov. Suelo / Cajas	-1	1	8	1	4	4	4	4	4	4	8	**-52**	Severo
Fauna (Cóndor / Guanaco)	AC-5	Zanjeo / Trincheras	-1	1	2	4	4	4	4	4	4	4	8	**-43**	Moderado
Fauna (Cóndor / Guanaco)	AC-6	Consolidación / Ripio	-1	1	1	1	1	2	2	4	4	4	8	**-31**	Moderado
Fauna (Cóndor / Guanaco)	AC-7	Pozos / PTAR Obras	-1	1	1	1	1	4	4	4	4	4	8	**-35**	Moderado
Patrimonio Arqueológico	AC-1	Obrador Principal	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	Compatible
Patrimonio Arqueológico	AC-2	Distribuidores/Rotondas	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	Compatible
Patrimonio Arqueológico	AC-3	Desbroce Superficial	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	**-15**	Compatible
Patrimonio Arqueológico	AC-4	Mov. Suelo / Cajas	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	8	**-21**	Compatible

Patrimonio Arqueológico	AC-5	Zanjeo / Trincheras	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	8	**-21**	Compatible
Patrimonio Arqueológico	AC-6	Consolidación / Ripio	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	Compatible
Patrimonio Arqueológico	AC-7	Pozos / PTAR Obras	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	8	**-21**	Compatible

Tabla 34. Analítica de Parámetros - Fase 1 (Constructiva).

Factor Ambiental / Geoforma	AC-1	AC-2	AC-3	AC-4	AC-5	AC-6	AC-7
Aire (PM10 / Gases)	-21	-31	-34	-45	-38	-32	-28
Ruido (Presión Sonora)	-32	-35	-35	-43	-38	-38	-31
Geología / Terrazas Fluviales	-14	-28	-34	-43	-35	-26	-31
Geología / Planicies Glacilacustres	0	0	-31	-38	-31	-24	-24
Geología / Morenas y Geoformas	0	0	-24	-31	-28	-21	0
Geología / Bajos y Depresiones	0	0	-13	0	0	0	0
Geología / Planicie Aluvial y Cursos	0	0	0	0	0	0	0
Suelo (Entisoles / Erosión)	-28	-34	-43	-46	-41	-31	-38
Agua Subterránea (Calidad/Nivel)	-19	0	0	-14	-24	0	-28
Residuos Sólidos No Peligrosos (Inertes/Escombros)	-26	-16	-19	-52	-24	-16	-16
Residuos Peligrosos (Corrientes Y9 / Y48)	-19	0	0	-41	0	0	-19
Flora (Estepa / Distrito Subandino)	-31	-38	-67	-61	-45	0	-41
Fauna (Cóndor / Guanaco)	-35	-41	-41	-52	-43	-31	-35
Patrimonio Arqueológico	0	0	-15	-21	-21	0	-21

Tabla 35. Matriz de Interacción y Severidad - Fase 1 (Constructiva).

Rango Numérico (I)	Categoría de Impacto	Significado y Restricción Urbana	Color de Control
abs(I) < 25	Compatible / Irrelevante	Alteración mínima. El factor se recupera rápidamente.	Verde
25 <= abs(I) < 50	Moderado	Requiere medidas preventivas y mitigación estándar en el PGA.	Amarillo
50 <= abs(I) < 75	Severo	Modificación de gran magnitud. Requiere ingeniería correctiva.	Naranja
abs(I) >= 75	Crítico	Alteración irrecuperable. Activa exclusión absoluta.	Rojo

Tabla 36. Categorías de impacto.

5.4.2. FASE 2: OPERATIVA

En la fase operativa, el vuelco de 2.120 m³/día se concentra de forma localizada en el lecho de infiltración de 9,6 ha emplazado sobre las planicies aluviales del sudeste. Por ende, estos factores se desglosan reflejando la percolación continua hacia el subsuelo y la cercanía al Río de las Vueltas.

Factor Ambiental	Código	Acción del Proyecto	Signo	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Importancia	Categoría
Aire (Emisiones / Olores)	AO-1	Expl. Agua Pozos	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	Compatible
Aire (Emisiones / Olores)	AO-2	Central Térmica	-1	4	8	2	2	4	4	4	4	4	8	**-60**	Severo
Aire (Emisiones / Olores)	AO-3	Operación PTAR	-1	1	1	1	1	1	1	1	4	2	8	**-24**	Compatible
Aire (Emisiones / Olores)	AO-4	Vuelco / Infiltración	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	**-19**	Compatible
Aire (Emisiones / Olores)	AO-5	Redes / GLP / RSU	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	8	**-21**	Compatible
Aire (Emisiones / Olores)	AO-6	Rompevientos Riego	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	8	**21**	Compatible
Aire (Emisiones / Olores)	AO-7	Tránsito / Uso Urbano	-1	1	1	1	1	1	2	4	4	2	8	**-28**	Moderado
Ruido (Presión Sonora)	AO-1	Expl. Agua Pozos	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	Compatible
Ruido (Presión Sonora)	AO-2	Central Térmica	-1	1	8	1	1	1	4	4	4	4	8	**-46**	Moderado
Ruido (Presión Sonora)	AO-3	Operación PTAR	-1	1	1	1	1	1	4	4	4	4	8	**-32**	Moderado
Ruido (Presión Sonora)	AO-4	Vuelco / Infiltración	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	Compatible
Ruido (Presión Sonora)	AO-5	Redes / GLP / RSU	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	**-14**	Compatible
Ruido (Presión Sonora)	AO-6	Rompevientos Riego	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	**14**	Compatible
Ruido (Presión Sonora)	AO-7	Tránsito / Uso Urbano	-1	1	1	1	1	2	2	4	4	4	8	**-31**	Moderado
Geología / Terrazas Fluviales	AO-1	Expl. Agua Pozos	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	Compatible
Geología / Terrazas Fluviales	AO-2	Central Térmica	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	Compatible
Geología / Terrazas Fluviales	AO-3	Operación PTAR	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	Compatible
Geología / Terrazas Fluviales	AO-4	Vuelco / Infiltración	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	Compatible
Geología / Terrazas Fluviales	AO-5	Redes / GLP / RSU	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	8	**-21**	Compatible
Geología / Terrazas Fluviales	AO-6	Rompevientos Riego	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	Compatible
Geología / Terrazas Fluviales	AO-7	Tránsito / Uso Urbano	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	**-14**	Compatible
Geología / Planicies Glacilacustres	AO-1	Expl. Agua Pozos	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	Compatible
Geología / Planicies Glacilacustres	AO-2	Central Térmica	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	Compatible
Geología / Planicies Glacilacustres	AO-3	Operación PTAR	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	Compatible
Geología / Planicies Glacilacustres	AO-4	Vuelco / Infiltración	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	Compatible
Geología / Planicies Glacilacustres	AO-5	Redes / GLP / RSU	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	**-14**	Compatible
Geología / Planicies Glacilacustres	AO-6	Rompevientos Riego	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	Compatible
Geología / Planicies Glacilacustres	AO-7	Tránsito / Uso Urbano	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	**-14**	Compatible
Geología / Morenas y Geoformas	AO-1	Expl. Agua Pozos	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	Compatible
Geología / Morenas y Geoformas	AO-2	Central Térmica	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	Compatible
Geología / Morenas y Geoformas	AO-3	Operación PTAR	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	Compatible

Geología / Morenas y Geoformas	AO-4	Vuelco / Infiltración	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	Compatible
Geología / Morenas y Geoformas	AO-5	Redes / GLP / RSU	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	Compatible
Geología / Morenas y Geoformas	AO-6	Rompevientos Riego	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	Compatible
Geología / Morenas y Geoformas	AO-7	Tránsito / Uso Urbano	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	Compatible
Geología / Bajos y Depresiones	AO-1	Expl. Agua Pozos	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	Compatible
Geología / Bajos y Depresiones	AO-2	Central Térmica	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	Compatible
Geología / Bajos y Depresiones	AO-3	Operación PTAR	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	Compatible
Geología / Bajos y Depresiones	AO-4	Vuelco / Infiltración	-1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	8	**-38**	Moderado
Geología / Bajos y Depresiones	AO-5	Redes / GLP / RSU	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	Compatible
Geología / Bajos y Depresiones	AO-6	Rompevientos Riego	1	1	1	1	1	1	1	1	4	2	8	**24**	Compatible
Geología / Bajos y Depresiones	AO-7	Tránsito / Uso Urbano	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	Compatible
Geología / Planicie Aluvial y Cursos	AO-1	Expl. Agua Pozos	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	Compatible
Geología / Planicie Aluvial y Cursos	AO-2	Central Térmica	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	Compatible
Geología / Planicie Aluvial y Cursos	AO-3	Operación PTAR	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	Compatible
Geología / Planicie Aluvial y Cursos	AO-4	Vuelco / Infiltración	-1	2	8	2	2	4	4	4	4	4	8	**-54**	Severo
Geología / Planicie Aluvial y Cursos	AO-5	Redes / GLP / RSU	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	Compatible
Geología / Planicie Aluvial y Cursos	AO-6	Rompevientos Riego	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	**19**	Compatible
Geología / Planicie Aluvial y Cursos	AO-7	Tránsito / Uso Urbano	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	Compatible
Suelo (Entisoles / Saturación)	AO-1	Expl. Agua Pozos	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	Compatible
Suelo (Entisoles / Saturación)	AO-2	Central Térmica	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	Compatible
Suelo (Entisoles / Saturación)	AO-3	Operación PTAR	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	Compatible
Suelo (Entisoles / Saturación)	AO-4	Vuelco / Infiltración	-1	1	2	4	4	4	4	4	4	4	8	**-43**	Moderado
Suelo (Entisoles / Saturación)	AO-5	Redes / GLP / RSU	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	Compatible
Suelo (Entisoles / Saturación)	AO-6	Rompevientos Riego	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	8	**38**	Moderado
Suelo (Entisoles / Saturación)	AO-7	Tránsito / Uso Urbano	-1	1	1	1	1	1	2	4	4	2	8	**-28**	Moderado
Agua Subterránea (Hidrodinámica)	AO-1	Expl. Agua Pozos	-1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	8	**-38**	Moderado
Agua Subterránea (Hidrodinámica)	AO-2	Central Térmica	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	Compatible
Agua Subterránea (Hidrodinámica)	AO-3	Operación PTAR	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	Compatible
Agua Subterránea (Hidrodinámica)	AO-4	Vuelco / Infiltración	-1	2	8	2	4	4	4	4	4	4	8	**-56**	Severo
Agua Subterránea (Hidrodinámica)	AO-5	Redes / GLP / RSU	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	Compatible
Agua Subterránea (Hidrodinámica)	AO-6	Rompevientos Riego	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	Compatible
Agua Subterránea (Hidrodinámica)	AO-7	Tránsito / Uso Urbano	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	Compatible

Residuos Sólidos Urbanos (RSU Húmedos/Secos)	AO-1	Expl. Agua Pozos	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Compatible
Residuos Sólidos Urbanos (RSU Húmedos/Secos)	AO-2	Central Térmica	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Compatible
Residuos Sólidos Urbanos (RSU Húmedos/Secos)	AO-3	Operación PTAR	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Compatible
Residuos Sólidos Urbanos (RSU Húmedos/Secos)	AO-4	Vuelco / Infiltración	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Compatible
Residuos Sólidos Urbanos (RSU Húmedos/Secos)	AO-5	Redes / GLP / RSU	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	8	-21	Compatible
Residuos Sólidos Urbanos (RSU Húmedos/Secos)	AO-6	Rompevientos Riego	-1	1	1	1	1	1	2	4	4	2	8	-28	Moderado
Residuos Sólidos Urbanos (RSU Húmedos/Secos)	AO-7	Tránsito / Uso Urbano	-1	1	1	1	2	2	4	4	4	4	8	-34	Moderado
Residuos Especiales (Lodos de PTAR / AVU / RAEE)	AO-1	Expl. Agua Pozos	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Compatible
Residuos Especiales (Lodos de PTAR / AVU / RAEE)	AO-2	Central Térmica	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Compatible
Residuos Especiales (Lodos de PTAR / AVU / RAEE)	AO-3	Operación PTAR	-1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	8	-38	Moderado
Residuos Especiales (Lodos de PTAR / AVU / RAEE)	AO-4	Vuelco / Infiltración	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Compatible
Residuos Especiales (Lodos de PTAR / AVU / RAEE)	AO-5	Redes / GLP / RSU	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Compatible
Residuos Especiales (Lodos de PTAR / AVU / RAEE)	AO-6	Rompevientos Riego	-1	1	1	1	1	1	1	1	4	2	8	-24	Compatible
Residuos Especiales (Lodos de PTAR / AVU / RAEE)	AO-7	Tránsito / Uso Urbano	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Compatible
Flora (Humedales / Helófitas)	AO-1	Expl. Agua Pozos	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Compatible
Flora (Humedales / Helófitas)	AO-2	Central Térmica	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Compatible
Flora (Humedales / Helófitas)	AO-3	Operación PTAR	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Compatible
Flora (Humedales / Helófitas)	AO-4	Vuelco / Infiltración	-1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	8	-41	Moderado
Flora (Humedales / Helófitas)	AO-5	Redes / GLP / RSU	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Compatible
Flora (Humedales / Helófitas)	AO-6	Rompevientos Riego	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4	8	32	Moderado
Flora (Humedales / Helófitas)	AO-7	Tránsito / Uso Urbano	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	8	-21	Compatible
Fauna (Aves / Tránsito)	AO-1	Expl. Agua Pozos	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Compatible
Fauna (Aves / Tránsito)	AO-2	Central Térmica	-1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	8	-38	Moderado
Fauna (Aves / Tránsito)	AO-3	Operación PTAR	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	8	-21	Compatible
Fauna (Aves / Tránsito)	AO-4	Vuelco / Infiltración	-1	1	1	1	1	1	2	4	4	2	8	-28	Moderado
Fauna (Aves / Tránsito)	AO-5	Redes / GLP / RSU	1	1	1	1	1	1	1	1	4	2	2	18	Compatible

Fauna (Aves / Tránsito)	AO-6	Rompevientos Riego	1	1	1	1	1	1	2	4	4	2	8	**28**	Moderado
Fauna (Aves / Tránsito)	AO-7	Tránsito / Uso Urbano	-1	1	1	1	2	2	4	4	4	4	8	**-34**	Moderado
Socioeconómico (Descentralización)	AO-1	Expl. Agua Pozos	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	8	**38**	Moderado
Socioeconómico (Descentralización)	AO-2	Central Térmica	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	8	**41**	Moderado
Socioeconómico (Descentralización)	AO-3	Operación PTAR	1	1	4	2	4	4	4	4	4	4	8	**45**	Moderado
Socioeconómico (Descentralización)	AO-4	Vuelco / Infiltración	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	8	**41**	Moderado
Socioeconómico (Descentralización)	AO-5	Redes / GLP / RSU	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	8	**41**	Moderado
Socioeconómico (Descentralización)	AO-6	Rompevientos Riego	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	Compatible
Socioeconómico (Descentralización)	AO-7	Tránsito / Uso Urbano	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	8	**38**	Moderado

Tabla 37. Analítica de Parámetros - Fase 2 (Operativa)

Factor Ambiental / Geoforma	AO-1	AO-2	AO-3	AO-4	AO-5	AO-6	AO-7
Aire (Emisiones / Olores)	0	-60	-24	-19	-21	21	-28
Ruido (Presión Sonora)	0	-46	-32	0	-14	14	-31
Geología / Terrazas Fluviales	0	0	0	0	-21	0	-14
Geología / Planicies Glacilacustres	0	0	0	0	-14	0	-14
Geología / Morenas y Geoformas	0	0	0	0	0	0	0
Geología / Bajos y Depresiones	0	0	0	-38	0	24	0
Geología / Planicie Aluvial y Cursos	0	0	0	-54	0	19	0
Suelo (Entisoles / Saturación)	0	0	0	-43	0	38	-28
Agua Subterránea (Hidrodinámica)	-38	0	0	-56	0	0	0
Residuos Sólidos Urbanos (RSU Húmedos/Secos)	0	0	0	0	-21	-28	-34
Residuos Especiales (Lodos de PTAR / AVU / RAEE)	0	0	-38	0	0	-24	0
Flora (Humedales / Helófitas)	0	0	0	-41	0	32	-21
Fauna (Aves / Tránsito)	0	-38	-21	-28	18	28	-34
Socioeconómico (Descentralización)	38	41	45	41	41	0	38

Tabla 38. Matriz de Interacción y Severidad - Fase 2 (Operativa)

Rango Numérico (I)	Categoría de Impacto	Significado y Restricción Urbana	Color de Control
abs(I) < 25	Compatible / Irrelevante	Alteración mínima. El factor se recupera rápidamente.	Verde
25 <= abs(I) < 50	Moderado	Requiere medidas preventivas y mitigación estándar en el PGA.	Amarillo
50 <= abs(I) < 75	Severo	Modificación de gran magnitud. Requiere ingeniería correctiva.	Naranja
abs(I) >= 75	Crítico	Alteración irrecuperable. Activa exclusión absoluta.	Rojo

Tabla 39. Categorías de impacto.

5.5. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

La aplicación del Método de Criterios Relevantes Integrados (Vicente Conesa), considerando el análisis de exclusión de geoformas y la segmentación de las tareas de movimiento de tierras, ha generado una valoración de **SENSIBILIDAD MEDIA (0,435).** Este equilibrio ecológico frágil se desglosa analíticamente a continuación, destacando los aspectos más relevantes observados en cada etapa de control.

5.5.1. FASE CONSTRUCTIVA (FASE 1): EFICIENCIA DEL DISEÑO Y FRENTES DE OBRA PESADOS

El cronograma constructivo de 95,6 meses calendario (que integra las paradas por veda climática invernal) y la concentración de 200 operarios en terreno configuran el periodo de mayor exigencia física para el predio. Los hallazgos más significativos en esta fase son:

5.5.1.1. MITIGACIÓN POR EXCLUSIÓN DE GEOFORMAS CRÍTICAS

Al retraer el parcelamiento y las manzanas del cauce dinámico del Río de las Vueltas, el impacto potencial sobre la Planicie Aluvial y Cursos de Agua es nulo (0). Del mismo modo, los Bajos Topográficos y Depresiones registran un impacto marginal de **-13 (Compatible).** Esto demuestra que la decisión de diseño de conservar estas áreas como "infraestructura verde" absorbe de forma pasiva los riesgos de inundación media dictaminados por la Secretaría de Estado de Recursos Hídricos (SERH).

5.5.1.2. SEVERIDAD EN EL DESBROCE DE LA ESTEPA SUBANDINA

La remoción de la primera capa vegetal abarca un volumen neto de 196.449,60 m³. Esta acción fue evaluada como el impacto destructivo más severo de la Fase 1 **(-67 en Importancia),** debido a que elimina de forma directa la cobertura horizontal promedio del 60,8% dominada por el coirón amargo (*Pappostipa chrysophylla*). No obstante, la matriz ratifica una sensibilidad nula sobre bosque nativo dentro del AID.

5.5.1.3. VULNERABILIDAD DE ENTISOLES ANTE EL MOVIMIENTO DE SUELOS MASIVO

La excavación y nivelación de las cajas para calles y boulevards consolidan un balance de masa de 417.699,68 m³. Al despojar el terreno de su matriz biológica, los suelos catalogados como Entisoles (Torriortentes típicos) quedan expuestos a la intensa acción de los vientos del oeste (con promedios de 29,5 km/h en noviembre). Esta interacción genera una importancia de **-46 (Moderado Alto),** amenazando con activar procesos severos de erosión eólica y generación de polvo fugitivo (PM10).

5.5.1.4. IMPACTO CONTROLADO EN LAS TRINCHERAS DE SERVICIOS

Las excavaciones continuas en trinchera para las redes de agua, gas, cloacas y electricidad se proyectan a una cota de arranque de hasta 1,50 metros de profundidad (tapada mínima obligatoria de 1,20 m para evitar el taponamiento por congelamiento durante los 219 días de heladas medias anuales). Al confinarse de forma exclusiva sobre las Terrazas Fluviales, esta acción se estabiliza en un rango **Moderado de -41,** debido a que su persistencia es temporal y el suelo granular es reusado inmediatamente como material de tapada y arrime.

5.5.1.5. GENERACIÓN DE RESIDUOS

En esta fase, la generación de residuos está íntimamente ligada a la escala del balance de masa y al mantenimiento mecánico preventivo de la maquinaria pesada en el obrador.

- **Residuos Sólidos No Peligrosos (Inertes / Escombros)**

Registra un impacto **Severo de -52** al cruzarse con la acción de movimiento de suelos y cajas viales (AC-4). Esto se justifica por la enorme magnitud física de la tierra de excavación excedente, estimada en 190.000 m³ sueltos que no podrán ser compensados internamente y deberán ser transportados de forma continua hacia el vaciadero municipal de El Chaltén. Su aparición es

Inmediata (MO=4) y genera una carga logística significativa sobre una localidad con imposibilidad de expansión territorial. En contraste, los restos vegetales de desbroce (542.800 m³) se estabilizan en un rango **Compatible de -19** debido a que se prevé su reuso y acopio diferenciado dentro del predio para la parquización futura y el arrime de taludes.

- **Residuos Peligrosos (Corrientes Y9 / Y48)**

Evaluado con una importancia de **-41 (Moderado)** al interactuar con el movimiento de suelos (AC-4). La flota pesada operando a ritmo continuo demandará el recambio periódico de lubricantes de motor y fluidos hidráulicos, generando entre 1.200 y 1.500 litros mensuales de aceites usados (Y9) y de 80 a 120 kg/mes de filtros e insumos impregnados (Y48). El algoritmo de Conesa califica esta variable como moderada dado su carácter localizado e Indirecto (EF=1), condicionado a la obtención obligatoria del Certificado Ambiental Anual (CAA) ante la provincia y la trazabilidad mediante transportistas y operadores habilitados.

5.5.2. FASE OPERATIVA (FASE 2): PRESIÓN HIDRODINÁMICA Y EMISIONES DE AUTONOMÍA URBANA

Durante el funcionamiento permanente de la urbanización (diseñada para una población horizonte de 10.600 habitantes equivalentes), los impactos mecánicos directos cesan, transformándose en presiones de flujo e insumos continuos. Los aspectos observados más relevantes son:

5.5.2.1. SATURACIÓN Y PLUMA DE RECARGA ARTIFICIAL EN EL ACUÍFERO

El lecho de infiltración definitivo de 96.000 m² (9,6 hectáreas) recibirá de forma ininterrumpida un caudal cloacal medio depurado de 2.120 m³/día. La descarga de este volumen sobre un suelo franco-arenoso permeable genera una alteración calificada como **-56 (Severa)** en la hidrodinámica subterránea. El acuífero libre experimentará una sobreelevación local del nivel freático somero que modificará permanentemente las líneas de flujo escasas de la región.

5.5.2.2. ANTROPIZACIÓN FISONÓMICA DE LA PLANICIE DE INUNDACIÓN

Aunque el efluente biológico cumple estrictamente con los límites de la Disposición provincial 4/1996 (calidad objetivo de DBO ≤30 mg/l), la inyección constante de humedad en la planicie aluvial genera un impacto de **-54 (Severo).** El aporte hídrico forzará un proceso de gleización o hidromorfismo en el suelo, induciendo un reemplazo paulatino de la estepa xerófila por parches de vegetación hidrófila controlados por juncos *(Juncus balticus)* y *helófitas.*

5.5.2.3. CARGA ATMOSFÉRICA DE LA CENTRAL TÉRMICA OFF-GRID

Al operar de forma aislada a la red interconectada, la generación de energía mediante los 8 motores diésel Cummins demandará de forma constante 31.200 litros diarios de gasoil. Esta quema

permanente consolida un impacto **Severo de -60** en la calidad del aire del AII, debido a la inyección continua de gases de combustión (CO_2, NO_x y SO_x) en un entorno cordillerano prístino.

5.5.2.4. VECTOR SOCIOECONÓMICO ALTAMENTE POSITIVO

En contraposición, la puesta en marcha de la urbanización registra un beneficio calificado como **+59 (Severo Positivo)** en la dimensión demográfica e institucional. Al ofrecer suelo residencial planificado con servicios autónomos fuera de las restricciones de la Administración de Parques Nacionales (APN), el proyecto descomprime de manera real la crisis de saturación habitacional y de servicios que sufre el ejido confinado de El Chaltén, regulado por las Ordenanzas de emergencia N° 206/2022 y N° 262/2025.

5.5.2.5. GENERACIÓN DE RESIDUOS

Durante la vida útil urbana, los flujos se vuelven permanentes y predecibles, calculados para una población base de 4.000 habitantes en régimen intermedio.

- **Residuos Sólidos Urbanos (RSU Húmedos y Secos)**

Registra una importancia de **-34 (Moderada)** asociada al uso residencial ordinario (AO-7). La generación consolidada arroja un balance de masa continuo de 2,4 t/día de orgánicos húmedos y 1.600 kg/día de reciclables secos (plásticos, cartón y vidrio). El factor se estabiliza en este rango gracias a que la acción de Gestión de RSU (AO-5) actúa mitigando el vector mediante la implementación obligatoria de centros de disposición inicial con refugios cerrados comunitarios (*shelters*) provistos de canastos con trabas de seguridad antifauna capaces de resistir ráfagas superiores a los 100 km/h.

- **Residuos Especiales de Proceso (lodos de PTAR / AVU / RAEE)**

Su interacción más relevante se da con la operación de la planta de lodos activados (AO-3), arrojando un impacto **Moderado de -38.** El proceso de deshidratación mecánica forzada y purga de fangos biológicos crudos generará un volumen constante de 1,0 tonelada diaria de barros húmedos (al 20% de sequedad), consolidando 360 toneladas anuales de biosólidos que deberán ser espesados y trasladados de forma estanca hacia predios de disposición final autorizados.

5.6. MATRICES DE CONTINGENCIAS Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS.

Las matrices de contingencias parametrizan **eventos accidentales, probabilísticos o de fuerza mayor**. El objeto de esta herramienta es definir las barreras de prevención y los protocolos de acción inmediata para evitar que un incidente técnico se transforme en una degradación ambiental severa o crítica sobre el sensible ecosistema del Distrito Subandino.

5.6.1. CLASIFICACIÓN DE NIVEL DE RIESGO

El nivel de riesgo se establece cruzando la Probabilidad de Ocurrencia (Baja, Media, Alta) con la Magnitud de la Consecuencia (Leve, Moderada, Grave):

Nivel de Riesgo	Color de Control	Criterio de Gravedad Operativa	Protocolo de Activación en PGA
BAJO	Verde	Evento controlado de forma ultra-localizada.	Se resuelve con recursos ordinarios en el frente de trabajo inmediato.
MEDIO	Amarillo	Exige la movilización de cuadrillas específicas.	Activa las brigadas locales internas del obrador o de la administración del barrio.
ALTO	Rojo	Emergencia crítica de interfaz o ambiental.	Paralización inmediata de tareas y coordinación directa con Bomberos, SERH, APN o Vialidad.

Tabla 40. Matriz de Asignación y Clasificación de Riesgos.

5.6.2. MATRIZ DE CONTINGENCIAS

Se presentan las Matrices de Contingencias y Respuesta ante Emergencias para ambas fases:

FASE 1: CONSTRUCTIVA

Esta matriz cubre los accidentes operacionales asociados al uso intensivo de la flota pesada, el acopio de sustancias peligrosas en el obrador de 10.000m^2 y las tareas de excavación masiva sobre los Entisoles del predio.

FASE 2: OPERATIVA O DE FUNCIONAMIENTO URBANO

Esta matriz cubre los eventos accidentales derivados del funcionamiento continuo de los sistemas autónomos de generación termoeléctrica, la red de GLP y el lecho de infiltración cloacal de 9,6 ha.

Matriz de Contingencias - Fase 1: Constructiva

Plan de Respuesta a Emergencias y Gestión de Riesgos Accidentales

Evento / Riesgo de Contingencia	Probabilidad	Consecuencia	Nivel de Riesgo	Medidas Preventivas (Barrera 1)	Acciones de Respuesta Inmediata (Barrera 2)	Actores Responsables
Derrame accidental de hidrocarburos / aceites usados (Y9) en suelos permeables durante el trasvase de combustible (4.919 L/día).	Media	Moderada	MEDIO	• Uso obligatorio de bateas de contención móviles en el camión cisterna (30 m³). • Inspección diaria de mangueras y acoples de la flota pesada.	• Parada de emergencia de bombas de trasvase. • Aplicación de material absorbente (aserrín/turba) en el suelo afectado. • Confinamiento y retiro del suelo como residuo peligroso (Y48).	Jefe de Obrador / Responsable de CyMAT.
Incendio de interfaz (Estepa - Obrador) provocado por chispas en tareas de soldadura al arco en pañol técnico o ráfagas intensas de viento del oeste.	Baja	Grave	ALTO	• Colocación obligatoria de biombos opacos e ignífugos en talleres. • Limpieza y desbroce perimetral (20 m) de seguridad alrededor del obrador.	• Activación de alarma general del campamento. • Ataque inicial con matafuegos clase ABC y uso de camión regador (15.000 L) como autobomba auxiliar. • Convocatoria a Bomberos de El Chaltén.	Brigada de Emergencia del Obrador / CyMAT.
Afectación física por intrusión mecánica de maquinaria pesada en Bajos Topográficos o Mallines de Juncus balticus protegidos.	Baja	Moderada	MEDIO	• Delimitación física y balizamiento con estacas y cinta reflectiva de las áreas de exclusión previo al movimiento de suelos. • Prohibición de circulación fuera de trazas viales autorizadas.	• Orden de paralización inmediata de la excavadora involucrada. • Retiro asistido de la maquinaria mediante eslingas de lona. • Evaluación técnica del daño edáfico y botánico por el consultor ambiental.	Inspector de Obra / Consultor Ambiental.
Voladura masiva de polvo fugitivo (PM10) ante ráfagas extraordinarias de viento del oeste que superen los 100 km/h.	Alta	Leve	MEDIO	• Suspensión de tareas de excavación de cajas viales si el viento supera los 60 km/h. • Humectación programada de acopios finos a cielo abierto.	• Cobertura inmediata de acopios con lonas en lías tensadas. • Activación del circuito continuo del camión regador sobre las calzadas de suelo desnudo expuestas.	Operador de Camión Regador / Capataz de Vías.
Congelamiento crítico de suelo y rotura de cañerías enterradas por heladas extremas de hasta -25,7 °C.	Media	Moderada	MEDIO	• Verificación estricta de la cota de tapada mínima obligatoria a 1,20 metros por debajo del nivel de rasante natural. • Uso de cañerías de PVC de alta durabilidad.	• Aislamiento del tramo fisurado mediante el cierre de válvulas exclusivas. • Excavación mecánica localizada y reemplazo del conducto dañado utilizando mantas térmicas de curado temporario.	Cuadrilla de Infraestructura Sanitaria.

Tabla 41. Matriz de Contingencias - Fase 1: Constructiva.

Matriz de Contingencias - Fase 2: Operativa

Plan de Respuesta a Emergencias y Gestión de Riesgos Accidentales

Evento / Riesgo de Contingencia	Probabilidad	Consecuencia	Nivel de Riesgo	Medidas Preventivas (Barrera 1)	Acciones de Respuesta Inmediata (Barrera 2)	Actores Responsables
Fuga masiva o derrame en el parque de tanques de GasOil de la central técnica (180.000 L totales de stock).	Baja	Grave	**ALTO**	• Batea de contención civil estanca integrada con capacidad superior al 110% del volumen nominal. • Monitoreo continuo mediante sondas magnetostrictivas inalámbricas (±0,1 mm).	• Activación de válvulas de parada de emergencia (ESD) en el puente de carga. • Bombeo del combustible remanente hacia el tanque de reserva libre. • Aplicación de espumas químicas de extinción si hay riesgo de ignición.	Técnico Operador de la Usina / Consorcio de Administración.
Falla crítica en reactores de la PTAR (2.120 m³/día) provocando vuelco de efluente crudo o sin desinfectar al lecho.	Baja	Grave	**ALTO**	• Diseño modular N+1 con división física estanca en reactores y celdas de decantación independientes. • Sensores automatizados de cloro residual libre y sopladores de respaldo.	• Desvío automático del flujo cloacal crudo hacia la celda modular de ecualización y almacenamiento de contingencia. • Inyección forzada de hipoclorito de sodio comercial (10% a 15%) para cloración de choque.	Ingeniero Sanitario de Planta / Operadores de Turno.
Fuga de GLP en planta de vaporización central / zepelines por falla mecánica de válvulas o contracción térmica extrema.	Baja	Grave	**ALTO**	• Uso exclusivo de tanques horizontales ASME provistos de válvulas shut-off de corte rápido y mangueras con acoples anti-ruptura. • Inyección continua de agente odorizante químico.	• Cierre automático automatizado del tramo troncal por caída de presión. • Evacuación preventiva de los sectores comerciales colindantes al Centro Cívico (Oeste). • Dispersión del gas mediante cortinas de agua nebulizada.	Consorcio de Administración / Planta de GLP Técnica.
Incendio forestal / interfaz sobre cortinas rompevientos de álamos (Populus nigra) colindantes al Parque Nacional Los Glaciares.	Media	Grave	**ALTO**	• Mantenimiento de la red de canales y riego por goteo automatizado activo para evitar material seco combustible. • Poda regular de ramas bajas para mantener el estrato libre.	• Activación del protocolo de contingencia conjunto con la Administración de Parques Nacionales (APN). • Apertura de cortafuegos mecánicos perimetrales con maquinaria comunitaria. • Uso de la reserva hídrica de la cisterna central.	Dirección de Emergencias del Consorcio / Guardaparques APN.
Falla lumínica general e intrusión lumínica hacia el interior del área protegida nacional en el sector oeste del polígono.	Media	Leve	**BAJO**	• Uso exclusivo de luminarias LED públicas apantalladas y direccionadas 100% hacia el suelo. • Sistemas automatizados de telegestión y fotocélulas.	• Detección del nodo con falla de apantallamiento mediante el software de telegestión urbana. • Apagado selectivo automático del tramo del anillo afectado. • Reemplazo físico de la luminaria dañada por personal técnico en un plazo menor a 12 horas.	Técnico Electricista del Consorcio / Mantenimiento Urbano.

Tabla 42. Matriz de Contingencias - Fase 2: Operativa.

5.7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los valores numéricos de Importancia (I) expuestos en las matrices e informes precedentes representan escenarios de Impacto Potencial. Es decir, determinan el nivel de gravedad teórica de la alteración asumiendo que las actividades se ejecutan sin un control técnico riguroso en el territorio.

Por consiguiente, la transición definitiva desde un proyecto con amenazas severas o moderadas hacia un desarrollo inmobiliario sustentable y armónico con el Parque Nacional Los Glaciares depende en su totalidad de la implementación obligatoria, estricta y vinculante del Plan de Gestión Ambiental (PGA) que se desarrollará en el próximo capítulo.

La importancia de su desarrollo y ejecución radica en los siguientes ejes de control:

Mecanismo de Conversión Real de Impactos: El PGA instrumenta los programas de mitigación (tales como el riego sistemático con camiones cisterna de 15.000 l para frenar la erosión de los Entisoles o la instalación de los shelters cerrados con trabas de seguridad antifauna para RSU). Estas acciones reducen las calificaciones potenciales de rango Severo o Moderado a niveles Compatibles y tolerables en la práctica.

Control de la Pluma Química Subterránea: El plan definirá el Programa de Monitoreo Hidrogeológico, estableciendo la instalación de pozos de observación (freatímetros) aguas abajo del lecho de infiltración de 9,6 hectáreas. Esto permitirá auditar mediante análisis de laboratorio que los niveles de nitrógeno y fósforo en el estrato poroso no superen la capacidad de carga del sitio, resguardando la calidad del agua compartida regionalmente con la cuenca del Lago Viedma.

Garantía de Inviolabilidad Física de Áreas de Exclusión: El PGA normará el balizamiento y cercado temporal estricto de los Bajos Topográficos, Depresiones y Mallines de Juncus balticus previo al ingreso de las orugas pesadas, transformando la prohibición teórica del diseño en una restricción física real en el frente de obra.

Programa de Gestión de Suelos Excedentes: El contratista vial deberá presentar un plano de altimetría detallado para coordinar el uso de los 190.000 m³ de tierra sobrante como suelo de arrime en la base de las rotondas de la RP N° 23 y rampas de acceso técnico, evitando saturar la capacidad de recepción del vaciadero de El Chaltén.

Infraestructura del Almacenamiento Técnico de Residuos Peligrosos: El obrador de la Fase 1 deberá contar obligatoriamente con un pañol techado, con piso impermeabilizado resistente a hidrocarburos y provisto de bandejas de contención secundaria plástica para estibar de forma segura los tambores de aceites Y9 y filtros usados antes de su despacho trimestral.

Plan de Hibridación Energética: Para mitigar el impacto severo de los grupos electrógenos, el capítulo siguiente estructurará el cronograma técnico para la incorporación progresiva de sistemas

fotovoltaicos y aerogeneradores de media potencia conectados al anillo de 13,2 kV, con el objeto de reducir el consumo de 31.200 l/día de gasoil a mediano plazo.

Optimización de Biosólidos y AVU: El consorcio operacional de la Fase 2 deberá instrumentar el secado de lodos mediante filtros prensa o playas de secado de alta eficiencia y coordinar con el municipio el circuito de recolección de los 350 litros mensuales de Aceites Vegetales Usados (AVU) para su reconversión regional en biodiesel o jabón industrial.

Las matrices de Contingencias se consolidan como las directrices operativas para el Capítulo del Plan de Gestión Ambiental (PGA). La asignación numérica del riesgo inherente demuestra que, si bien el Proyecto Urbanístico KAIKEN SUR presenta contingencias potencialmente críticas debido a su escala e independencia logística (off-grid, GLP e infiltración de gran volumen), cada una de estas amenazas cuenta con barreras de ingeniería específicas integradas en el master plan

El próximo capítulo normalizará las frecuencias de los simulacros, la composición de las brigadas de emergencia formadas por los propios operarios y residentes, y el presupuesto de auditoría destinado a la reposición de consumibles de contingencia (como paños absorbentes Y48, barreras de contención química y sensores hidrostáticos de respaldo), garantizando el cumplimiento irrestricto de las normativas de Higiene, Seguridad y Medio Ambiente.

CAPITULO VI - Gestión Ambiental

ÍNDICE

CAPÍTULO VI: GESTIÓN AMBIENTAL 195
6.1. INTRODUCCIÓN 195
6.2. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN EN LA FASE CONSTRUCTIVA (FASE 1) 195
6.2.1. INGENIERÍA Y GESTIÓN DE SUELOS EXCEDENTES Y CAPA ORGÁNICA (TOP SOIL) 195
6.2.2. CONTROL DE POLVO FUGITIVO, EMISIONES ATMOSFÉRICAS Y MITIGACIÓN ACÚSTICA 196
6.2.3. CRITERIOS DE INGENIERÍA PARA CAMINOS, CANALES, CORTES Y RELLENOS 197
6.2.4. MANEJO INTEGRADO DE RESIDUOS DE OBRA Y SUSTANCIAS PELIGROSAS 198
6.2.5. PROTECCIÓN BIÓTICA DE FLORA, FAUNA Y CONTROL DE INCENDIOS DE INTERFASE .. 200
6.2.6. PROTOCOLO DE ACCIÓN ANTE HALLAZGOS FORTUITOS ARQUEOLÓGICOS O PALEONTOLÓGICOS 201
6.3. PROGRAMA DE MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN EN LA FASE OPERATIVA 202
6.3.1. PROTECCIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS Y GESTIÓN DE EFLUENTES LÍQUIDOS 202
6.3.2. MANEJO DE FLORA, FAUNA Y CONECTIVIDAD ECOLÓGICA" 203
6.3.3. PRESERVACIÓN DEL PAISAJE, CONTROL LUMÍNICO Y EFECTO DE BORDE 204
6.3.4. GESTIÓN INTEGRAL Y DIFERENCIADA DE RESIDUOS SÓLIDOS 205
6.3.5. PLAN DE MONITOREO AMBIENTAL OPERATIVO (PMA) 206
6.4. PROGRAMA DE RECOMPOSICIÓN Y REHABILITACIÓN DE PASIVOS AMBIENTALES TEMPORALES 206
6.4.1. RESPONSABILIDADES CONTRACTUALES Y ADMINISTRATIVAS 207
6.4.2. PROTOCOLO TÉCNICO DE RESTITUCIÓN TOPOGRÁFICA Y ACONDICIONAMIENTO CIVIL 207
6.4.3. CLAUSURA FÍSICA Y SANEAMIENTO DEL OBRADOR TEMPORAL (10.000m^2) 209
6.4.4. INSPECCIÓN DE CONFORMIDAD Y AUDITORÍA DE CIERRE 209
6.5. PLAN DE CONTINGENCIAS Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS 209
6.5.1. SÍNTESIS DEL ANÁLISIS Y CATEGORIZACIÓN DE RIESGOS INHERENTES 210
6.5.2. ORGANIZACIÓN HUMANA Y ROLES DE CONTINGENCIA (CADENA DE MANDO) 210
6.5.3. INVENTARIO DE EQUIPOS, MATERIALES E INSUMOS DE MITIGACIÓN 213
6.5.4. MANUAL DE PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS DE CAMPO (IMPRESO EN SITIO) 213
6.5.5. PROGRAMA DE CAPACITACIÓN, SIMULACROS Y AUDITORÍA DEL PLAN 215

Tablas

Tabla 43. Plan de Monitoreo de Indicadores Bióticos (Flora y Fauna). 206

Tabla 44. Organigrama de la Cadena de Mando ante Emergencias. 212

CAPÍTULO VI: GESTIÓN AMBIENTAL

6.1. INTRODUCCIÓN

El presente capítulo constituye el instrumento de gestión del Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) para el "Proyecto Urbanístico KAIKEN SUR". Una vez identificadas y evaluadas cuali-cuantitativamente las alteraciones potenciales sobre el medio físico, biótico y socioeconómico en el capítulo precedente, el Plan de Gestión Ambiental (PGA) se estructura con el objeto de diseñar, programar e implementar las medidas de mitigación, prevención, corrección, compensación y monitoreo ambiental que guiarán las fases de construcción, operación y cese de obras del emprendimiento.

El diseño de este PGA cumple con los presupuestos mínimos establecidos para proyectos clasificados bajo la Categoría II de complejidad e impacto ambiental, de conformidad con la normativa ambiental vigente en la Provincia de Santa Cruz.

La inclusión del Proyecto Urbanístico KAIKEN SUR dentro de la Categoría II define un escenario de complejidad ambiental moderada, caracterizado por impactos potenciales medianamente significativos, pero de carácter localizado, reversible y técnicamente mitigables.

Por consiguiente, este PGA ha sido diseñado mediante la ejecución sistemática de los programas aquí detallados, para garantizar la absorción de las perturbaciones antrópicas, impidiendo la manifestación de daños ambientales colectivos o degradaciones sistémicas de carácter irreversible en el entorno regional.

6.2. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN EN LA FASE CONSTRUCTIVA (FASE 1)

El cronograma de movimientos de tierra y apertura de infraestructura vial, planificado para extenderse por 95,6 meses calendario, demanda la aplicación de un conjunto riguroso de medidas protectoras en el terreno natural. A partir de los resultados analíticos obtenidos mediante la matriz de Conesa Vicente, donde acciones como el desbroce superficial y la apertura de cajas viales registraron impactos potenciales severos, se instrumentan las siguientes directrices y pautas técnicas operativas de cumplimiento obligatorio para todo el personal y empresas contratistas:

6.2.1. INGENIERÍA Y GESTIÓN DE SUELOS EXCEDENTES Y CAPA ORGÁNICA (TOP SOIL)

A fin de garantizar una adecuada gestión, preservación y recuperación del recurso edáfico frente a los frentes de excavación masiva (640.804,65m^3 netos previstos), se implementarán las siguientes pautas de manejo del suelo vegetal:

- **Segmentación del Perfil y Desbroce**: Para cualquier tipo de remoción o movimiento de

suelos, se respetará de manera estricta el orden del perfil de los primeros 30 cm de espesor superficial correspondientes al horizonte orgánico (*top-soil*). Este volumen se extraerá mecánicamente y colocará por separado, prohibiéndose su mezcla o contaminación con el material inerte inferior.

- **Restricciones en la Disposición de Acopios:** Los acopios temporales de suelo vegetal se dispondrán de forma que no interrumpan los drenajes naturales de agua ni afecten mallines, vegas o microdepresiones topográficas. No se realizará la disposición de estos depósitos en zonas bajas de acumulación hídrica, debiendo emplazarse en sectores estables de terrazas. Para preservar las propiedades bióticas y facilitar la aireación del material que sustentará la revegetación futura, los acopios no superarán una altura máxima de 2,00 metros, prohibiéndose de forma absoluta la circulación de vehículos o maquinaria sobre ellos.
- **Protección contra la Erosión Eólica de Acopios:** Para evitar la degradación del suelo y la dispersión de material fino por acción de los intensos vientos de la región, los depósitos se ubicarán al resguardo de las ráfagas predominantes y se identificarán mediante cartelería técnica que especifique su cubicación y nomenclatura. En acopios de largo período, se construirán estructuras superficiales de derivación de agua a intervalos y ángulos apropiados.
- **Destino Exclusivo y Cierre de Áreas:** No podrá utilizarse suelo vegetal orgánico como material de relleno estructural en construcciones o subbases viales. Su uso queda restringido para tareas de recuperación, saneamiento y cierre definitivo de áreas, siendo el último estrato en colocarse sobre la superficie para restituir la secuencia original del terreno. Al finalizar las obras en una plataforma, se ejecutará la restitución topográfica, el perfilado, el contorneo de taludes, el escarificado del suelo compactado y la distribución del suelo vegetal preservado, previo al retiro total de equipos y limpieza del sector. El área contratista enviará evidencia fotográfica y las coordenadas GPS de cumplimiento a la Gerencia de ambiente.

6.2.2. CONTROL DE POLVO FUGITIVO, EMISIONES ATMOSFÉRICAS Y MITIGACIÓN ACÚSTICA

Para mitigar los vectores difusos de material particulado en suspensión (PM10) e incremento de presión sonora en los frentes de obra mecánicos, se establecen las siguientes obligaciones operativas:

- **Gestión del Riego Vial:** Se realizará un control de polvo y material en suspensión en todos los frentes de obra activos, principalmente durante las actividades de transporte, excavación, relleno y nivelación. Todos los caminos de acarreo internos y desvíos requerirán de riego periódico con agua mediante camiones cisterna. Para efectuar el riego, el contratista deberá

solicitar previamente un permiso técnico, la cual indicará de forma restrictiva la toma de agua autorizada y el volumen máximo permitido.

- **Límites de Velocidad de la Flota**: Todo conductor vehicular de equipos pesados y livianos debe respetar estrictamente, durante el 100% del tiempo de trabajo, las velocidades límites de conducción establecidas en el predio. Esta medida mitiga de manera directa la cantidad de polvo fugitivo generado por el tránsito y optimiza la seguridad vial. Se investigará y aplicará el uso de productos supresores químicos de polvo en caminos de largo período si fuera necesario.
- **Mantenimiento Técnico y Control de Ruido:** El contratista realizará un mantenimiento preventivo periódico a sus equipos de combustión interna con el objeto de optimizar su funcionamiento y mitigar la emisión de gases diésel (CO_2, NO_x , SOx). No se aceptará en los frentes de obra el uso de equipos antiguos o con desperfectos mecánicos que generen niveles de ruido superiores al estándar normal de su operación. Queda prohibido iniciar cualquier tipo de incendio o quema de materiales a cielo abierto.

6.2.3. CRITERIOS DE INGENIERÍA PARA CAMINOS, CANALES, CORTES Y RELLENOS

Las obras de tierras para la conformación de calzadas principales (boulevards) y secundarias se ejecutarán bajo procedimientos normalizados para evitar fisuras, fallas mecánicas o erosión hídrica superficial:

Drenaje Hidráulico de Calzadas: Los caminos y accesos viales deben construirse con un control adecuado para el drenaje de las aguas de precipitaciones y deshielos estacionales, extendiendo este criterio a los caminos de vinculación comunitaria. Los perfiles viales contarán con una corona o pendiente transversal abovedada adecuada para estimular el drenaje hacia las zanjas de la orilla del camino. Las zanjas laterales se dimensionarán con el tamaño de diseño apropiado para contener la escorrentía de la cuenca, incorporando alcantarillas con espacios técnicos adecuados para el desagüe.

Barreras contra la Erosión Hídrica: En calzadas permanentes se construirán diques a la orilla del camino y estructuras de descarga protegidas de la erosión hídrica mediante revestimientos de roca, concreto, ripio seleccionado o lechadas de cemento. Los caminos temporales que permanezcan operativos durante una temporada completa de deshielo deberán implementar estos mismos métodos de protección. El escurrimiento de aguas limpias o no contactadas será desviado de forma independiente fuera o en dirección contraria a las trazas viales de obra.

Canales de Desvío: Los canales de desvío pluvial transitorios contarán con el tamaño consistente con los diseños hidráulicos fundamentados por la ingeniería, utilizándose materiales sin potencial de generación de drenaje ácido. Las curvas de los canales serán reforzadas o escudadas

mecánicamente para reducir desbordes locales, y los canales construidos sobre sectores de relleno deberán ser sellados y blindados para prevenir filtraciones hacia el subsuelo. Toda estructura de captura de sedimentos y trampa de lodo se mantendrá y limpiará regularmente.

Estabilización de Taludes en Cortes y Rellenos: No se podrá realizar la ejecución de rellenos sueltos o deposición de material de relleno suelto en caminos de corte/relleno; el material excavado se colocará en elevaciones compactadas mecánicamente de forma aceptable geotécnicamente o se trasladará a un acopio designado. Los ángulos para taludes en sectores de corte se limitarán a una relación típica de 3:1 o menos para permitir una revegetación futura efectiva, mientras que en los sectores de relleno las pendientes se mantendrán en una relación de 2,5:1 o menos. Durante la exposición temporal de los taludes cortados o rellenos, se implementarán de forma inmediata medidas eficientes para controlar la escorrentía superficial, tales como la revegetación, barreras de filtración de juncos, mallas de yute o geoceldas estructuradas. Se proveerán drenajes resistentes a la erosión a lo largo de la zona interfacial de los rellenos y el suelo natural, prohibiéndose la colocación de rellenos o sus bases (pies de talud) sobre drenajes naturales o líneas de escurrimiento restringido.

6.2.4. MANEJO INTEGRADO DE RESIDUOS DE OBRA Y SUSTANCIAS PELIGROSAS

Para evitar riesgos sanitarios y la contaminación química del terreno permeable durante la Fase Constructiva, la gestión de desechos se apoyará en las siguientes directrices básicas:

Segregación y Orden en Contenedores: Los residuos domésticos e industriales no peligrosos generados por los frentes de trabajo y campamentos se dispondrán de forma inmediata en los volquetes, recipientes plásticos y tambores sectorizados dispersos en las zonas de obra según el volumen previsto. Queda prohibido permitir el llenado de los recipientes por encima del 75% de su capacidad nominal para evitar desbordes accidentales. Todos los volquetes con residuos en su interior deberán permanecer cubiertos con redes para evitar que el viento disperse los materiales ligeros. El contratista será el responsable de mantener el orden y la limpieza absoluta en los alrededores de su zona de volquetes.

Gestión de Residuos Peligrosos Industriales: Los aceites lubricantes usados derivados del recambio de motores de la flota pesada (corriente Y9) y los sólidos contaminados como trapos, estopas, guantes e insumos impregnados con hidrocarburo (corriente Y48) se confinarán en tambores herméticos y bolsas plásticas transparentes dentro del contenedor rojo estanco dispuesto en el obrador. Para el manejo de grandes volúmenes líquidos o suelos impactados accidentalmente en frentes de obra, se coordinará inmediatamente con el responsable ambiental del predio para asignar el espacio de acopio estanco provisto de bandejas de contención secundaria. El traslado de efluentes líquidos hacia los repositorios de seguridad autorizados se operará mediante camiones cisterna de succión al vacío. El material sobrante inerte de construcción (escombros y retazos de

hormigón) y los recortes plásticos de cañerías de PVC o PEAD de redes se derivarán de forma ordenada hacia el vaciadero autorizado.

6.2.5. DISEÑO DE RECINTO DE ACOPIO DE RESIDUOS PELIGROSOS

Se detalla la localización, características constructivas y medidas de seguridad del Recinto de Acopio Temporal de Residuos Peligrosos Industriales en Obra, en cumplimiento de la Ley Provincial N.º 2567, el Decreto Reglamentario N.º 712/02 (Anexo A) y la Ley Nacional N.º 24.051.

1.Localización:

El depósito de acopio transitorio se emplazará dentro del predio del Obrador Principal (ubicado en el acceso norte sobre la RP N° 23), en un sector de bajo tránsito peatonal, fuera de las líneas de escurrimiento natural de aguas pluviales y a una distancia mínima de seguridad de 50 metros de comedores, oficinas y módulos habitacionales.

2.Características Constructivas y Diseño Antiderrame:

Platea de Fundado e Impermeabilización: Piso de hormigón armado de alta resistencia química, impermeable y terminado con revestimiento epóxico.

Batea de Contención Secundaria: Construcción de un zócalo/pretil perimetral de hormigón de 20 cm de altura, configurando una batea de retención con capacidad volumétrica superior al 110% del recipiente de mayor volumen almacenado o al 25% del volumen total acopiado.

Cobertura y Ventilación: Estructura metálica estanca con cerramiento perimetral y techo a dos aguas para evitar el ingreso de agua de lluvia o nieve y la acción eólica. Ventilación cruzada alta y baja con rejillas antichispa para prevenir la acumulación de vapores orgánicos volátiles.

Cerramiento de Seguridad: Perímetro cerrado mediante malla olímpica o portón con traba de seguridad, con acceso restringido exclusivamente al personal técnico capacitado en el manejo de sustancias peligrosas.

3.Almacenamiento y Segregación por Corrientes (Contenedores Rojos):

Corriente Y9 (Aceites lubricantes y fluidos hidráulicos usados): Almacenamiento en tambores metálicos o recipientes de PEAD de 200 litros, estancos, cerrados y provistos de válvulas de alivio o tapas con aro de seguridad.

Corriente Y48 (Filtros de aceite/combustible, trapos, guantes y absorbentes contaminados con Y9): Disposición en contenedores estancos de color rojo normalizados, rotulados e identificación del código de Y-Hazard. - Las bandejas antiderrame secundarias se ubicarán debajo de cada batería de tambores.

4.Mantenimiento, Trazabilidad y Gestión de Retiro:

El plazo máximo de almacenamiento transitorio in situ no superará los 180 días.

Se mantendrá un Libro de Registro de Generación y Acopio en Obra, archivando Manifiestos de Transporte y Certificados de Tratamiento.

La recolección y transporte final será contratado con operadores e inscriptos en el Registro Provincial de Generadores, Transportistas y Operadores de Residuos Peligrosos de Santa Cruz.

6.2.6. PROTECCIÓN BIÓTICA DE FLORA, FAUNA Y CONTROL DE INCENDIOS DE INTERFASE

El desarrollo de las tareas mecánicas pesadas al aire libre se ajustará a las pautas de manejo biótico del predio para mitigar perturbaciones sobre las comunidades y hábitats compartidos con las áreas naturales protegidas linderas:

Exclusión de Humedales y Vegas: Los humedales (vegas) y los márgenes de los cursos de agua temporales quedan clasificados estrictamente como zonas de exclusión de alta sensibilidad ambiental. Se prohíbe de manera absoluta el desbroce, el movimiento de suelos, el tránsito de maquinaria pesada, el acopio de materiales de construcción o la instalación de estructuras temporales (como obradores auxiliares o campamentos) dentro de estos polígonos y sus áreas de influencia. Esta barrera protege la cobertura de flora hidrófila de *Juncus balticus y Caltha sagittata* y resguarda los nichos de nidificación y madrigueras de la avifauna y mastofauna silvestre.

Rampas de Escape en Zanjas de Servicios: Durante la apertura de trincheras continuas para el tendido subterráneo de redes de infraestructura de servicios, los frentes de excavación abiertos deben contar con rampas de escape perimetrales con pendientes suaves inferiores a 45°. Esta medida de ingeniería previene de forma directa el confinamiento, atrapamiento o mortandad por caída de fauna terrestre de hábitos fosoriales (como el piche *Zaedyus pichiy* o pequeños roedores nativos).

Permeabilidad Biológica e Infraestructura: El diseño de los cerramientos perimetrales provisionales de las áreas de obra garantizará la permeabilidad biológica para evitar la fragmentación de hábitats compartidos con el Parque Nacional Los Glaciares. Se prohíbe la instalación de cercos continuos con alambre de púas o estructuras opacas que interrumpan las

rutas de desplazamiento y dispersión del guanaco (Lama guanicoe). En caso de requerirse el montaje de líneas de distribución eléctrica interna temporales, estas contarán con dispositivos mecánicos de señalización y/o desviadores de vuelo (balizas anticolisión) espaciados técnicamente para prevenir la electrocución de la avifauna con valor especial de conservación (*Vultur gryphus, Geranoaetus melanoleucus y Polyborus plancus*).

Fajas de Seguridad contra Incendios en Áreas OTBN: Para mitigar el riesgo de incendios de interfase hacia las masas boscosas nativas del género *Nothofagus* (lenga y ñire) cartografiadas en Amarillo y Rojo en el AII circundante (sector Bahía Túnel), se implementarán fajas de seguridad perimetrales limpias de material combustible de un ancho mínimo de 20 metros alrededor del Obrador Principal y de los frentes de soldadura al arco. Se mantendrán operativos protocolos de supresión de fuego rápidos con extintores clase ABC y el apoyo del camión regador como autobomba auxiliar ante ráfagas de viento extremas.

Conducta del Personal y Restricciones de Caza: Se capacitará a todo el personal de obra para mantener una conducta amigable con la fauna silvestre, reduciendo el riesgo de atropellamientos mecánicos. Queda prohibida la portación de cualquier tipo de arma de fuego durante la actividad laboral en el predio. Asimismo, se prohíben de forma absoluta las actividades de caza, pesca, transporte, tenencia, hostigamiento o comercio de especímenes en las áreas de obra, incluyendo la compra o trueque a lugareños de animales silvestres vivos, embalsamados, pieles o subproductos. Todos los residuos domésticos de comedores se almacenarán diariamente de forma hermética fuera del alcance de vectores animales, debiendo reportarse de forma inmediata a la Gerencia de Ambiente cualquier ejemplar hallado muerto accidentalmente en los accesos.

6.2.7. PROTOCOLO DE ACCIÓN ANTE HALLAZGOS FORTUITOS ARQUEOLÓGICOS O PALEONTOLÓGICOS

Ante la probabilidad física de interceptar vestigios culturales o registros fósiles no identificados previamente en la línea de base durante las excavaciones de cajas viales y zanjeos profundos en trinchera, se aplicará de forma estricta el siguiente procedimiento de acción al amparo de la Ley Nacional Nº 25.743 y las Leyes Provinciales N° 3.137 y N° 3.138:

Descubrimiento por Azar──> PARALIZACIÓN INMEDIATA DEL FRENTE DE OBRA (AC-4 / AC-5)

• No mover las piezas • Vallado y aislamiento perimetral estanco del sector

• Registro de posición • Toma de coordenadas GPS exactas del hallazgo fortuito

• Notificación Oficial • Aviso formal en <24 h a Dirección de Patrimonio Cultural (Río Gallegos)

• Peritaje Técnico • Suspensión temporal hasta dictamen vinculante del arqueólogo provincial

Paralización de Obras: Ante el descubrimiento accidental en superficie o estratigrafía de cualquier manifestación material (como instrumentos de piedra, restos de cerámica, tumbas antiguas, estructuras pircadas o restos petrificados de fauna y flora), se detendrán de forma inmediata las actividades de excavación y/o movimiento de suelos en el frente de obra y sector afectado.

Preservación In Situ: Se prohíbe terminantemente movilizar, desenterrar, limpiar o alterar las piezas descubiertas, debiendo garantizarse la intangibilidad absoluta del hallazgo fortuito. Se procederá al aislamiento, vallado y protección perimetral del sector para evitar el ingreso de maquinaria o personal, suspendiéndose los trabajos en los alrededores.

Notificación y Registro GPS: Se tomarán inmediatamente las coordenadas geográficas del sitio exacto mediante GPS. La Gerencia de Obra dará aviso formal en un plazo menor a 24 horas a la Autoridad de Aplicación provincial: la Dirección de Patrimonio Cultural de la Secretaría de Estado de Cultura de la Provincia de Santa Cruz, sita en José Ingenieros 60 – 1° Piso, Río Gallegos (Teléfono 02966-422213).

Peritaje y Salvataje Vinculante: El frente de excavación permanecerá suspendido de forma preventiva hasta recibir la visita e inspección directa en el terreno del arqueólogo o especialista designado por la Autoridad de Aplicación provincial. Se acatará el dictamen técnico emitido por el especialista con carácter estrictamente vinculante para la empresa desarrolladora, incluyendo la implementación de un plan de rescate arqueológico y la inclusión de la totalidad de sus costos operativos asociados dentro del presupuesto general de la obra.

6.3. PROGRAMA DE MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN EN LA FASE OPERATIVA

El diseño y la operación continua del Proyecto Urbanístico KAIKEN SUR durante su vida útil están planificados para neutralizar la transferencia de impactos negativos hacia su entorno de emplazamiento. Al localizarse el loteo dentro del área de amortiguación exterior de macro-unidades de conservación legal, el funcionamiento de la urbanización se rige bajo restricciones operativas de control de flujos e insumos.

6.3.1. PROTECCIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS Y GESTIÓN DE EFLUENTES LÍQUIDOS

El mantenimiento de la calidad ambiental de la cuenca hídrica regional constituye una prioridad obligatoria, controlando los aportes hacia el Río de las Vueltas, el Río Barrancas y el Lago Viedma:

- **Prohibición de Volcados Crudos:** Queda condicionado y prohibido el volcado de efluentes líquidos sin tratamiento previo hacia el Río de las Vueltas o cualquiera de sus tributarios

superficiales y subterráneos.

- **Tratamiento Avanzado y Endemismos:** Los efluentes cloacales urbanos (que consolidan un volumen de descarga diario real de 2.120 m³/día) serán procesados mediante sistemas de tratamiento secundario y terciario avanzado en la planta centralizada. Esta medida tiene por objeto impedir procesos de eutrofización o alteraciones físico-químicas en el ecosistema, protegiendo los hábitats críticos de la rana del Chaltén (*Chaltenobatrachus extraordinarius*) y del pato de los torrentes (*Merganetta armata*).
- **Ajuste Normativo de Parámetros:** Los parámetros de vuelco definitivos en el lecho de infiltración subterránea se ajustarán de forma estricta a los límites restrictivos fijados por la normativa hídrica de la provincia de Santa Cruz, regulados bajo la Ley Provincial N° 1451 (Decreto Reglamentario 004/96) y el Anexo I de la Ley Provincial N° 2658.
- **Preservación de Escurrimientos Naturales:** Los acopios de materiales, mantenimiento de calzadas o suelos de arrime del consorcio no interrumpirán bajo ningún concepto los drenajes naturales de agua, ni afectarán mallines, vegas, bajos topográficos o depresiones similares.
- **Sellado e Ingeniería de Canales:** Los canales de desvío pluvial o de deshielo que se operen sobre sectores de relleno deben estar completamente sellados para prevenir infiltraciones y blindados mecánicamente para evitar la erosión del sustrato.

6.3.2. MANEJO DE FLORA, FAUNA Y CONECTIVIDAD ECOLÓGICA

La exclusión física de actividades antrópicas en los sectores de **Sensibilidad Alta** identificados en la matriz de McHarg constituye la principal barrera de preservación biótica del proyecto durante su funcionamiento urbano.

- **Zonas de Exclusión Operativa:** Los humedales (vegas) y los márgenes de los cursos de agua temporales quedan clasificados como áreas intangibles de exclusión ambiental. Se prohíbe de forma permanente el desbroce, la alteración de pendientes, el tránsito vehicular de mantenimiento, el acopio de insumos o la instalación de estructuras definitivas dentro de estos polígonos. Esta restricción protege la cobertura horizontal de la flora helófita (*Juncus balticus y Caltha sagittata),* resguardando su rol de regulación hídrica y conservación de madrigueras o nidos.
- **Permeabilidad Biológica de Cerramientos**: Con el objeto de mitigar el efecto de borde y frenar la fragmentación de hábitats compartidos con el Parque Nacional Los Glaciares, se prohíbe la instalación de cercos continuos con alambre de púas o estructuras opacas. Las delimitaciones de las parcelas deben garantizar la permeabilidad biológica para permitir el tránsito libre, flujo genético y dispersión de vertebrados nativos de gran rango de hogar,

como el guanaco (*Lama guanicoe*).

- **Dispositivos Anticolisión para Avifauna:** Debido a la presencia confirmada de especies con un alto valor especial de conservación que utilizan los frentes de meseta locales para el percheo y oteo —destacando el cóndor andino (*Vultur gryphus,* listado en el Apéndice I de CITES), el águila mora *(Geranoaetus melanoleucus)* y el carancho *(Polyborus plancus)—,* se imponen restricciones a la infraestructura en altura. Cualquier estructura aérea o línea de distribución eléctrica interna vinculada a la usina central off-grid deberá contar con dispositivos mecánicos de señalización y desviadores de vuelo (balizas anticolisión) espaciados según estándares técnicos para evitar la mortandad por electrocución o impacto directo.
- **Reglamento Interno de Conducta Ambiental:** Todo el personal del consorcio, residentes y trabajadores de mantenimiento se alinearán bajo las siguientes prohibiciones estrictas:

– Se prohíbe portar cualquier tipo de arma de fuego dentro de la urbanización.

– Quedan prohibidas las actividades de caza, pesca, transporte, tenencia o comercio de especímenes silvestres, incluyendo la compra o trueque de subproductos o animales embalsamados a lugareños.

– Está prohibido alimentar, acosar, perseguir o perturbar a cualquier animal en el área del proyecto.

– Todos los residuos comunitarios deben ser almacenados diariamente de forma efectiva fuera del alcance y del acceso de los animales silvestres para evitar hábitos carroñeros alterados.

6.3.3. PRESERVACIÓN DEL PAISAJE, CONTROL LUMÍNICO Y EFECTO DE BORDE

- **Mimetización Cromática y Alturas:** Las estructuras civiles residenciales, comerciales y productivas deben ajustarse estrictamente a las restricciones de altura fijadas en el master plan (máximo 6 metros de altura) y a la utilización de paletas cromáticas mates mimetizadas con el sustrato geológico y vegetal dominante. Esto garantiza la atenuación de la intrusión paisajística y la modificación de la cuenca visual desde los senderos del Parque Nacional.
- **Apantallamiento Lumínico Nocturno:** El sistema de alumbrado público y residencial adoptará luminarias LED provistas de pantallas deflectoras con emisión direccional exclusiva hacia el plano horizontal inferior. Se debe evitar la dispersión lumínica vertical o difusa hacia el horizonte para mitigar la disrupción de los ciclos biológicos nocturnos y las rutas migratorias de la avifauna catalogada dentro de la AICA SC13.
- **Monitoreo de Efecto de Borde en OTBN:** El reglamento interno del barrio prohibirá la introducción de especies de flora exótica con potencial invasor para la ecorregión del bosque

patagónico. El plan de gestión ejecutará un control sistemático del efecto de borde para impedir la dispersión de malezas exóticas desde los jardines urbanos hacia las masas boscosas nativas *(Nothofagus)* catalogadas en Amarillo y Rojo en el AII circundante. Asimismo, se regulará la tenencia de mascotas domésticas (caninos y felinos) mediante confinamiento controlado dentro de las parcelas e identificación registral, previniendo eventos de depredación o transmisión de patógenos hacia el huemul (*Hippocamelus sulcus*).

6.3.4. GESTIÓN INTEGRAL Y DIFERENCIADA DE RESIDUOS SÓLIDOS

Durante el funcionamiento urbano, se aplicarán pautas para la clasificación, manejo, almacenamiento transitorio y despacho seguro de los residuos generados por la comunidad. Esta clasificación posee un carácter descriptivo para la segregación en origen de fracciones voluminosas o inertes de obra (tales como embalajes de madera, pallets, restos de poda, chatarra no contaminada, escombros y plásticos secos) que no presentan características de peligrosidad en los términos de la Ley Provincial N° 2567.

En consecuencia, si bien la devolución a proveedores o logística inversa se contempla como una alternativa prioritaria de minimización y economía circular durante la fase constructiva, la gestión operativa y disposición final de estas corrientes asimilables a urbanos se canalizará a través del municipio de El Chaltén. Esta cobertura se encuentra garantizada mediante el Compromiso de Servicio y Factibilidad expedido por la Intendencia de la Municipalidad de El Chaltén con fecha 24 de septiembre de 2026, adjunto en el Anexo de la presente Adenda.

- **Segregación en Origen y Puntos Verdes:** Los residentes clasificarán los desechos en origen, trasladándolos hacia contenedores específicos estancos protegidos por refugios (shelters) cerrados diseñados para resistir ráfagas de viento del oeste superiores a 100 km/h y el acceso de animales:
- **Residuos Comunes / Orgánicos:** Disposición en bolsas verdes y contenedores verdes cerrados para su recolección y posterior traslado al vertedero municipal o procesamiento por compostaje in situ en las parcelas.
- **Inorgánicos Reciclables (Plásticos, Papel, Cartón, Vidrio**): Segregación en bolsas blancas y contenedores blancos para su traslado al CAT, donde se realizará su clasificación final y compactación mecánica en fardos.
- **Lodos Biológicos de Proceso:** Los barros estabilizados extraídos de la purga de los 6 reactores de la PTAR serán deshidratados mecánicamente y transportados en camiones volcadores estancos hacia repositorios autorizados para sólidos de proceso.
- **Residuos Especiales de Manejo Diferenciado:** Las pilas, baterías, cartuchos de tinta, tubos fluorescentes y RAEE (residuos ofimáticos) se dispondrán en recipientes amarillos

específicos para activar los canales de logística inversa y devolución a proveedores calificados.

- **Residuos Peligrosos Especiales:** Los aceites lubricantes usados (corriente Y9) derivados del recambio periódico de motores en la usina off-grid y los filtros o trapos impregnados (corriente Y48) se confinarán en tambores herméticos dentro del pañol técnico, provisto de ventilación y bandejas de contención secundaria antes de su retiro por transportistas provinciales autorizados.

6.3.5. PLAN DE MONITOREO AMBIENTAL OPERATIVO (PMA)

Para dar continuidad a las series de datos multitemporales obtenidas en la línea de base original y mitigar el sesgo provocado por la rigurosa estacionalidad climática andino-patagónica, el consorcio de administración implementará el siguiente cronograma de seguimiento:

Frecuencia de Control: Durante los primeros cuatro años de la fase operativa, el monitoreo biótico se reducirá a una campaña bianual ejecutada durante el período estival (noviembre/diciembre), registrando la máxima expresión de la actividad biológica de la zona.

Indicadores Técnicos de Seguimiento (KPIs Colectados): Cada campaña procesará estadísticamente las siguientes variables numéricas en las mismas estaciones de control fijas:

Plan de Monitoreo de Indicadores Bióticos (Flora y Fauna)

Componente Biótico	Indicador Técnico (KPI)	Método de Verificación e Ingeniería de Campo
Componente Flora	**Cobertura vegetal total (%)**	Método de puntos en línea (Levy y Madden) mediante aguja de proyección sobre 13 transectas de 15 m.
	Riqueza específica (S)	Listado taxonómico consolidado de familias y especies botánicas identificadas en el AID.
	Índice de diversidad alfa (H')	Cálculo cuantitativo de la heterogeneidad aplicando la función logarítmica de Shannon-Weaver (Base = 2,3).
	Proporción de suelo desnudo (%)	Registro porcentual de interceptaciones directas con la matriz mineral, mantillo y pavimento.
Componente Fauna	**Riqueza de aves y mamíferos**	Registros directos e indicios indirectos (huellas, cuevas, fecas) por transectas lineales en marcha.
	Índices poblacionales e IKA específico	Cálculo del Índice Kilométrico de Abundancia (IKA = N/D) y diversidad mediante Índice de Margalef.
	Seguimiento de especies críticas/exóticas	Monitoreo focalizado estacional en cuerpos de agua (liebre europea y aves CITES Apéndice I).

Tabla 43. Plan de Monitoreo de Indicadores Bióticos (Flora y Fauna).

6.4. PROGRAMA DE RECOMPOSICIÓN Y REHABILITACIÓN DE PASIVOS

AMBIENTALES TEMPORALES

Este programa define las acciones técnicas y los procedimientos mecánicos orientados a la recuperación, reacondicionamiento y estabilización ecológica de aquellas superficies edáficas e infraestructuras provisionales que hayan sido perturbadas o hayan sufrido alteraciones ambientales por la actividad antrópica durante la etapa constructiva.

El enfoque se centra en la eliminación de los pasivos ambientales temporales generados por la obra (tales como la huella del obrador principal, caminos de desvío transitorios, excavaciones de trincheras para redes previas al taponamiento y plataformas de perforación), garantizando su reinserción paisajística y la restauración de la integridad del recurso suelo en el Distrito Subandino.

6.4.1. RESPONSABILIDADES CONTRACTUALES Y ADMINISTRATIVAS

El cumplimiento de este procedimiento de recomposición aplica para todas las gerencias de proyectos, áreas técnicas y para las empresas contratistas del emprendimiento:

Obligación de Desmovilización: Es obligación legal de las contratistas, al momento de la desmovilización de los frentes de trabajo, realizar el saneamiento y/o reacondicionamiento de su área asignada con el objeto de dejar el sitio exactamente en las mismas condiciones en las que se encontraba antes de su ingreso.

Supervisión de Campo: El encargado Ambiental y la Gerencia de Ambiente controlarán los trabajos de destape y perfilado para evaluar el cumplimiento de los puntos acordados. Ante cualquier duda de intervención o desviación técnica en el terreno natural, se parará la tarea de forma inmediata y se dará aviso al área ambiental.

Prohibición de Piletas Naturales: En las obras asociadas a las perforaciones de los pozos de captación, queda prohibida la excavación de piletas naturales para la recirculación de lodos de perforación. En caso de que se requiera por una emergencia operativa insalvable, se notificará previamente a la Gerencia de Ambiente para evaluar su autorización técnica.

6.4.2. PROTOCOLO TÉCNICO DE RESTITUCIÓN TOPOGRÁFICA Y ACONDICIONAMIENTO CIVIL

Una vez culminadas las actividades mecánicas o logísticas en un sector temporal (ej. cierre de trincheras de servicios o liberación de plataformas), se iniciará el proceso de acondicionamiento civil estructurado en las siguientes fases operativas consecutivas:

Área Liberada →A. Restitución Topográfica →B. Perfilado y Contorneo →C. Escarificado →D.

Tapada con Top Soil

A. Restitución Topográfica: Consiste en la recomposición geométrica del terreno mediante el relleno compacto de las depresiones artificiales generadas por la obra, utilizando el suelo granular inerte Tipo 2 acopiado de forma previa. Se evitará la deposición de material suelto, realizando elevaciones compactadas aceptables geotécnicamente para prevenir fisuras, fallas mecánicas o asentamientos diferenciales del sustrato.

B. Perfilado y Contorneo: Las superficies restauradas serán sometidas a un perfilado mecánico y contorneo suavizado para armonizar las cotas modificadas con el relieve de terrazas y pendientes naturales circundantes. En los taludes de cortes o desvíos viales remanentes, los ángulos se nivelarán para facilitar la descarga hacia las estructuras de control de deshielo y lluvia.

C. Escarificado (Descompactación): El tránsito continuo de camiones batea y maquinaria pesada genera la pérdida de porosidad y la compactación severa del suelo natural. Por ello, se ejecutará un escarificado mecánico profundo en toda la superficie civil acondicionada. Este proceso disminuye la densidad aparente, rompe la costra compactada y provee la aireación e infiltración hídrica necesaria para la posterior fijación biológica.

D. Restitución De La Capa Orgánica Y Revegetación Del Sitio

Una vez estabilizada e inspeccionada la base topográfica descompactada, se procederá a la recomposición biótica del suelo vegetal utilizando el top soil resguardado:

- **Distribución de Tierra Vegetal:** El suelo vegetal orgánico preservado de forma aislada en acopios que no superaron los 2,00 metros de altura será esparcido homogéneamente sobre la superficie escarificada. Se respetará estrictamente la secuencia original del perfil edáfico, siendo la tierra vegetal el último material en ser colocado sobre la superficie.
- **Aceleración de la Sucesión Natural:** Debido a que los horizontes superficiales locales son naturalmente pobres en materia orgánica, mantener la integridad de las semillas y microorganismos del top soil sin mezclar con inertes facilitará de forma directa el proceso de revegetación espontánea y la fijación de la estepa graminosa del Distrito Subandino.
- **Control de Escorrentía en Pendientes Remanentes:** En aquellos sectores interfaciales entre los rellenos y el suelo natural, se proveerán drenajes y canales resistentes a la erosión hídrica. Durante el tiempo en que la pendiente permanezca expuesta antes de consolidar la revegetación, se implementarán medidas eficientes de control de sedimentos, tales como retenes de presas, barreras de filtración de juncos, mallas de yute o geoceldas estructuradas.

6.4.3. CLAUSURA FÍSICA Y SANEAMIENTO DEL OBRADOR TEMPORAL (10.000m^2)

El Obrador Principal, localizado en el acceso norte contiguo a la Ruta Provincial N° 23, constituye el pasivo ambiental temporal de mayor superficie de ocupación. Al finalizar la Fase Constructiva general, se procederá a su clausura física bajo el siguiente protocolo de saneamiento:

Retiro de Infraestructuras: Se desmantelarán y retirarán la totalidad de los módulos habitacionales, comedores, oficinas técnicas, cercamientos perimetrales y cartelería temporal de obra.

Limpieza y Saneamiento de Suelos: Se realizará una limpieza absoluta del sector, retirando chatarras, escombros, retazos de cañerías plásticas y embalajes hacia el Centro de Acopio y Transferencia (CAT) para su disposición final. Las áreas destinadas al aparcamiento de maquinaria pesada y trasvase de gasoil serán auditadas con calicatas de comprobación. En caso de detectarse un suelo afectado o impregnado accidentalmente con hidrocarburos (Categoría Y48), el material será removido mecánicamente por completo y confinado en tambores herméticos para su entrega inmediata a transportistas y operadores de residuos peligrosos habilitados en la provincia.

Clausura de Perforaciones Temporales: La perforación subterránea utilizada de forma provisoria para el suministro hídrico del campamento obrero será sellada técnicamente mediante inyección de lechada de cemento para evitar la contaminación cruzada o la alteración de la napa freática libre.

6.4.4. INSPECCIÓN DE CONFORMIDAD Y AUDITORÍA DE CIERRE

Para formalizar la liberación ambiental de un área afectada por pasivos temporales, se implementará un circuito administrativo de validación:

Envío de Evidencias: Previo a la firma del acta de cierre final, el contratista responsable del frente de trabajo deberá realizar una inspección interna y enviar la evidencia fotográfica detallada que certifique el cumplimiento del acondicionamiento topográfico y la correcta restitución del suelo vegetal.

Registro de Coordenadas: El informe de cierre deberá adjuntar las coordenadas geográficas exactas de los vértices del polígono intervenido para su actualización en los Sistemas de Información Geográfica (QGis) del proyecto.

Inspección Final de Campo: El consultor ambiental ejecutará una auditoría física de campo de conformidad en la zona afectada. La aprobación y firma del Permiso de Movimiento de Suelos por parte de la Gerencia de Ambiente ratificará la clausura del pasivo y autorizará el traspaso del sector al área de mantenimiento ordinario del consorcio urbano.

6.5. PLAN DE CONTINGENCIAS Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS

El presente Plan de Contingencias constituye el marco de preparación y respuesta operativa ante eventos de carácter accidental, probabilístico o de fuerza mayor que pongan en riesgo la integridad de los trabajadores, la infraestructura urbana o los componentes de alta sensibilidad ambiental del predio (tales como los mallines de *Juncus balticus*, las planicies aluviales y la cuenca del Río de las Vueltas). El plan ha sido diseñado bajo los lineamientos de la Ley Nacional de Higiene y Seguridad N° 19.587 (Decreto 911/96) y las exigencias de la Ley Provincial N° 2658 de la provincia de Santa Cruz.

6.5.1. SÍNTESIS DEL ANÁLISIS Y CATEGORIZACIÓN DE RIESGOS INHERENTES

Tomando como base las matrices de riesgos, se identifican cuatro vectores críticos de emergencia que activan de forma inmediata los protocolos de este plan:

Riesgos Químicos / Tecnológicos: Derrames accidentales de hidrocarburos (corriente Y9 de aceites lubricantes usados) o fallas en el parque de almacenamiento de GasOil de la Central Térmica (180.000 l de stock).

Riesgos de Interfase / Siniestros: Incendios originados por tareas de soldadura en el obrador o fallas mecánicas, con alto potencial de propagación por acción de las ráfagas de viento del oeste superiores a 100 km/h hacia las cortinas forestales o masas boscosas (*Nothofagus*) colindantes del AII.

Riesgos de Operación Sanitaria: Fugas de Gas Licuado de Petróleo (GLP) en la planta de vaporización central o fallas críticas en la decantación de la Planta de Tratamiento de Efluentes Cloacales (PTAR), con riesgo de vuelco de efluente crudo sobre la planicie de inundación.

Riesgos Climáticos / Fuerza Mayor: Roturas mecánicas de redes enterradas por heladas y congelamiento del suelo (temperaturas extremas de hasta -25,7°C) o eventos extraordinarios de inundación media por fusión nival acelerada.

6.5.2. ORGANIZACIÓN HUMANA Y ROLES DE CONTINGENCIA (CADENA DE MANDO)

Ante la activación de una emergencia, se suspenderá la estructura orgánica ordinaria del proyecto, entrando en vigor la Cadena de Mando de Contingencia, cuya jerarquía y roles se definen de la siguiente manera:

Coordinador Emergencias (Gerente de Obra / Administrador del Consorcio)

↓

Jefe de la Brigada de Emergencia

↓

→

Brigadistas de Campo (Operarios de la Usina / Infraestructura / Sanitaristas)

↳ Enlace Externo (Bomberos El Chaltén, SERH, CAP, APN)

A. Coordinador de Emergencias (CGE): El rol será ejercido por el Gerente de Obra (Fase 1) y el Administrador General del Consorcio Urbano (Fase 2). Es la máxima autoridad del plan. Sus responsabilidades son: activar la alarma general, decretar la evacuación total o parcial de los sectores, centralizar las comunicaciones institucionales y autorizar el ingreso de las fuerzas de seguridad públicas externas.

B. Jefe de la Brigada de Emergencia (JBE): El rol recae sobre el encargado de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente (CyMAT) del predio. Es el encargado de dirigir de forma directa las maniobras operativas en el foco del incidente, coordinar el despliegue de los brigadistas, evaluar la suficiencia de las barreras de contención y reportar de forma continua al CGE.

C. Brigadistas de Campo / Operadores Técnicos: Módulo humano compuesto por operarios, mecánicos e inspectores de servicios del obrador o del consorcio que han recibido capacitación específica certificada. Se dividirán en:

- **Brigada de Ataque contra Incendios:** Operadores entrenados en el despliegue de extintores pesados, tendido de mangas y conducción del camión regador habilitado como autobomba.
- **Brigada de Control de Derrames Químicos:** Operarios de la usina y la PTAR encargados del confinamiento de hidrocarburos o reactivos clorados mediante kits absorbentes.
- **Brigada de Primeros Auxilios:** Personal médico y paramédico asignado permanentemente a la sala de enfermería del obrador.

D. Responsable de Enlace Externo: Encargado de realizar las llamadas de auxilio y coordinar la aproximación de los vehículos de emergencia de los Organismos Competentes localizados en la zona de influencia (AII): Bomberos de El Chaltén (a 16 km), puesto de control de la Administración de Parques Nacionales (APN), el Consejo Agrario Provincial (CAP) y la Secretaría de Estado de Recursos Hídricos (SERH).

Se presenta a continuación el organigrama correspondiente:

Organigrama de la Cadena de Mando ante Emergencias

Nivel Jerárquico	Rol de Contingencia	Responsable Directo Asignado	Funciones Operativas Principales en Terreno
Nivel 1: Conducción Estratégica	Coordinador General de Emergencias (CGE)	Gerente de Obra (Fase 1) / Administrador General (Fase 2)	• Máxima autoridad del plan; activa la alarma general del predio. • Decreta la evacuación parcial o total de sectores habitacionales. • Centraliza las comunicaciones institucionales y autoriza el ingreso de fuerzas de seguridad externas.
Nivel 2: Comando de Incidentes	Jefe de la Brigada de Emergencia (JBE)	Gerente de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente (CyMAT)	• Dirige de forma directa las maniobras operativas en el foco del siniestro. • Coordina el despliegue de los brigadistas y evalúa la suficiencia de barreras. • Reporta de forma continua y directa al Coordinador General (CGE).
Nivel 3: Brigadas Operativas	Brigada de Ataque contra Incendios	Operarios de Usina / Infraestructura (Entrenados)	• Despliegue de extintores pesados ABC (10 kg y 50 kg) en salas técnicas. • Tendido mecánico de mangas de lona de 2 pulgadas en frentes calientes. • Operación y conducción del Camión Cisterna Regador de 15.000 L como autobomba.
Nivel 3: Brigadas Operativas	Brigada de Control de Derrames Químicos	Operarios de Usina / Saneamiento PTAR	• Confinamiento inmediato de plumas de hidrocarburos mediante barreras absorbedoras. • Aplicación de turba orgánica y remediación ex situ de Entisoles impactados (Y48). • Ejecución del protocolo cerrado de trasvase y control de dosificación de cloro.
Nivel 3: Brigadas Operativas	Brigada de Primeros Auxilios	Personal Médico y Paramédico de Obra	• Atención primaria, estabilización y triage de operarios o residentes afectados. • Gestión operativa de la sala de enfermería estanca del obrador principal. • Coordinación del traslado civil asistido hacia nodos de salud regionales.
Nivel 3: Apoyo y Logística	Responsable de Enlace Externo	Personal de Administración Designado	• Activación de canales de comunicación satelital o VHF ante emergencias. • Coordinación y guiada en ruta de las dotaciones de auxilio externas. • Enlace institucional continuo con Bomberos El Chaltén, SERH, CAP y Parques Nacionales.

Tabla 44. Organigrama de la Cadena de Mando ante Emergencias.

6.5.3. INVENTARIO DE EQUIPOS, MATERIALES E INSUMOS DE MITIGACIÓN

Los frentes de obra y las edificaciones técnicas del Área de Servicios mantendrán de forma permanente, accesible y en perfecto estado de conservación el siguiente equipamiento de emergencia:

Para el Control de Derrames Químicos:

- Diez (10) kits antiderrames industriales de cabecera de 200 litros, compuestos por barreras flotantes absorbedoras de hidrocarburos, almohadillas de turba orgánica oleofílica, paños absorbentes de polipropileno (apto para corrientes Y9) y bolsas transparentes normalizadas para confinamiento (Y48).
- Palas plásticas chispa-cero (para manipuleo seguro en áreas inflamables) y baldes de arena seca.

Para la Supresión de Siniestros e Incendios:

- Extintores manuales de polvo químico seco clase ABC de 10 kg distribuidos en la totalidad de los módulos habitacionales, pañoles de soldadura y cabinas de maquinaria pesada.
- Cuatro (4) matafuegos sobre ruedas de 50 kg clase ABC localizados en la Usina Central Térmica y en la isla de recepción de GLP.
- El Camión Cisterna Regador permanecerá cargado con agua industrial de forma constante, equipado con una motobomba de alta presión de acople rápido y mangas de lona de 2 pulgadas para actuar como autobomba de primera respuesta ante incendios de interfaz de la estepa.

Para la Mitigación Climática y de Infraestructura:

- Mantas térmicas industriales de curado, generadores portátiles de respaldo y luminarias de campaña autónomas para frentes de zanjeo invernal.

Sistemas de Comunicación Autónoma:

Ante el aislamiento radioeléctrico regional, la cadena de mando operará mediante una red de radios portátiles VHF/UHF provistas por la administración, complementada con un teléfono satelital de cabecera e inversores elevadores con descarga a jabalina exclusiva para asegurar la energía en bornes del tablero de comando de emergencia.

6.5.4. MANUAL DE PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS DE CAMPO (IMPRESO EN SITIO)

El personal técnico dispondrá de carpetas plásticas estancas con los flujogramas y el paso a paso detallado para cada contingencia, los cuales norman las siguientes directrices básicas:

PROCEDIMIENTO P-01: RESPUESTA ANTE DERRAMES DE HIDROCARBUROS O SUSTANCIAS QUÍMICAS

Detección y Corte: El operario que visualice el goteo o la falla mecánica dará la señal de alarma e interrumpirá de forma inmediata el funcionamiento de las bombas de trasvase o el motor involucrado mediante las paradas de emergencia (ESD).

Confinamiento Primario: Se desplegarán las barreras absorbentes del kit antiderrames rodeando el perímetro de la pluma líquida para evitar la expansión horizontal sobre el suelo Entisoles permeable.

Absorción y Remediación: Se esparcirá la turba orgánica o aserrín sobre el hidrocarburo. El suelo que resulte impregnado accidentalmente será removido mecánicamente por completo mediante palas, confinándose en los tambores metálicos herméticos del obrador para su entrega final a operadores provinciales habilitados (corriente Y48).

PROCEDIMIENTO P-02: RESPUESTA Y CONTROL DE INCENDIOS DE INTERFASE (ESTEPA - ESTRUCTURAS)

Interrupción y Alarma: Ante un foco ígneo, se suspenderán los trabajos calientes de soldadura y el CGE activará la sirena del campamento.

Ataque Inicial: Los brigadistas de la zona atacarán la base del fuego con los matafuegos ABC de 10 kg. En paralelo, se movilizará el camión cisterna regador hacia el perímetro afectado para arrojar agua a presión y enfriar la interfase.

Cortafuegos Mecánicos: De ser necesario por la intensidad de los vientos del oeste, se ordenará a los operarios de las topadoras Cat D6 y motoniveladoras la apertura inmediata de zanjas o líneas de cortafuego desnudas de vegetación de 20 metros de ancho perimetral para frenar el avance del fuego hacia las masas boscosas adyacentes del AII. Se convocará de inmediato al cuartel de Bomberos de El Chaltén.

PROCEDIMIENTO P-03: RESPUESTA ANTE FUGAS DE GLP EN PLANTA DE VAPORIZACIÓN

Aislamiento de Red: Ante la detección de olor químico característico o caídas de presión en los manómetros, el operador cerrará de forma manual las válvulas shut-off de corte rápido de los tanques ASME horizontales.

Evacuación y Exclusión: Se delimitará un perímetro de exclusión de 200 metros, prohibiéndose el ingreso de cualquier vehículo de combustión interna o herramienta que pueda generar chispas. Se ordenará la evacuación inmediata del personal del Centro Cívico (Oeste).

Dispersión: La brigada desplegará líneas de agua nebulizada para forzar la dispersión natural del

gas en la atmósfera, aprovechando los vientos predominantes de la estepa.

PROCEDIMIENTO P-04: RESPUESTA ANTE FALLAS EN LA PLANTA DE SANEAMIENTO (PTAR)

Desvío de Caudales: Ante fallas en los sopladores de aireación o desequilibrios de biomasa que pongan en riesgo los parámetros de vuelco, la cámara partidora de ingreso desviará de forma automática el caudal cloacal crudo de los 88 m³/h hacia la celda modular de ecualización y almacenamiento de contingencia, impidiendo la descarga de líquido crudo al lecho.

Cloración de Choque: Se forzará una dosificación de emergencia de hipoclorito de sodio comercial al 15% en el tramo de mezcla para garantizar la desinfección microbiológica temporal del clarificado antes de que percole en las 9,6 hectáreas del campo de infiltración.

6.5.5. PROGRAMA DE CAPACITACIÓN, SIMULACROS Y AUDITORÍA DEL PLAN

Para garantizar que las barreras de respuesta operen con éxito en el plano real, el Plan de Gestión Ambiental (PGA) establece el cumplimiento del siguiente cronograma de control normativo:

Capacitación Inicial de Inducción: Todo operario o subcontratista que ingrese al predio de la Estancia Santa Margarita deberá recibir una capacitación de inducción de 2 horas sobre las responsabilidades, zonas de exclusión biológica y el uso de los EPPs específicos del Plan de Contingencias.

Frecuencia de Simulacros en Terreno: Se realizarán simulacros generales con despliegue físico de brigadas y equipos:

- **Durante la Fase Constructiva (Fase 1**): Una frecuencia cada 6 meses, ensayando principalmente los escenarios de incendios de interfaz de estepa en temporada estival y roturas por congelamiento en temporada invernal.
- **Durante la Fase Operativa (Fase 2):** Una frecuencia anual, ensayando la contención de derrames en la usina y el aislamiento de fugas de GLP.

Auditoría del Plan: Al finalizar cada simulacro o evento real, la Gerencia de Ambiente elaborará un informe técnico de desvíos, procediendo a la reposición inmediata de los insumos consumidos (paños Y48, turba o hipoclorito) y registrando los tiempos de respuesta para optimizar de forma continua las barreras de control ambiental del Proyecto KAIKEN SUR.

CAPITULO VII – Resumen Ejecutivo

ÍNDICE

CAPITULO VII: RESUMEN EJECUTIVO 217
7.1. INTRODUCCIÓN CONCLUSIÓN GENERAL DEL ESTUDIO 217
7.2. CAPÍTULO I: PROFESIONALES INTERVINIENTES Y RESPONSABILIDAD TÉCNICA 217
7.3. CAPÍTULO II: DATOS IDENTIFICATORIOS Y DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROYECTO 217
7.4. CAPÍTULO III: INFORMACIÓN DE BASE (LÍNEA DE BASE AMBIENTAL)..... 220
7.5. CAPÍTULO V: IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES 222
7.6. CAPÍTULO VI: PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL (PGA) Y RESPUESTA A CONTINGENCIAS 224

CAPITULO VII: RESUMEN EJECUTIVO

7.1. INTRODUCCIÓN CONCLUSIÓN GENERAL DEL ESTUDIO

A partir del procesamiento integrado de la Línea de Base, la cuantificación geoespacial de la vulnerabilidad del territorio y la ponderación algorítmica de Conesa Vicente, se emite el dictamen de VIABILIDAD AMBIENTAL, TÉCNICA Y SOCIOECONÓMICA CONDICIONADA para el desarrollo del "Proyecto Urbanístico Kaiken Sur".

El presente documento consolida la síntesis ejecutiva del Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) para el desarrollo del "Proyecto Urbanístico Kaiken Sur". La estructuración analítica de este informe responde a los presupuestos técnicos de complejidad para proyectos clasificados bajo la Categoría II funcionando como un instrumento de análisis, planificación y ordenamiento territorial para el predio.

7.2. CAPÍTULO I: PROFESIONALES INTERVINIENTES Y RESPONSABILIDAD TÉCNICA

La dirección y elaboración del estudio fue ejecutada de manera interdisciplinaria por la firma consultora Sensei Ambiental SA. El panel de profesionales responsables se encuentra inscripto en el Registro de Profesionales en Estudios Ambientales de la Secretaría de Estado de Ambiente de la Provincia de Santa Cruz bajo el expediente N° 902.333/JMG/14, renovado por Disposición N° 558-SEA/24, cumpliendo con los alcances de la Ley Provincial N° 2.567.

El equipo técnico estuvo integrado por el Técnico Superior Rubén Darío Marucco como Director de Proyecto; la Ingeniera Marcela Alejandra Mansilla a cargo de la Coordinación y Evaluación y Medio Biótico; la Geóloga Lila Ninkovic en el área de geología; la Técnica Superior Ivana Jancich en evaluación y edición de gabinete; y los Doctores Flavia Marina Carballo y Juan Bautista Belardi como especialistas arqueológicos. Asimismo, participaron como asistentes técnicos el Licenciado Martín Nicolás Marucco en seguridad y logística.

7.3. CAPÍTULO II: DATOS IDENTIFICATORIOS Y DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROYECTO

El proyecto, promovido por la firma proponente Lago Viedma S.A. / Grupo Faro Verde junto con el diseño arquitectónico de ASZ Arquitectos - VSA, contempla la ejecución de una urbanización bajo el rubro de villa turística o aldea de montaña, encuadrada legalmente en los alcances de la Ley Provincial N° 3213 de loteos en áreas rurales.

El diseño urbanístico radial proyectado sobre la parcela rural Matrícula Catastral 071-0000-1133

cubre un área de intervención de 295,70 hectáreas, localizándose en una zona extra jurisdiccional que respeta de forma irrestricta los vértices de la línea de ribera legal delimitada en abril de 2026 sobre el Río de las Vueltas, el Río Barrancas y el Lago Viedma.

El master plan convalida de forma definitiva una cesión gratuita al fisco provincial de Santa Cruz de 135 hectáreas 83 áreas 68 centiáreas correspondientes a espacios circulatorios públicos y reservas comunitarias, cumpliendo con el Artículo 5° de la Ley Provincial N° 3.213.

La probabilidad de inundación media dictaminada por la Secretaría de Estado de Recursos Hídricos (SERH) queda técnicamente absorbida mediante la adopción de restricciones de dominio como el Camino de Sirga de 15 metros y la fijación de indicadores urbanísticos de baja densidad, con un Factor de Ocupación del Suelo (FOS) acotado del 15% para las 478 parcelas unifamiliares y del 20% para los 373 lotes multifamiliares.

Las especificaciones de diseño contemplan la adaptación civil frente al congelamiento periglacial de la región (período medio con heladas de 219 días anuales y mínimas de hasta -25,7 °C), imponiendo una cota de tapada mínima obligatoria de 1,20 metros por debajo del nivel de rasante natural para la totalidad de las conducciones enterradas de PVC y polietileno.

El master plan organiza la urbanización en una morfología circular adaptada a las terrazas aluviales decrecientes (cotas entre 275 y 305 msnm), distribuyéndose en 178 manzanas y 922 parcelas. La Zonificación Residencial Unifamiliar consta de 478 lotes de 2.000 m² con un Factor de Ocupación del Suelo (FOS) de 0,15, un Factor de Ocupación Total (FOT) de 0,30 y una altura máxima de 6 metros. La Zonificación Residencial Multifamiliar y de Hospedaje comprende 373 lotes multifamiliares y 7 de hotelería, operando con un FOS de 0,20, un FOT de 0,35 y 6 metros de altura máxima. El Equipamiento Comercial y las Actividades Productivas se concentran en el Centro Cívico oeste y el Área de Servicios este, con un FOS del 0,50. Se establece un retiro obligatorio general de 5 metros respecto de la Línea Oficial y de los ejes divisorios de predios.

Dada la condición aislada del loteo, la ingeniería civil prevé sistemas 100% autónomos u off-grid para la provisión de servicios esenciales:

- **Saneamiento Cloacal Centralizado:** La red de desagües conducirá los efluentes por gravedad y bombeo complementario hacia una única planta central de tratamiento biológico por Lodos Activados con aireación extendida. El sistema cuenta con un diseño modular que contempla 6 reactores biológicos de 146 m³ de volumen útil individual y 3 sedimentadores secundarios circulares de 9,00 metros de diámetro exterior. El caudal cloacal medio diario de diseño en su horizonte completo se calcula en 2.120 m³/día, sirviendo a una población proyectada de 10.600 habitantes equivalentes. Como método de disposición final, el efluente tratado y desinfectado por radiación ultravioleta o cloración se derivará hacia un campo de percolación e infiltración subterránea en terreno natural de 9,6 hectáreas (96.000 m²), dimensionado para una tasa de absorción fija de 20 L/m²·día. La purga de barros generará

670 m³/mes de lodos biológicos excedentes que se derivarán a deshidratación mecánica. Para la mitigación de olores difusos (sulfuro de hidrógeno y amoníaco) se inyectará oxígeno controlado en los reactores y se implantará una cortina forestal perimetral adaptada.

- **Abastecimiento Hídrico y Potabilización:** El suministro se realizará mediante perforaciones profundas hacia el acuífero, descartándose la captación superficial. Se proyecta un esquema modular de 3 pozos iniciales cuyas coordenadas tentativas están georreferenciadas. El acondicionamiento sanitario adoptará la desinfección por cloración mediante la dosificación de hipoclorito de sodio en concentraciones del 10% al 15% directamente en la cañería de impulsión a boca de pozo, estimando un consumo de 15 a 20 kg/día de reactivo para la fase operativa de ocupación plena. La infraestructura se compone de casillas técnicas estancas, una cisterna enterrada dividida en dos celdas independientes, una sala de bombas y un tanque elevado pulmón desde el cual la conducción hacia los lotes se operará por gravedad mediante una red subterránea de PVC con topología mallada. El balance hidráulico para el horizonte completo fija una dotación de diseño de 250 L/(hab-día), consolidando una demanda de suministro neto de 1.500 m³/día en ocupación plena.
- **Usina Central Térmica Off-Grid:** Se localizará en el Área de Servicios este, operando bajo un esquema modular con un criterio de redundancia N+1. Constará de 8 grupos electrógenos Cummins de 1250 kVA de Potencia Prime equipados con motores V16 KTA50-G3 de 1500 rpm, acoplados a transformadores elevadores individuales. En la Etapa 3 de ocupación plena, la usina demandará un consumo continuo de 31.200 litros diarios de gasoil. El almacenamiento de cabecera constará de tres tanques aéreos horizontales Bertotto Boglione de 60.000 litros cada uno (180.000 litros totales de GasOil clase II), provistos de sondas magnetostrictivas inalámbricas de alta precisión y una batea de contención antiderrame integrada con capacidad superior al 110% del volumen nominal. El diseño contempla la flexibilidad física para una hibridación futura con sistemas fotovoltaicos o aerogeneradores. La transmisión se ejecutará mediante una red subterránea de media tensión en 13,2 kV configurada en anillo y subestaciones de transformación semi-enterradas compactas y mimetizadas en las veredas viales, desde las cuales partirán las redes secundarias de baja tensión. El alumbrado público adoptará de forma exclusiva tecnología LED integrada a sistemas automatizados de telegestión y fotocélulas.
- **Red de Telecomunicaciones, GLP y Logística de Residuos:** Se prevé el tendido de una infraestructura pasiva de canalizaciones subterráneas continuas de tritubos para fibra óptica concebida como soporte neutral. Para cubrir el consumo de 7.500 kg/día de gas licuado de petróleo destinado a calefacción y cocción, se implementará una planta de vaporización central con zepelines fijos ASME horizontales provistos de acoples de desconexión segura anti-ruptura y válvulas de corte rápido, distribuyéndose el fluido por una red subterránea de polietileno (PEAD).

- **Los Residuos Sólidos Urbanos (RSU)** en la etapa operativa se segregarán en origen en cuatro corrientes (orgánicos, reciclables secos limpios, especiales/RUA y basura no reciclable). Los vecinos trasladarán los residuos a refugios comunitarios (*shelters*) equipados con contenedores de 1100 litros y canastos metálicos cerrados con trabas de seguridad antifauna, estructurados para resistir ráfagas de viento del oeste superiores a 100 km/h. La fracción orgánica se procesará de forma centralizada en una compostera comunitaria en el Área de Servicios, mientras que los reciclables secos serán derivados a un Centro de Acopio y Transferencia (CAT) para su clasificación final, compactación y enfardado mecánico.
- Los autobuses de larga distancia e ingresos logísticos externos llegarán directamente a una terminal y centro de transferencia contiguo al Centro Cívico, quedando restringida la circulación vehicular pesada interna a circuitos exclusivos de micro-movilidad basados en sendas peatonales, bicisendas, camiones eléctricos ligeros y estaciones públicas de bicicletas de asistencia eléctrica (*E-Bikes*). Para mitigar la acción de los vientos dominantes del oeste, se operará una red de canales y sistemas de riego por goteo automatizado para pantallas forestales de *Populus nigra var. italica* dispuestas en filas escalonadas en tresbolillos.

7.4. CAPÍTULO III: INFORMACIÓN DE BASE (LÍNEA DE BASE AMBIENTAL)

El diagnóstico de los factores ambientales biofísicos y socioeconómicos del sitio se obtuvo mediante campañas e inventarios técnicos directos en terreno ejecutados en mayo de 2026, complementados con antecedentes de instituciones científicas oficiales:

- **Medio Físico y Soporte Estructural:** El área posee un modelado fisiográfico de origen glacial y fluvial, reconociéndose cinco unidades territoriales básicas: terrazas fluviales estables formadas por gravas y arenas; planicies glacilacustres constituidas por limos y arenas finas expuestas a erosión; cordones y lomadas morénicas de alta importancia escénica; bajos topográficos donde se concentra temporalmente la escorrentía; y planicies aluviales asociadas a la dinámica hidráulica actual del Río de las Vueltas y el Río Barrancas. Los suelos del predio corresponden a **Entisoles** (subgrupo *Torriortentes típico*), caracterizados por perfiles escasamente desarrollados, texturas gruesas (arenoso y franco-arenoso), reacción química clasificada en laboratorio como **Neutro** (pH en agua de 6,66 a 7,06) y una proporción de arena de hasta el 97,05%, lo que determina una nula cohesión mecánica y una alta susceptibilidad a la erosión. Hidrológicamente, el predio se sitúa al este de la confluencia meándrica del Río de las Vueltas (caudal medio de 52,35 m³/s) y el Río Barrancas, respetando los vértices de la línea de ribera legal delimitada en abril de 2026. El funcionamiento hídrico interior está regido por una red de drenaje poco desarrollada de carácter intermitente que se activa exclusivamente ante fusión nival o lluvias

intensas. Desde la perspectiva sísmica y de acuerdo al INPRES-CIRSOC 103, el sitio pertenece a la **Zona 1 (Peligrosidad sísmica reducida)**. Con respecto al componente paleontológico, la superficie directamente afectada posee un potencial bajo a nulo debido a que las formaciones fosilíferas de la Hoja El Chaltén (Formaciones Río Mayer, Lago Viedma y Puesto El Álamo) afloran exclusivamente al norte y al este del área de estudio.

- **Medio Biótico y Cobertura Vegetal:** Asociado fitogeográficamente al Distrito Subandino de la Provincia Fitogeográfica Patagónica, el ambiente de meseta presenta una cobertura vegetal absoluta promedio del **60,8%**, coexistiendo con un 26,8% de suelo desnudo, un 12,2% de mantillo y un 0,3% de pavimento de erosión. El procesamiento cuantitativo de las 13 transectas de campo reflejó una riqueza específica de 26 especies distribuidas en 13 familias botánicas, arrojando un índice de diversidad de Shannon-Weaver de **2,3**, valor condicionado por la fuerte dominancia estructural del estrato herbáceo (73,1% de la cobertura relativa). Las especies dominantes corresponden al coirón amargo (*Pappostipa chrysophylla*, 24,1% de cobertura relativa) y *Poa sp.* (15,7%). Los arbustos están liderados por el neneo (*Mulinum spinosum*, 11,8%). En los bajos de inundación centrales se aíslan comunidades de humedales dominados de forma absoluta por el junco (*Juncus balticus*, con medias del 14,3% y picos de hasta el 68,4% en la transecta T11) cohabitando con *Caltha sagittata*.

El muestreo de fauna invernal reflejó una comunidad de baja diversidad (Índice de Margalef de 0,6) explicada por la estacionalidad y la dominancia de la mastofauna de **Guanaco** (*Lama guanicoe*) con un Índice Kilométrico de Abundancia (IKA) de 9,5 ind/km en la transecta T1. El análisis constató una alta sensibilidad biótica al registrarse el percheo y vuelo continuo de **Cóndor andino** (*Vultur gryphus*) con un IKA de 0,9 ind/km, especie catalogada como **"Amenazada"** a nivel nacional y protegida estrictamente bajo el **Apéndice I de CITES**. Se relevaron indicios indirectos de Choique (*Rhea pennata*) y Águila mora (*Geranoaetus melanoleucus*), taxones integrados en el Apéndice II de CITES dentro de la región clasificada como área internacional **AICA SC13**. La herpetofauna arrojó valores nulos debido a la diapausa térmica invernal.

- **Medio Socioeconómico y Cultural:** El Área de Influencia Indirecta (AII) del proyecto interactúa directamente con la localidad de El Chaltén, situada a 16 kilómetros en dirección noroeste. Fundada en 1985 con fines geopolíticos de consolidación soberana, la localidad cuenta con una población estable de 1.860 habitantes (Censo 2022) y una matriz productiva dependiente en forma exclusiva del turismo de naturaleza y *trekking* asociado al Parque Nacional Los Glaciares.

El núcleo urbano enfrenta una imposibilidad física absoluta de expansión territorial al estar confinado por áreas protegidas nacionales, lo que ha generado una crisis en la capacidad de carga de sus servicios sanitarios y una saturación habitacional extrema. Debido a este diagnóstico, el municipio se encuentra bajo declaración de estado de crisis habitacional (Ordenanza Municipal N° 206/2022) y suspensión temporal de nuevos permisos de obra y habilitaciones comerciales (Ordenanza N°

262/2025).

Con relación al Ordenamiento Territorial de Bosques Nativos (OTBN - Ley Provincial N° 3.124), se certifica la **ausencia total de masas forestales nativas** (*Nothofagus*) dentro de las 295,70 hectáreas del área de impacto directo (AID) del proyecto, localizándose los bosques de Categoría I (Rojo) y Categoría II (Amarillo) exclusivamente en el entorno regional de Bahía Túnel.

La prospección arqueológica sistemática bajo metodología distribucional determinó una sensibilidad patrimonial superficial **BAJA**, al constatarse la ausencia de artefactos y un potencial de enterramiento bajo a nulo debido a las características mecánicas de los depósitos glaciarios del predio.

1 CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL E INTEGRACIÓN TERRITORIAL

La aplicación de los criterios matemáticos de la norma NAG 153/06 para proyectos de geometría concentrada y un factor de corrección C=6 determina formalmente una poligonal de Área de Influencia Indirecta (AII) de 1.527,5 hectáreas, equivalente a un buffer circular restrictivo de 2,2 kilómetros en torno al perímetro del predio.

La proyección del radio del AII intercepta físicamente la frontera legal del Parque Nacional Los Glaciares en su sector occidental, obligando a asignar la categoría de Sensibilidad Ambiental ALTA (Zona de Exclusión Absoluta / Aptitud Urbana Nula) a dicha porción protegida contenida dentro del buffer de amortiguación.

La matriz unificada de McHarg concluye que las Terrazas Fluviales (SA = 0,355) poseen una Sensibilidad Baja, erigiéndose como unidades de Alta Aptitud Urbana para concentrar la infraestructura habitacional pesada. Por el contrario, los Bajos Topográficos (SA = 0,448) y las Planicies Aluviales (SA = 0,538) se asimilan operativamente como áreas de Sensibilidad Alta debido a sus índices críticos de dinámica hidrológica superficial (ISA de 0,75 a 1,00), quedando sujetas a una restricción urbana de no intervención absoluta.

Se establece una **Sensibilidad Alta** en la dimensión de infraestructura y servicios públicos debido al estado de crisis decretado por las Ordenanzas Municipales N° 206/2022 y 262/2025, obligando a la autonomía total del barrio. En contraposición, se define una **Sensibilidad Media** de carácter receptivo y positivo en la dimensión de inserción territorial, donde el proyecto funciona como un núcleo periférico planificado al amparo de la Ley Provincial N° 3.880 para descomprimir el mercado de suelo de la localidad.

7.5. CAPÍTULO V: IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

La evaluación cuali-cuantitativa de los impactos ambientales aplicó el algoritmo de Conesa Vicente,

cruzando las acciones de ingeniería de las fases de construcción, operación y cierre con los factores receptores del medio. El modelo general determinó que el proyecto presenta una **Sensibilidad Media de Impacto de 0,435**, controlada por los siguientes hallazgos críticos:

A. Fase Constructiva (Duración de 95,6 meses calendario - 200 operarios de forma simultánea)

- **Severidad en el Desbroce de Estepa (Importancia I = -67):** La remoción física de la primera capa vegetal abarca un volumen neto de 196.449,60 m³ en banco. Esta acción fue evaluada como el impacto destructivo más severo de la Fase 1, debido a que elimina de forma directa la cobertura vegetal absoluta promedio del 60,8% dominada por el coirón amargo (*Pappostipa chrysophylla*). La matriz ratifica una sensibilidad nula sobre bosque nativo dentro del AID.
- **Vulnerabilidad de Entisoles ante el Movimiento de Suelos (Importancia I = -46):** La excavación y nivelación de las cajas para calles y boulevards consolidan un balance de masa de 417.699,68 m³. Al despojar el terreno de su matriz biológica, los suelos Entisoles quedan expuestos a la intensa acción de los vientos del oeste (con promedios de 29,5 km/h en noviembre), amenazando con activar focos severos de erosión eólica y generación de polvo fugitivo (PM10).
- **Criticidad Logística por Excavación Excedente (Importancia I = -52):** Se identificó un impacto negativo de carácter severo derivado de la generación física de aproximadamente **190.000 m³ sueltos de tierra de excavación sobrante** que no podrán ser compensados internamente, forzando un acarreo pesado continuado hacia el vaciadero municipal de El Chaltén y generando una carga logística sobre una localidad confinada.
- **Perturbación Mecánica de Fauna Silvestre (Importancia I = -52):** El uso intensivo de la flota pesada (niveles de ruido entre 85 y 105 dBA) genera un impacto severo por ahuyentamiento de tropas de guanacos y disrupción de áreas de forrajeo de avifauna protegida colindante con el Parque Nacional.
- **Impacto Controlado en Trincheras de Servicios (Importancia I = -41):** Las excavaciones continuas en trinchera para las redes se proyectan a una cota de arranque de hasta 1,50 metros de profundidad (tapada mínima obligatoria de 1,20 m para evitar fallas mecánicas por los 219 días de heladas medias anuales).

Al confinarse exclusivamente sobre las Terrazas Fluviales, este impacto se estabiliza en rango moderado gracias a que su persistencia es temporal y el suelo es reusado inmediatamente como material de tapada.

1. B. Fase Operativa (Funcionamiento Permanente)

- **Pluma de Recarga Artificial en el Acuífero Somero (Importancia I = -56):** La inyección ininterrumpida de un caudal cloacal medio depurado de 2.120 m³/día concentrado en las 9,6

hectáreas del lecho de infiltración generará un impacto severo en la hidrodinámica subterránea, provocando una sobreelevación local permanente del nivel freático somero y modificando las líneas de flujo de la región.

- **Antropización e Hidromorfismo de la Planicie Aluvial (Importancia I = -54):** El aporte continuo de humedad forzará un proceso físico de gleización en el suelo, induciendo el reemplazo paulatino de la estepa xerófila por parches densos de flora hidrófila y helófitas de *Juncus balticus*.
- **Carga Atmosférica por Generación Térmica Aislada (Importancia I = -60):** La quema constante de 31.200 litros diarios de gasoil por los 8 motores diésel de la central off-grid consolida un impacto severo sobre el factor aire debido a la inyección ininterrumpida de gases de combustión (CO_2, NO_x, SO_x) en un entorno cordillerano prístino.
- **Impacto Socioeconómico Altamente Positivo (Importancia I = +59):** En la dimensión institucional y habitacional regional, el proyecto genera un beneficio de gran magnitud al ofrecer suelo residencial periurbano planificado con infraestructura autónoma propia, mitigando de forma directa la crisis y el estado de congelamiento inmobiliario que sufre el ejido de El Chaltén bajo las Ordenanzas de emergencia N° 206/2022 y 262/2025.

7.6. CAPÍTULO VI: PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL (PGA) Y RESPUESTA A CONTINGENCIAS

Para neutralizar los escenarios de impacto potencial severo y dar cumplimiento a las exigencias normativas dictadas para la Categoría II de complejidad ambiental provincial, el Plan de Gestión Ambiental (PGA) instituye un cuerpo de programas ejecutivos de cumplimiento obligatorio para todo el personal y empresas contratistas:

- **Programa de Preservación Edafológica (Top Soil):** Para cualquier remoción de suelos se deberá retirar de forma separada los primeros 30 cm de horizonte orgánico superficial, prohibiendo su mezcla con el material inerte inferior. Los acopios temporales de suelo vegetal se confinarán exclusivamente en zonas llanas de terrazas fluviales, limitando su altura máxima a 2,00 metros para asegurar su aireación biótica y prohibiendo de forma absoluta la circulación de vehículos sobre ellos. Al concluir la obra, el suelo vegetal será el último estrato en colocarse tras un escarificado mecánico profundo de descompactación de las trazas de obra.
- **Programa de Estabilización Mecánica e Ingeniería Vial:** Los perfiles de calles y boulevards contarán con una corona abovedada transversal adecuada para drenar de manera regular hacia zanjas laterales revestidas de roca o concreto. Para anular los procesos de erosión eólica inducidos por los vientos del oeste en taludes expuestos, se imponen ángulos de inclinación máximos en relaciones de 3:1 para sectores de corte y 2,5:1 para sectores de relleno, exigiendo la

colocación inmediata de mallas de yute o geo celdas estructuradas. El polvo fugitivo en caminos de acarreo se controlará mediante el rociado sistemático con camiones cisterna de 15.000 litros.

- **Programa de Blindaje Ecológico y Conservación de Fauna:** Se normará el cercado temporal y balizamiento estricto de los bajos de inundación y mallines previo al ingreso de las orugas pesadas, declarándolas áreas intangibles de exclusión absoluta para proteger el junco (*Juncus balticus*). Durante el zanjeo continuo para redes de servicios, las trincheras abiertas dispondrán de rampas de escape perimetrales con pendientes suaves inferiores a 45° para evitar el atrapamiento por caída de fauna de hábitos fosoriales (Piche). Las redes en altura contarán con desviadores de vuelo (balizas anticolisión) para la protección del Cóndor andino, y el alumbrado público empleará lámparas LED cálidas provistas de pantallas deflectoras con un 0% de dispersión hacia el hemisferio superior, mitigando la intrusión lumínica sobre el Parque Nacional Los Glaciares y la AICA SC13. Se prohíbe de forma absoluta la tenencia de armas, las actividades de caza, pesca o comercio de ejemplares en el predio.

- **Programa de Monitoreo Hidrogeológico (PMA):** Establece la instalación de pozos de observación freática (freatímetros) aguas abajo del lecho de infiltración de 9,6 ha. Durante los primeros cuatro años de la fase operativa, se instrumentará una campaña analítica bianual en período estival (noviembre/diciembre) para verificar mediante protocolos certificados que las concentraciones de nutrientes no superen la capacidad de carga del sitio, auditando además la riqueza específica (S) y el índice de diversidad de Shannon-Weaver en estaciones fijas respecto al valor de referencia base de 2,3.

El plan estructura además un manual de procedimientos operativos de campo, articulado bajo una Cadena de Mando de Contingencia liderada por un Coordinador General de Emergencias (CGE) y un Jefe de Brigada (JBE) apoyado por operarios técnicos entrenados, definiendo barreras para mitigar eventos accidentales críticos:

- **Derrame de Hidrocarburos (Y9):** Uso obligatorio de bateas de contención móviles en el trasvase de combustible, parada de bombas (ESD), aplicación de turba absorbente y remoción mecánica del suelo afectado como residuo peligroso Y48.
- **Incendio de Interfaz de Estepa:** Limpieza y desbroce perimetral de seguridad de 20 m alrededor del obrador, ataque inicial con matafuegos ABC y camión regador, y apertura inmediata de líneas de cortafuego desnudas de 20 m de ancho mediante las topadoras Cat D6 ante ráfagas extremas del oeste.
- **Falla Crítica en Reactores de la PTAR:** Desvío automático del flujo cloacal crudo hacia la celda modular de ecualización y almacenamiento de contingencia para impedir la descarga de líquido crudo, forzando una dosificación de emergencia de hipoclorito de sodio comercial al 15%.

- **Fuga de GLP en Planta de Vaporización:** Cierre manual automatizado de las válvulas *shut-off* de corte rápido de los tanques ASME horizontales, delimitación de un perímetro de exclusión de 200 metros, evacuación del Centro Cívico oeste y dispersión mediante cortinas de agua nebulizada.

CAPITULO VIII – Apéndices

ÍNDICE

CAPÍTULO VIII: APÉNDICES 229
8.1. BIBLIOGRAFÍA 229
8.1.1. MEDIO FÍSICO 229
8.1.2. MEDIO BIÓTICO 230
8.1.3. MEDIO SOCIOECONÓMICO 232
8.1.4. PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO Y SOCIOCULTURAL 232
8.1.5. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS EN EL ÁREA DEL PROYECTO 234
8.1.6. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL, IMPACTOS AMBIENTALES Y GESTIÓN AMBIENTAL. 235
8.2. ANEXOS 236
8.2.1. CARTOGRAFÍA (SOPORTE FÍSICO Y DIGITAL) 236
8.2.2. LABORATORIO (SOPORTE FÍSICO Y DIGITAL) 237
8.2.3. DOCUMENTACIÓN DE PROYECTO (SOPORTE DIGITAL) 237

CAPÍTULO VIII: APÉNDICES

8.1. BIBLIOGRAFÍA

8.1.1. MEDIO FÍSICO

Giacosa, R.E.; Fracchia, D.; Heredia Carballo, N.; Pereyra, F.X. (2013). Hoja Geológica 4972-III y 4975-IV El Chaltén, Provincia de Santa Cruz. Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR), Boletín N.º 398. Buenos Aires.

Feruglio, E. (1944). Estudios Geológicos y Glaciológicos en la Región del Lago Argentino. Academia Nacional de Ciencias. Córdoba.

Furque, G. (1973). Descripción Geológica de la Hoja 58b Lago Argentino. Servicio Nacional Minero Geológico.

Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR). Cartas geológicas, bases geológicas digitales y publicaciones técnicas para la provincia de Santa Cruz.

Administración de Parques Nacionales (2019). Plan de Gestión del Parque Nacional Los Glaciares. Capítulos de Geología y Geomorfología.

Glaciología y procesos geomorfológicos:

Administración de Parques Nacionales. Geología y Geomorfología del Parque Nacional Los Glaciares.

Aniya, M. (1999). Recent Glacier Variations of the Southern Patagonia Icefield, South America, and Their Contribution to Sea-Level Change. Arctic, Antarctic and Alpine Research.

Skvarca, P.; Naruse, R. y De Angelis, H. Diversos trabajos sobre dinámica y evolución de los glaciares Viedma, Upsala y Perito Moreno.

Davies, B.J. & Glasser, N.F. (2012). Accelerating shrinkage of Patagonian glaciers from the Little Ice Age to the present. Journal of Glaciology.

Administración de Parques Nacionales (2019). Plan de Gestión del Parque Nacional Los Glaciares. Apartado Clima.

Servicio Meteorológico Nacional (SMN). Estadísticas climatológicas normales de Argentina.

Karger, D.N. et al. (2017). Climatologies at High Resolution for the Earth's Land Surface Areas (CHELSA). Earth System Science Data.

INTA. Atlas Climático Digital de la República Argentina.

Administración de Parques Nacionales (2019). Plan de Gestión del Parque Nacional Los Glaciares. Capítulos Hidrología Superficial e Hidrogeología.

Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación. Bases Hidrológicas Nacionales.

Mazzoni, E. (2002). Diagnóstico Ambiental de la Provincia de Santa Cruz. Universidad Nacional de la Patagonia Austral.

INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). Cartografía y estudios de suelos de Santa Cruz.

Mazzoni, E. y Vázquez, M. (2004). Inventario Integrado de los Recursos Naturales de la Provincia de Santa Cruz.

Del Valle, H.F.; Elissalde, N.O.; Gagliardini, D.A. y Milovich, J. (1998). Status of Desertification in the Patagonian Region. Arid Soil Research and Rehabilitation.

8.1.2. MEDIO BIÓTICO

Cabrera, A. L. (1976). Regiones fitogeográficas argentinas. Enciclopedia argentina de agricultura y jardinería, Tomo II, Fascículo 1. Editorial ACME. Buenos Aires. (Utilizado para la tipificación botánica de las formaciones de estepa del ecotono transicional) .

Crump, M. L., & Scott, N. J. (1994). Visual Encounter Surveys (VES). En: Measuring and monitoring biological diversity: Standard methods for amphibians. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.. (Metodología de búsqueda y remoción activa de sustrato adoptada para el Programa de Monitoreo estacional de herpetofauna) .

Levy, E. B., & Madden, E. A. (1933). The point method of pasture analysis. New Zealand Journal of Agriculture, 46, 267-279. (Metodología de aguja de proyección vertical a intervalos fijos de 10 cm seleccionada para medir los KPIs de cobertura vegetal horizontal) .

Spitz, F., Le LOUARN, H., & POULET, A. (1974). L'indice kilométrique d'abondance (I.K.A.) aplicado al muestreo de poblaciones de vertebrados. Mammalia, 38. (Estandarización matemática relativa de avistamientos visuales y auditivos expresada en registros por kilómetro para el PMA) .

Resolución Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible N° 795/2017. Categorización de las Aves Autóctonas de la República Argentina según su estado de conservación. Ley Nacional N° 22.421 de Conservación de la Fauna. (Fija el estatus legal de "Amenazada" para el cóndor andino y "Casi Amenazado" para el choique (Rhea pennata)).

Resolución Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable N° 1055/2013. Clasificación del Estado de Conservación de Especies y Subespecies de Anfibios y Reptiles Nativos de la República Argentina. (Base regulatoria para el monitoreo focalizado de reptiles del género Liolaemus).

Administración de Parques Nacionales - APN (2019). Directrices de Manejo y Conservación de la Reserva Nacional Los Glaciares (Zona Viedma). San Carlos de Bariloche. (Criterios de amortiguación para el huemul y conectividad de cuenca).

BirdLife International & Aves Argentinas (2007). Áreas Importantes para la Conservación de las Aves (AICA): SC13 - Parque Nacional Los Glaciares y Adyacencias. Buenos Aires, Argentina. (Criterios de protección lumínica y rutas de vuelo de avifauna catalogada).

Llaneza, L., & López-Bao, J. V. (2014). Manual de campo para el seguimiento y censo de poblaciones de lobo. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

CITES (2023). Apéndices I, II y III de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. (Estatus del cóndor andino y el guanaco relevados).

Ministerio de Salud y Ambiente (2021). Estatus de Conservación de Especies Endémicas de la Cuenca del Río de las Vueltas. Río Gallegos, Santa Cruz. (Protección de Chaltenobatrachus extraordinarius).

Oyarzabal, M., Clavijo, J., Oakley, L., Biganzoli, F., Tognetti, P., Barberis, I., ... & León, R. J. (2018). Unidades de vegetación de la Argentina. Ecología Austral, 28(1), 40-63. (Clasificación fisonómica de la Estepa Graminosa de Festuca pallescens en el Distrito Subandino).

SAREM (2019). Categorización de los Mamíferos de Argentina según su Riesgo de Extinción. Lista Roja de los Mamíferos de Argentina. Sociedad Argentina para el Estudio de los Mamíferos. (Clasificación de Lama guanicoe).

UICN (2025). Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. (Estatus global de preocupación menor y vulnerable para fauna local).

8.1.3. MEDIO SOCIOECONÓMICO

Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC). Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2022. Datos definitivos para la localidad de El Chaltén, Provincia de Santa Cruz.

Honorable Legislatura de la Provincia de Santa Cruz. Ley Provincial Nº 1.771/85 (Creación de la localidad).

Honorable Legislatura de la Provincia de Santa Cruz. Ley Provincial Nº 3.468/2015 (Ratificación de Convenio de Comodato APN-Provincia).

Congreso de la Nación Argentina. Ley Nacional Nº 23.766/1989 (Desafectación de tierras fiscales del Parque Nacional Los Glaciares).

Secretaría de Estado de Turismo de la Provincia de Santa Cruz. Datos de ocupación y estacionalidad del Observatorio Económico del Turismo (OET).

8.1.4. PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO Y SOCIOCULTURAL

Aschero, C. 1975 revisión 1983. Ensayo para una clasificación morfológica de artefactos líticos aplicada a estudios tipológico-comparativos. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Ms.

Belardi, J. B.y M. S. Caracotche 2005. Resultados arqueológicos en el noroeste del lago Viedma, Provincia de Santa Cruz. Actas del XIII Congreso Nacional de Arqueología Argentina Tomo 4: 81-88. Córdoba.

Belardi, J. B, F. Carballo Marina, G. Barrientos y P. Campan 2019. Punta del Lago 1: implicaciones para la arqueología de la margen Norte del lago Viedma (Santa Cruz). En. J. Gómez Otero; A Svoboda & Banegas, A (Eds.), Arqueología de la Patagonia: el pasado en las arenas (pp.351-359). Buenos Aires, CONICET- IDEAUS.

Belardi, J. B., S. L. Espinosa, F. Carballo Marina y R. V. Blanco2020. Al pie del cerro Fitz Roy: cazadores recolectores en el Noroeste del lago Viedma, provincia de Santa Cruz. Revista del Museo de Antropología 13 (3): 295-306.

Belardi, J. B., F. Carballo Marina y G. Barrientos.2021. Hunting Landscapes in the North Margin of Lake Viedma (Southern Patagonia, Argentina): Preys, Strategies and Technology. Ancient Hunting Strategies in Southern South America. Pp. 343-360. Editado por J. B. Belardi, D. Bozzuto, P. M. Fernández, E. Moreno y Gustavo Neme. Springer Nature. The Latin American Studies Book Series. Cham, Suiza.

Belardi, J. B., F. Carballo Marina y P. Campan 2022. Distribución de artefactos líticos, cronología y el modelo de pisoteo (Borrero 1988): los médanos de la costa Norte del lago Viedma (Santa Cruz, Patagonia, Argentina) Chungara 53(3): 1-15.

Belardi, J. B, S. Espinosa, F. Carballo Marina y A. De Angelis 2023. La manufactura, el uso y el descarte de hojas por parte de las poblaciones cazadoras recolectoras en la margen norte del lago Viedma (suroeste de Santa Cruz, Argentina): diferencias en el uso del espacio durante el Holoceno tardío. Arqueología 29(2), 11742 mayo-agosto 2023.

Caracotche, S.2000. Primer relevamiento arqueológico del lago Viedma-Parque Nacional Los Glaciares. Un caso de evaluación de impacto. Desde el País de los Gigantes. Perspectivas arqueológicas en Patagonia Tomo 2: 651-656. Universidad Nacional de la Patagonia Austral.

Endere, M. L. 1995. Patrimonio arqueológico, legislación y turismo en Argentina. Etnía 40-41:145-155.

Espinosa, S. L. y R. A. Goñi 1999. ¡Viven!: una fuente de obsidiana en la provincia de Santa Cruz. Soplando en el viento... Actas de las Terceras Jornadas de Arqueología de la Patagonia, pp.177-188. Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano y Universidad Nacional del Comahue.

Horta, L., J. B Belardi, A. M. Georgieff y F. Carballo Marina. 2022. Late Quaternary evolution of Viedma Lake and implications for hunter-mobility in the Southern Andean Patagonia, Argentina. Quaternary International 628:18-27

Lively, H. 1947. La laguna Tar. Argentina Austral XIX (193): 10-11.

Moreno, F. 1969. Viaje a la Patagonia Austral 1876-1877. Solar-Hachette, Buenos Aires.

Nuevo Delaunay, A., Belardi, J.B., F. Carballo Marina, Saletta, M. J. y H. De Angelis. 2017. The incorporation of glass and stoneware among Southern continental Patagonia anf Fueguian hunter-gatherer from XVIIIth to XXth century. Antiquity 91(359): 1330-1343

Rabassa, J. y C. Clapperton. 1990. Quaternary Glaciations of the Southern Andes. Quaternary Science Reviews 9:229-252.

Stern, C. R. 1990. Tephrochronology of Southernmost Patagonia. National Geographic Research 8: 239-240.

UNESCO XV Reunión. 1968. Recomendaciones sobre la conservación de los bienes culturales que la ejecución de obras públicas o privadas pueda poner en peligro. París.

Wenzens, G. y E. Wenzens. 1998. Late glacial and Holocene glacier advances in the area of Lago Viedma (Patagonia, Argentina). Zbl. Geol. Palaont. Teil I. 3-6:593-608.

8.1.5. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS EN EL ÁREA DEL PROYECTO

Administración de Parques Nacionales (APN). (2019). Plan de Gestión del Parque Nacional Los Glaciares. Delegación Regional Patagonia. San Carlos de Bariloche, Argentina.

Congreso de la Nación Argentina. (1948). Ley Nacional Nº 13.893. Ratificación de la creació del Parque Nacional Los Glaciares (Decreto Nacional Nº 105.433/1937). Infoleg.

Congreso de la Nación Argentina. (1996). Ley Nacional Nº 24.702. Declaración del Huemul (Hippocamelus bisulcus) como Monumento Natural Nacional. Infoleg.

Congreso de la Nación Argentina. (2007). Ley Nacional N° 26.331 de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos. Infoleg.

Honorable Legislatura de la Provincia de Santa Cruz. (2003). Ley Provincial N° 2.658 de Evaluación de Impacto Ambiental y sus anexos de Estándares de Calidad de Agua. Río Gallegos, Argentina.

Honorable Legislatura de la Provincia de Santa Cruz. (1989). Ley Provincial Nº 2.103. Declaración del Huemul *(Hippocamelus bisulcus)* como Monumento Natural Provincial. Río Gallegos, Argentina.

Honorable Legislatura de la Provincia de Santa Cruz. (2000). Ley Provincial Nº 2.550. Declaración del Monumento Natural Provincial Cerro Chaltén. Río Gallegos, Argentina.

Honorable Legislatura de la Provincia de Santa Cruz. (2010). Ley Provincial N° 3.124 de Ordenamiento Territorial de Bosques Nativos (OTBN) de la Provincia de Santa Cruz. Río Gallegos, Argentina.

Consejo Agrario Provincial (CAP). (2015). Disposiciones técnicas sobre fauna doméstica y control de Especies Exóticas Invasoras (EEI) en áreas de interfase rural. Dirección de Fauna Silvestre, Río Gallegos, Santa Cruz.

Consejo Agrario Provincial (CAP). (2022). Cartografía Oficial del Ordenamiento Territorial de Bosques Nativos (OTBN). Sistema de Información Geográfica (SIG), Río Gallegos, Santa Cruz.

Consejo Agrario Provincial (CAP). (2024). Sistema Provincial de Áreas Naturales Protegidas: Ficha Técnica, Límites y Objetivos de Conservación del Área Provincial Protegida La Florida. Dirección de Áreas Protegidas, Río Gallegos, Santa Cruz.

Ministerio de Salud y Ambiente de la Provincia de Santa Cruz. (2021). Línea de Base Ambiental Regional: Directrices para la protección de cuencas hídricas superficiales y biodiversidad asociada en la Cuenca del Río de las Vueltas. Secretaría de Estado de Ambiente, Río Gallegos, Santa Cruz.

BirdLife International y Aves Argentinas. (2007). Áreas Importantes para la Conservación de las Aves en la Argentina: Sitios de relevancia para la conservación de la biodiversidad. Ficha Técnica correspondiente al Sitio AICA SC13 - Parque Nacional Los Glaciares y adyacencias. Temas de Naturaleza y Conservación N° 5, Buenos Aires, Argentina.

UNESCO. (1981). Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural. Comité del Patrimonio Mundial. Inscripción del Parque Nacional Los Glaciares como Sitio de Patrimonio Mundial Natural (Criterios N° VII y VIII).

8.1.6. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL, IMPACTOS AMBIENTALES Y GESTIÓN AMBIENTAL.

McHarg, I. L. (2000). Proyectar con la naturaleza (Edición en español). Editorial Gustavo Gili. Barcelona, España. (Original publicado en 1969 como "Design with Nature" por Natural History Press).

ENARGAS (Ente Nacional Regulador del Gas). (2006). Norma NAG 153: Normas de protección ambiental para la construcción y operación de sistemas de gasoductos. Resolución ENARGAS N° 3564/06. Buenos Aires, República Argentina.

Conesa Fdez-Vítora, Vicente (1997, 2010). Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. 4ta Edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. (Base técnica para el desarrollo del algoritmo matricial de Importancia ambiental).

Leopold, L. B., Clarke, F. E., Hanshaw, B. B., & Balsley, J. R. (1971). A Procedure for Evaluating Environmental Impact. U.S. Geological Survey Circular 645. Washington D.C. (Base de correspondencia lógica para la matriz causa-efecto de doble entrada).

8.2. ANEXOS

8.2.1. CARTOGRAFÍA (SOPORTE FÍSICO Y DIGITAL)

- KAIKEN SUR – Cronograma-Rev 0a
- Mapa Ubicación General Proyecto Urbanístico KAIKEN SUR. Elaboró: SENSEI AMBIENTAL, 2026.
- Mapa de Infraestructura Proyecto Urbanístico KAIKEN SUR. Elaboró: SENSEI AMBIENTAL, 2026.
- Mapa de Infraestructura Proyecto Urbanístico KAIKEN SUR. Elaboró: SENSEI AMBIENTAL, 2026.
- Mapa de ubicación del proyecto y de la estación meteorológica El Calafate AERO. Elaboró: SENSEI AMBIENTAL, 2026.
- Mapa Geológico. Elaboró: SENSEI AMBIENTAL, 2026.
- Mapa Geomorfológico. Elaboró: SENSEI AMBIENTAL, 2026.
- Mapa de Peligrosidad Sísmica. Elaboró: SENSEI AMBIENTAL, 2026.
- Mapa de suelos. Elaboró: SENSEI AMBIENTAL, 2026.
- Mapa general de Hidrología Superficial. Elaboró: SENSEI AMBIENTAL, 2026.
- Mapa de detalle de Hidrología Superficial. Elaboró: SENSEI AMBIENTAL, 2026.
- Mapa de vegetación. Elaboró SENSEI AMBIENTAL, 2026.
- Mapa relevamiento de fauna. Elaboró: SENSEI AMBIENTAL, 2026.
- Mapa de Áreas de Naturales Protegidas y ubicación del Proyecto Urbanístico KAIKEN SUR. Elaboró SENSEI AMBIENTAL, 2026.
- Mapa de Sensibilidad Ambiental. Elaboró: SENSEI AMBIENTAL, 2026

- Mapa de Sensibilidad Ambiental. Elaboró: SENSEI AMBIENTAL, 2026

8.2.2. LABORATORIO (SOPORTE FÍSICO Y DIGITAL)

- Protocolos de laboratorio N°42407-08
- Cadena de Custodia CC-N°03-17-000-00000-411

8.2.3. DOCUMENTACIÓN DE PROYECTO (SOPORTE DIGITAL)

- Memoria técnica
- Cronograma
- Infraestructura Eléctrica
- Movimiento de Suelos
- Agua y Efluentes