



PLAN DE REPARACIÓN
CAUSA ROL N° D-4-2022
TERCER TRIBUNAL AMBIENTAL DE VALDIVIA

14 de octubre de 2026

Índice

I. INTRODUCCIÓN	4
II. ANTECEDENTES PREVIOS.....	5
A. Contexto Territorial	5
B. Central Canutillar.....	6
C. Generación Hidráulica y Contexto Hidrológico.....	7
D. Marco Normativo.....	9
E. Rol y atributos de la Central Canutillar en el SEN.....	11
F. Gestión de eventos de la naturaleza y de origen antrópico en el lago Chapo	14
III. DESARROLLO DE OBJETIVOS DE LA SENTENCIA.....	16
A. OBJETIVO N°1: Condiciones de operación provisionales	17
i) Cumplimiento de la cota mínima provisional.....	17
ii) Régimen excepcional de flexibilización de cota provisoria para atención de casos de emergencia determinados por la autoridad sectorial.....	18
B. OBJETIVO N°2: Controlar los procesos erosivos y contribuir a la recuperación de atributos biofísicos del paisaje.....	21
i) Caracterización general del entorno del lago Chapo	22
ii) Erupciones del volcán Calbuco	23
iii) Operación de la Central Canutillar.....	24
iv) Caracterización actual de la erosión de riberas del lago Chapo	26
v) Secuencia de las etapas para el cumplimiento del Objetivo N°2.....	28
ETAPA 1: Estudios de línea base, levantamientos y caracterización.....	33
ETAPA 2: Análisis técnicos integrados para la cota mínima de estabilidad	45
ETAPA 3: Diseño de medidas y acciones de control de erosión	55
ETAPA 4: Implementación de medidas y acciones de control de erosión	57
C. OBJETIVO N°3: Evaluar ante el SEIA la actualización de las variables de operación para una gestión sostenible de la cuenca lacustre	61
i) Antecedentes operacionales y marco regulatorio de la Central Canutillar	62
ii) Fundamento jurídico del mecanismo de evaluación.....	66
iii) Descripción del Proyecto “Actualización de variable operacional Central Hidroeléctrica Canutillar”	70
iv) Implementación del Objetivo N°3.....	70
v) Acciones para el cumplimiento del Objetivo N°3	73

vi) Cronograma	82
D. OBJETIVO N°4: Socializar con la comunidad local los estudios, acciones y/o medidas del Plan de Reparación	83
i) Relacionamiento previo	83
ii) Plan de Socialización	84
iii) Cronograma Referencial del Plan de Socialización.....	99

ANEXOS

ANEXO 1. Equipo de Profesionales a cargo de los Estudios y Medidas del Plan de Reparación.

ANEXO 2. Nuevas estaciones meteorológicas instaladas en la cuenca del Lago Chapo.

ANEXO 3. Plan de Acción del Plan de Reparación.

ANEXO 4. Gestión de Vertimiento y Control de Crecidas en Lago Chapo (2019), Centro de Energía de la Universidad de Chile.

ANEXO 5. ESTUDIO 2.1. Estudio hidrológico del lago Chapo y análisis de crecidas para cauces afluentes.

ANEXO 6. ESTUDIO 2.2. Levantamientos topográficos para la cuenca del lago Chapo.

ANEXO 7. ESTUDIO 2.3. Caracterización geológica, geotécnica y geomorfológica de la cuenca del lago Chapo.

ANEXO 8. ESTUDIO 2.4. Caracterización de multivariantes temporales y su respuesta a la variabilidad operacional de la cota del lago Chapo.

ANEXO 9. ESTUDIO 2.6. Estudio de medidas tipo de bioingeniería y SbN utilizadas a nivel mundial, que sean aplicables al caso lago Chapo.

PLAN DE REPARACIÓN - CAUSA ROL N° D-4-2022 **TERCER TRIBUNAL AMBIENTAL DE VALDIVIA**

I. INTRODUCCIÓN

El presente Plan de Reparación (el “**Plan**”) se elabora en cumplimiento de lo ordenado por el Ilustre Tercer Tribunal Ambiental de Valdivia (el “**Tribunal**”) mediante sentencia dictada con fecha 22 de mayo de 2025 (la “**Sentencia**”), en la causa Rol N° D-4-2022.

Conforme lo ordena la Sentencia, Colbún S.A. (“**Colbún**”) debe presentar un Plan de Reparación elaborado en base a los siguientes objetivos ambientales (los “**Objetivos**”):

Objetivo	Descripción
1.	Establecer condiciones de operación provisionales.
2.	Controlar los procesos erosivos y contribuir a la recuperación de atributos biofísicos del paisaje, atendidos los siguientes objetivos específicos: 2.1. Controlar los procesos erosivos de las riberas del lago Chapo, y 2.2. Controlar los procesos erosivos de los cauces afluentes al lago Chapo.
3.	Evaluar ante el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (el “ SEIA ”) la actualización de las variables de operación para una gestión sostenible de la cuenca lacustre.
4.	Socializar con la comunidad local los estudios, acciones y/o medidas del Plan de Reparación de Daño Ambiental.

Para efectos de cumplir con los Objetivos, el presente Plan incluye la descripción de estudios, acciones y medidas, explicándose para cada caso en particular, cómo dicho estudio, acción o medida, aporta al cumplimiento de un objetivo específico.

Asimismo, para cada Objetivo se incluye una descripción sobre cómo se desarrollará dicho estudio, acción y/o medida, así como también, los medios de verificación, los parámetros de monitoreo, las evidencias de cumplimiento e indicadores de éxito, entre otros elementos.

En efecto, de conformidad con lo exigido en el numeral 3 de las Consideraciones Finales de la Sentencia, el diseño y elaboración del presente Plan ha estado y estará a cargo de un equipo de profesionales interdisciplinario e idóneo, con el objeto de asegurar la fiabilidad de la información y el éxito de las acciones que se implementarán, cuya individualización se detalla en el ANEXO 1.

Cabe tener presente, asimismo, que la Sentencia, en sus Consideraciones Finales N°1 y 2, dispone lo siguiente:

1. Será de cargo de la demandada la obtención de todas las autorizaciones necesarias para la implementación de las acciones o medidas definidas en el Plan de Reparación.
2. La demandada podrá proponer una modificación de los plazos, mecanismos y medidas anteriormente señaladas, mediante solicitud fundada presentando los antecedentes respectivos que la justifiquen.

Previo a exponer la propuesta de cumplimiento para cada Objetivo, es necesario proporcionar un contexto general de la Central Hidroeléctrica Canutillar, que será debidamente detallado y explicado en el siguiente numeral II del presente documento.

II. ANTECEDENTES PREVIOS

El objeto de este capítulo es enunciar, por una parte, los elementos principales del contexto geográfico e histórico de la Central Hidroeléctrica Canutillar (la “**Central Canutillar**”, la “**Central**” o “**Canutillar**”), y, por otra parte, referirse a la actualidad y al rol de la Central Canutillar en el contexto específico, así como a los diversos bienes y servicios que coexisten en el sistema del lago Chapo y su cuenca, de orden ambiental, socioeconómico y de calidad de vida de las comunidades ribereñas, de generación eléctrica y de seguridad frente a eventos naturales.

A. Contexto Territorial

El lago Chapo se emplaza dentro de un paisaje cuya configuración geomorfológica refleja la interacción de procesos glaciales, tectónicos y volcánicos. Entre estos últimos destaca la influencia del volcán Calbuco, cuyos eventos eruptivos han contribuido a configurar distintos sectores de la cuenca y algunos cauces que desembocan en el lago.

El lago Chapo se inserta en un área predominantemente boscosa, parte de la cual forma parte de las áreas protegidas Parque Nacional Alerce Andino, por la ribera sur, y Reserva Nacional Llanquihue, por la ribera norte.

El lago Chapo se ubica en una zona rural, entre las comunas de Puerto Montt y Cochamó. En su ribera se emplazan las localidades de Lago Chapo, Rincón del Sur y El Palomo, que, según el Censo 2024, registran 130 viviendas y 94 habitantes, de los cuales el 28% tiene 60 años o más. Localidades cercanas, como Río Blanco, Correntoso y Pocihuén, también mantienen vínculos con el lago.

En el entorno del lago conviven familias de larga residencia, habitantes llegados más recientemente y propietarios no permanentes, junto con organizaciones comunitarias y emprendimientos turísticos y gastronómicos. Esta diversidad de usos y expectativas ha sido y será considerada en el desarrollo de las acciones y medidas, así como en las instancias de socialización.

B. Central Canutillar

Canutillar es una central hidroeléctrica que opera, de conformidad con las autorizaciones correspondientes, haciendo uso de las aguas que confluyen en el lago Chapo. Su proyecto fue desarrollado por la empresa ENDESA¹ y fue construida entre los años 1987 y 1990.

En 1991, la Central Canutillar inició sus operaciones a cargo de ENDESA, hasta que en el año 2003 fue adquirida por Cencelca S.A. y, finalmente, en el año 2005, por Colbún S.A.

La Central Canutillar es una central hidroeléctrica de embalse que cuenta con dos turbinas y sus respectivos generadores con una potencia instalada de 172 MW² y una capacidad de almacenamiento que le permite operar y regular su agua embalsada en forma intermensual. La Central genera una energía equivalente al 33% del consumo de la Región de Los Lagos, siendo, con ello, la central con mayor capacidad instalada en la Zona Sur.

El agua almacenada en el lago Chapo constituye una cantidad de energía gestionable³ tal, que convierte a la Central Canutillar en una importante reserva para el Sistema Eléctrico Nacional (“SEN”)⁴ y que debe ser operada conforme lo determine la autoridad competente.

En la actualidad, Canutillar suministra del orden de 907 GWh/año⁵, lo que equivale al suministro de 420.000 hogares de la Zona Sur. Se trata, además, de energía de fuente renovable y gestionable,

¹ La Empresa Nacional de Electricidad S.A. (ENDESA) fue creada el 1 de diciembre de 1943 como una sociedad anónima, filial de la entidad fiscal Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), con el objeto de realizar el Plan de Electrificación chileno, incluyendo generación, transporte y distribución de energía eléctrica. Durante 44 años, Endesa Chile perteneció al Estado de Chile, alcanzando un papel preponderante en el sector y se convirtió en una de las empresas más relevantes y la base del desarrollo eléctrico del país. Las inversiones fueron cuantiosas y se concretaron importantes obras de ingeniería y electrificación. El proceso de privatización comenzó en 1987, a través de una serie de ofertas públicas de acciones, y fue completado en 1989.

² <https://infotecnica.coordinador.cl/instalaciones/unidades-generadoras>

³ La Central Canutillar tiene una capacidad de almacenamiento de más de 300 GWh entre las cotas 231 y 243 m.s.n.m.

⁴ El Sistema Eléctrico Nacional es el sistema eléctrico interconectado único, destinado a cubrir la mayor parte de la demanda de clientes regulados y libres del país y que permite conformar un mercado eléctrico común (Artículo 10-1 de la Ley 21.804 que Perfecciona los Sistemas Medianos en la Ley General de Servicios Eléctricos).

⁵ Generación promedio anual (2000 – 2025): 907,5 GWh. Calculada con información obtenida en: <https://www.coordinador.cl/reportes-y-estadisticas/#Estadisticas>

cuya disponibilidad contribuye a la seguridad del suministro eléctrico de dicha zona, según se desarrolla en la letra E siguiente.

C. Generación Hidráulica y Contexto Hidrológico

La Central Canutillar utiliza las aguas del lago Chapo, el cual es abastecido por diferentes cauces, destacando los ríos Blanco, Negro y Lenca⁶. Esta zona lacustre se caracteriza por presentar un régimen hidrológico pluvial, lo que implica que la escorrentía de sus afluentes depende principalmente de las precipitaciones, lo cual tiene directa influencia en la generación de la Central y en la capacidad de almacenamiento de las aguas en el lago Chapo.

La Figura 2.1 muestra la ubicación de los principales tributarios al lago Chapo, el emplazamiento de la captación de la Central Canutillar y de la barrera Chamiza.

En el proceso de generación, el agua es conducida hacia la Central Canutillar a través de una bocatoma profunda sumergida en la orilla sureste del lago Chapo. Desde la bocatoma de aducción el agua fluye a través de un túnel en presión que está dividido en dos secciones que llegan hasta la casa de máquinas, construida en hormigón y ubicada al aire libre a orillas del Estuario de Reloncaví.

La Central Canutillar posee dos turbinas tipo Francis (eje vertical) de 86 MW de potencia neta efectiva, que producen la energía al pasar un flujo de agua por las aspas y el rotor de la turbina y cada una acoplada a un generador sincrónico para producir energía eléctrica en 13,8 kV. Además, Canutillar cuenta con una subestación encapsulada. La energía generada por las unidades es transportada hasta la S/E⁷ Puerto Montt a través de una línea de doble circuito en 220 kV de 59,6 kilómetros de extensión. El agua, después de pasar a través de las dos turbinas, es descargada por dos tubos cortos paralelos directamente al mar en el estuario de Reloncaví.

⁶ Las aguas del río Lenca son trasvasadas al lago mediante la bocatoma y túnel Lenca, construidos en el año 1992.

⁷ Subestación: instalación que cambia el voltaje de la electricidad y controla el flujo de energía en una red eléctrica.



Figura 2.1: Ubicación del lago Chapo y de la Central Canutillar. *Fuente: Elaboración propia.*

En cuanto a la hidrología local, el lago Chapo recibe aguas de diversos cauces afluentes, siendo los más importantes el Negro, Pitote, Cululí, León y Playa Blanca. El control fluvimétrico (medición de caudales) ha sido históricamente limitado, destacando la estación de la Dirección General de Aguas (“DGA”) “Río Blanco antes junta Río Chamiza” como el único punto de control directo del caudal que afluye al lago⁸.

Por otra parte, la cota del lago es controlada en la estación DGA “Lago Chapo (Lm)”, lo que permite, a través del balance volumétrico, la determinación indirecta de los caudales afluentes al lago Chapo. La estadística pluviométrica (medición de precipitaciones) también es fundamental, tanto para el análisis hidrológico de la cuenca como para robustecer el modelo operacional de la Central Canutillar. Como una manera de reforzar este control, en agosto de 2026, Colbún instaló tres nuevas estaciones meteorológicas (ANEXO 2), las que se suman a las dos estaciones meteorológicas existentes en la cuenca, la estación DGA “Lago Chapo (Lm)”⁹ y la estación

⁸ La única estación fluvimétrica que mide caudal afluente al lago es la estación DGA “Río Blanco antes junta Río Chamiza” BNA 10431000-1. Dicha estación no tiene registros desde abril de 2015, fecha en que fue destruida por la erupción del volcán Calbuco, hasta junio de 2025, por lo que su información disponible es parcial y limitada.

⁹ Estación de propiedad de la DGA “Lago Chapo (Lm)” BNA 10430005-7, con registros desde 1999.

Canutillar¹⁰. En la Figura 2.2 se muestra la ubicación de las estaciones existentes y las nuevas estaciones.

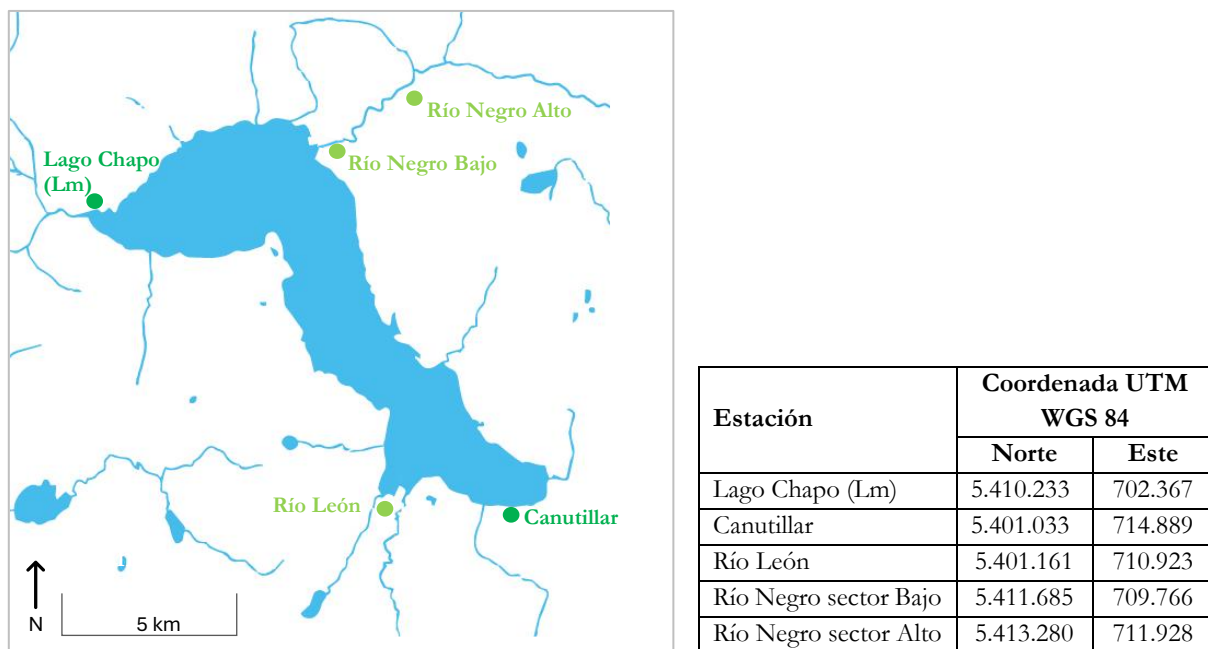


Figura 2.2: Ubicación estaciones meteorológicas del lago Chapo. *Fuente: Elaboración propia.*

D. Marco Normativo

La Central Canutillar opera dentro del SEN como una unidad de generación coordinada, sujeta a las instrucciones de despacho emitidas por el Coordinador Eléctrico Nacional (el “**Coordinador**”), conforme a la normativa vigente, todo lo cual se explica en mayor detalle en la letra E siguiente de este capítulo.

Específicamente, el marco normativo aplicable a Canutillar corresponde principalmente a la Ley General de Servicios Eléctricos (“**Ley Eléctrica**”), la Ley N°19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente (“**Ley de Bases**”) y el Código de Aguas, y sus normativas reglamentarias y sectoriales correspondientes.

La Central Canutillar se construyó y opera con los permisos sectoriales otorgados antes de la entrada en vigencia del SEIA y de la Ley de Bases.

¹⁰ Estación de propiedad de Colbún, con registros desde 1991.

El caudal que permite captar las aguas del lago Chapo y río Blanco, y del río Lenca, se encuentra respaldado en las resoluciones de la Dirección General de Aguas que se resumen a continuación:

- Resolución DGA N°497/1985, modificada por la Resolución DGA N°15/1989, que otorga derecho de aguas de uso consuntivo, ejercicio permanente y continuo, sobre las aguas del río Blanco y del lago Chapo, por un caudal promedio estadístico de 49 m³/s, con un caudal máximo instantáneo de 65 m³/s, con un límite promedio anual de 4,29 m³/s y caudal máximo instantáneo de 100 m³/s para el río Blanco.
- Resolución DGA N°355/1991, modificada por la Resolución DGA (exenta) N°1495/2011, y la Resolución DGA N°289/2011, que otorgan derechos de aguas de uso consuntivo, ejercicio permanente y continuo sobre aguas del río Lenca por un caudal de hasta 20,1 m³/s. Cabe precisar que el caudal máximo a captar, dadas las características del proyecto autorizado, asciende a un máximo de 18 m³/s.

Así también, los permisos sectoriales se respaldan en:

- Resolución DGA N°33/1988, modificada por la Resolución DGA N°115/1988, que aprueba proyecto y autoriza la construcción de la Central Canutillar, específicamente las obras de aducción y las de restitución al estuario de Reloncaví.
- Resolución DGA N°471/1989, que aprueba proyecto y autoriza la construcción de la barrera Chamiza en el desagüe del lago Chapo y mantener un nivel máximo normal en él de 243,0 m.s.n.m. que permita regular las aguas autorizadas para generación hidroeléctrica.
- Posteriormente, mediante Resolución DGA (exenta) N°468/2004, fueron aprobadas las obras de la bocatoma profunda en el lago Chapo, la aducción a la Central, la restitución al estuario de Reloncaví, y las obras de la barrera Chamiza, todas de la Central Canutillar, autorizando además su operación.
- Por último, mediante Resolución DGA (Exenta) N°3223/2025, la DGA aprobó el proyecto de obras hidráulicas Bocatoma y Túnel Lenca, que permite el trasvase de las aguas desde la cuenca del río Lenca hacia el lago Chapo por un caudal de diseño de hasta 18 m³/s, comprendiendo las obras de captación y aducción Lenca, el túnel Lenca y la descarga al lago Chapo en el sector Chamiza. Dicha resolución dio cuenta de que estas obras se encontraban construidas y en operación desde el año 1992 y que su tramitación tuvo por objeto su regularización sectorial.

E. Rol y atributos de la Central Canutillar en el SEN

En primer lugar, debe tenerse en cuenta que el SEN es un sistema eléctrico interconectado que se extiende desde el extremo norte del país hasta la isla de Chiloé, abastece al 98,5% de la población y agrupa a 836 empresas coordinadas en los segmentos de generación, transmisión y distribución, el que debe operar de manera coordinada por el Coordinador, según dispone el artículo 72-1 de la Ley Eléctrica.

Dicha coordinación debe sujetarse a los denominados “Principios de la Coordinación de la Operación”, consistentes en preservar la seguridad del servicio en el sistema eléctrico, garantizar la operación más económica para el conjunto de las instalaciones del sistema eléctrico y garantizar el acceso abierto a todos los sistemas de transmisión, en conformidad a la Ley Eléctrica. La seguridad del servicio con el fin de abastecer la demanda debe asegurarse en primer término, para luego considerar los demás principios de coordinación.

En virtud de lo anterior, las empresas sujetas a la coordinación del Coordinador (“**Coordinados**”), entre ellas Colbún en su calidad de propietaria de la Central Canutillar, son las que operan físicamente sus instalaciones, y no pueden hacerlo a su arbitrio, sino que siguiendo las órdenes o instrucciones específicas del Coordinador las cuales se dictan con el fin de cumplir con los principios ya mencionados. Esta subordinación responde al funcionamiento de una sociedad y una economía modernas que dependen del suministro eléctrico, al punto que una falla, según su magnitud y alcance, puede privar a la población de servicios esenciales y poner en riesgo su seguridad, como lo ilustró el apagón del 25 de febrero de 2025, en que la interrupción del suministro por algunas horas bastó para paralizar servicios esenciales en gran parte del país.

La Central Canutillar forma parte del SEN y resulta especialmente relevante su emplazamiento en la Zona Sur, segmento que, por sus condiciones de generación y transmisión, presenta particularidades que explican el rol crítico que la Central adquiere para la seguridad del suministro en esa zona. La primera de sus capacidades particulares consiste en que es **la única central del área cercana a Puerto Montt con capacidad de partida autónoma**, esto es, de ponerse en funcionamiento sin necesidad de suministro eléctrico de terceros, aspecto clave para recuperar el servicio luego de un apagón.

La Zona Sur del SEN se encuentra interconectada por el norte hacia el resto del sistema eléctrico por la línea de transmisión 2x220 kV Cautín - Ciruelos. Sin embargo, cuando existen fallas de esa línea o se excede su capacidad de transmisión, la Zona Sur queda operando “desacoplada” y/o como un subsistema. Este funcionamiento desacoplado, si bien no es permanente, ocurre normalmente durante un porcentaje relativamente elevado de horas al año, incluso en ausencia de

acontecimientos extraordinarios, es decir, sin que se produzcan fallas o salidas por mantenimiento de las instalaciones de transmisión. En esos casos de operación desacoplada, la capacidad de generación de la Central Canutillar es clave para mantener el servicio en la zona.

Adicionalmente al suministro de energía y de partida autónoma mencionado, la Central Canutillar reúne un conjunto de atributos técnicos que la tornan prácticamente insustituible en la zona, los que se agrupan en dos categorías. Los primeros operan de manera continua durante la operación normal y están sometidos a una alta exigencia durante los meses de verano, lo que incide directamente en el uso del recurso hídrico del lago Chapo: (i) la regulación de frecuencia y la provisión de las reservas operativas que el Coordinador le instruye mantener, exigencia acentuada por la alta variabilidad del aporte eólico local, que puede fluctuar entre 0 y 300 MW en un mismo día e incluso ser nulo por 24 horas continuas; (ii) el control de tensión y el soporte de potencia reactiva, que deben prestarse localmente, cerca de los centros de consumo, por cuanto -a diferencia de la energía- no pueden trasladarse de forma eficiente a larga distancia; y (iii) el control de transferencias, que al generar dentro de la propia zona reduce lo que debe transportarse desde el norte por el tramo 2x220 kV Cautín-Ciruelos y alivia su congestión. Los segundos operan para evitar la pérdida del servicio o para recuperarlo tras un apagón, y consisten en la capacidad de aislamiento rápido -atributo del que, conforme al Anexo F del Plan de Recuperación de Servicio vigente del Coordinador, es la única central de la Zona Sur que dispone, lo que evita que una falla local se propague y se convierta en un apagón de mayor alcance- y en la partida autónoma ya referida. Todos ellos resultan críticos para la seguridad del sistema y el abastecimiento de la demanda, y se detallan en el escrito presentado por Colbún a fojas 2070.

Es relevante destacar que, cuando se producen los desacoples y la Zona Sur del SEN opera como “isla”, esta zona pasa a depender exclusivamente de la generación local, compuesta principalmente por la Central Canutillar (172 MW), las centrales térmicas Antilhue (100 MW), Trapén (81 MW), Trincao (18 MW), Degañ 1 (36 MW), Degañ 2 (21 MW) y Chiloé (9 MW) –todas las cuales operan exclusivamente con diésel–, los parques eólicos San Pedro 1 (36 MW), San Pedro 2 (65 MW) y Puelche Sur (156 MW), y las centrales hidroeléctricas de pasada Collil (7 MW), La Arena (7 MW) y El Colorado (2 MW).

La dependencia respecto de la Central Canutillar es aún mayor si se considera que el 43% de la capacidad instalada en la zona corresponde a generación eólica, cuyo aporte efectivo -por la natural discontinuidad e imprevisibilidad de su recurso primario- es una fracción de su capacidad nominal (pues su factor de planta suele estimarse entre un 25% y 30%, mientras que en las centrales térmicas e hidroeléctricas se calcula entre el 60% y 90%). Ponderado dicho factor, el peso relativo de las centrales hidráulicas y termoeléctricas señaladas para el abastecimiento de la demanda aumenta

sustancialmente y la Central Canutillar, por sí sola, representa prácticamente el 24% de la capacidad instalada de generación de la zona, difícilmente reemplazable por los recursos locales restantes.

A lo anterior se suman factores de red y de ubicación que realzan la importancia estratégica de la Central para los puntos más críticos de la Zona Sur del SEN. Por una parte, el principal centro de consumo de la zona son las ciudades de Puerto Montt y Puerto Varas, y la Central Canutillar inyecta su producción en la S/E Puerto Montt, una de las subestaciones desde donde se abastecen dichos centros urbanos. Por otra, gran parte de la capacidad de generación se encuentra en la isla de Chiloé (Trincao, Degañ 1 y 2, Chiloé, San Pedro 1 y 2, y Collil, que en conjunto suman 192 MW), cuya conexión con el continente depende principalmente de una sola línea de transmisión, 1x220 kV Melipulli - Chiloé, que carece de redundancia (e.g. sin respaldo o reemplazo) y resulta especialmente vulnerable a fallas y congestión. Por lo tanto, si la parte continental de la Zona Sur quedara aislada tanto por el norte como por el sur y la Central no estuviese disponible para operar, el riesgo para la seguridad de abastecimiento de electricidad en la zona sería crítico. Estas vulnerabilidades se han manifestado recientemente y fueron constatadas tanto por el Coordinador como por la Comisión Nacional de Energía (“CNE”), tal como se detalla en el escrito presentado por Colbún a fojas 2070¹¹.

¹¹ Cabe destacar que, en aquellos escenarios en que el sistema está operando al límite de su capacidad -como se informó por el Coordinador en el Estudio de Seguridad de Abastecimiento del Sistema Eléctrico Nacional de julio de 2026 (cada uno, un “**Estudio de Seguridad de Abastecimiento**” o un “**Estudio**”) y en su posterior complementación-, se dispone de un menor margen para enfrentar contingencias, lo que incrementa el riesgo de que el suministro no pueda sostenerse ante la falla de una central o de una línea de transmisión. En ese sentido, en el Estudio de Seguridad de Abastecimiento antes mencionado se constató que el sistema a esa fecha presentaba una situación de estrechez, donde existía una alta operación de diésel que, en los casos analizados por dicha autoridad, podría haber implicado un quiebre de stock para el mes de julio, teniendo en consideración las tasas de reposición y los montos de consumo de diésel.

Esta situación de riesgo implicó que el Coordinador, mediante carta DE05071-26 de fecha 30 de julio de 2026, advirtiera que a partir de las conclusiones arribadas en los estudios antes mencionados se previó que a partir de agosto de 2026 el sistema se encontraría en un período de estrechez de abastecimiento que podría derivar en un riesgo de déficit en la Zona Sur desde noviembre de 2026 hasta enero de 2027, e instruyó a Colbún como empresa Coordinada lo siguiente: ***“realizar las gestiones necesarias para que, en caso de que el lago Chapo alcance la cota mínima operacional informada al Coordinador mediante las cartas de las Ref. [1] y [2], se flexibilice dicha cota, con el objeto de que el sistema disponga de mayores recursos para enfrentar eventuales situaciones de riesgo de déficit, como las identificadas en los estudios antes señalados. En este contexto, cabe recordar el importante rol que cumple la central Canutillar en el Plan de Recuperación de Servicio de la zona sur del Sistema Eléctrico Nacional.”***

Lo constatado por el Coordinador fue posteriormente respaldado por la CNE en el informe técnico a que se refiere el artículo 163 de la Ley Eléctrica, que identificó la zona sur -entre las regiones de Los Ríos y Los Lagos- como uno de los riesgos más relevantes detectados en el Estudio de Seguridad de Abastecimiento de julio de 2026, atribuyéndolo principalmente a las malas condiciones hidrológicas y al mantenimiento mayor de la Unidad N°1 de la Central Canutillar, de seis meses de duración entre agosto de 2026 y enero de 2027. En ese mismo informe, la CNE recomendó expresamente, entre las medidas destinadas a reducir el riesgo de déficit de suministro en dichas regiones, que el Coordinador solicitara a Colbún flexibilizar la cota mínima operacional del lago Chapo si se alcanzaba dicho límite, para disponer de mayores recursos ante el riesgo de déficit.

Lo expuesto confirma que el rol de la Central Canutillar es determinante para el SEN, tanto por el abastecimiento de energía que aporta a la Zona Sur -24% de la capacidad instalada de la zona- como por contar con los atributos técnicos ya mencionados, algunos de ellos exclusivos en la Zona Sur, que en conjunto la tornan prácticamente insustituible y la vuelven determinante para prevenir apagones, recuperar el servicio y resguardar la seguridad de abastecimiento eléctrico de dicha zona¹².

F. Gestión de eventos de la naturaleza y de origen antrópico en el lago Chapo

La operación de la Central Canutillar, y su relación con la variabilidad de la cota del lago Chapo, debe considerar la ocurrencia de ciertos eventos, de la naturaleza o de origen antrópico, que pueden gatillar el rápido aumento de la cota del lago y el potencial vertimiento de aguas por sobre la barrera Chamiza, con la consiguiente posible afectación de los habitantes ribereños del río Chamiza¹³.

Tales eventos son inherentes a las condiciones naturales locales -alta pluviometría y actividad volcánica- y, con menor frecuencia, asociados a fallas de infraestructura que limitan la gestión de la cota del lago Chapo. No obstante, también dejan en evidencia que cierta infraestructura asociada a la operación de la Central -en particular la barrera Chamiza- cumple una función de control frente a crecidas y al arrastre de material volcánico hacia la cuenca del río Chamiza, contribuyendo a la seguridad de los habitantes y asentamientos ubicados a lo largo de dicha cuenca. Estos antecedentes serán considerados en los estudios propuestos para el cumplimiento del Objetivo N°2 y en el análisis de la cota mínima de estabilidad, en los términos que se desarrollan en el Capítulo III, letra B, Sección v) de este Plan.

¹² Para mayor detalle sobre la relevancia de la Central Canutillar en el SEN, revisar escrito presentado por Colbún a fojas 2070 de la causa Rol D-4-2022 del Tercer Tribunal Ambiental.

¹³ Algunas evidencias recientes de estos eventos: *i)* Evento climatológico con aumento abrupto de la cota normal de operación del lago. En septiembre de 2023, una precipitación de 77 mm en 24 horas, medida en la estación DGA Lago Chapo (Lm), encontrándose el lago en cota alta (239 m.s.n.m.), significó un aumento de 1,3 metros de cota en ese mismo período. Pese al cierre del túnel Lenca y a la operación de la Central a plena capacidad, el retorno a la cota 240 m.s.n.m. demoró casi 10 días, lo que da cuenta de una capacidad de descenso del orden de 0,15 metros por día. *ii)* Evento relacionado a la falla de infraestructura que limite la generación de Canutillar. En julio de 2022, una falla en la línea de transmisión de 220 kV Puerto Montt – Canutillar mantuvo a la Central fuera de servicio durante aproximadamente 15 días, en un período de altas precipitaciones y nevazones en la cuenca (del orden de 230 mm de agua caída), durante el cual el nivel del lago aumentó desde 237,03 hasta 240,74 m.s.n.m. *iii)* Erupción del volcán Calbuco. En abril de 2015, la barrera Chamiza contuvo el lahar que descendió por el río Blanco. De no haber existido esta infraestructura, el lahar habría bajado por la cuenca del río Chamiza, con las consiguientes afectaciones a dicho cauce, a los terrenos ribereños y a la infraestructura emplazada aguas abajo. Este evento acredita empíricamente la función de la barrera Chamiza como infraestructura de control de lahares y crecidas. Con todo, la posibilidad de evacuar aguas controladamente hacia el río Chamiza quedó limitada mientras se ejecutaron las labores de limpieza y retiro de sedimentos. Que el lago se encontrara entonces en una cota operacional baja facilitó la contención del material volcánico y permitió rehabilitar esta infraestructura de control en el menor tiempo posible.

Finalmente, de los antecedentes expuestos en este capítulo se desprende que en el sistema del lago Chapo y su cuenca convergen simultáneamente diversos bienes y servicios: los atributos ambientales y biofísicos del lago, sus riberas y cauces afluentes; las condiciones socioeconómicas y de calidad de vida de las comunidades ribereñas, la generación de energía eléctrica renovable y gestionable que aporta a la seguridad del suministro de la Zona Sur del SEN; y el control de crecidas y de eventos naturales extremos que permite resguardar la seguridad de los habitantes de la cuenca del río Chamiza.

En esa línea, Colbún entiende que el cumplimiento de los Objetivos dispuestos por la Sentencia supone considerar, armonizar y balancear estos distintos bienes y servicios. Por ello, los estudios, acciones y medidas que se proponen en el presente Plan han sido diseñados con el propósito de dar cumplimiento íntegro a lo ordenado por el Tribunal y, a la vez, integrando los demás bienes y servicios que hoy provee el sistema del lago Chapo, de modo que la gestión futura de la cuenca sea ambientalmente idónea, socialmente responsable, segura frente a riesgos naturales y técnicamente sostenible en el tiempo.

III. DESARROLLO DE OBJETIVOS DE LA SENTENCIA

El presente capítulo tiene por objeto desarrollar, de manera individual y sucesiva, cada uno de los Objetivos de reparación dispuestos por la Sentencia dictada por el Tribunal en la causa Rol N° D-4-2022, proponiendo respecto de cada uno de ellos los estudios y medidas orientados a su cumplimiento.

Para tales efectos, cada acápite expone los antecedentes técnicos, ambientales y jurídicos que sustentan el Objetivo respectivo, describe los estudios y medidas propuestos y precisa la forma en que estos contribuyen a su cumplimiento, con indicación de sus plazos, medios de verificación e indicadores de éxito.

Por otra parte, en el ANEXO 3 se presenta el Plan de Acción del Plan de Reparación, que da cuenta de la secuencia y relación entre los estudios y acciones comprometidos.

Cabe señalar también que, con el propósito de respaldar el avance en la ejecución del Plan, se ingresarán los medios de verificación de cada estudio y medida, para su revisión por parte del Tribunal, mediante informes de avance de periodicidad semestral, que se identificarán como “Informe Semestral de Avance”, indicando el semestre (primer o segundo) y el año respectivo, los que serán ingresados al expediente de la causa Rol N° D-4-2022. Conforme al avance de cada compromiso, se acompañarán los antecedentes disponibles a la fecha de entrega del Informe Semestral de Avance que corresponda.

El cómputo de los plazos de entrega de los Informes Semestrales de Avance se contará desde la aprobación del Plan por parte del Tribunal. En consecuencia, el Informe Semestral de Avance 1/2 se ingresará dentro de los primeros 10 días hábiles del mes en que se cumplan 6 meses contados desde dicha aprobación, y el Informe Semestral de Avance 2/2 dentro de los primeros 10 días hábiles del mes en que se cumplan 12 meses contados desde la misma fecha, manteniéndose dicha periodicidad semestral en los años sucesivos¹⁴.

¹⁴ Ejemplo: si el Plan es aprobado en enero de 2027, el Informe Semestral de Avance 1/2 del año 2027 se ingresará dentro de los primeros 10 días hábiles de julio de 2027 y el Informe Semestral de Avance 2/2 del año 2027 dentro de los primeros 10 días hábiles de enero de 2028, y así sucesivamente. El último Informe Semestral de Avance se ingresará, en la fecha que corresponda, hasta dar cuenta del último medio de verificación comprometido y terminado.

A. OBJETIVO N°1: Condiciones de operación provisionales

El presente capítulo del Plan desarrolla el Objetivo N°1 dispuesto por la Sentencia, considerando lo resuelto por el Tribunal mediante resolución de 11 de septiembre de 2026, que se pronunció sobre la solicitud de flexibilización operativa, excepcional y transitoria de la cota mínima provisional de 231,0 m.s.n.m. presentada por Colbún con fecha 11 de agosto de 2026, a instancias del Coordinador.

En el contexto anterior, este capítulo se organiza en las siguientes secciones:

- (i) El cumplimiento de la cota mínima provisional en el nivel 231 m.s.n.m.
- (ii) Régimen excepcional de flexibilización de cota provisoria para atención de casos de emergencia determinados por la autoridad sectorial.

i) Cumplimiento de la cota mínima provisional

La Sentencia estableció como cota mínima provisional el nivel de 231,00 m.s.n.m., disponiendo que deberá ser respetada durante la operación, incluso en situaciones de emergencia.

Colbún informó al Coordinador la aplicación de la cota mínima provisional establecida en la Sentencia, mediante carta GO N°136/2025 de fecha 18 de junio de 2025.

Esta condición de cota mínima provisional fue implementada y **se encuentra en pleno cumplimiento**, según se aprecia en la Figura 3.1.

La Sentencia precisó, además, que: *“Cabe destacar que esta cota mínima es provisional, ya que deberá ser ajustada posteriormente de acuerdo con lo indicado en el Objetivo 3”*.

Conforme se indica en este Plan, con motivo del cumplimiento del Objetivo N°3, el resultado de la actualización de las variables operacionales definidas en sus permisos originales determinará el ajuste definitivo de la cota.

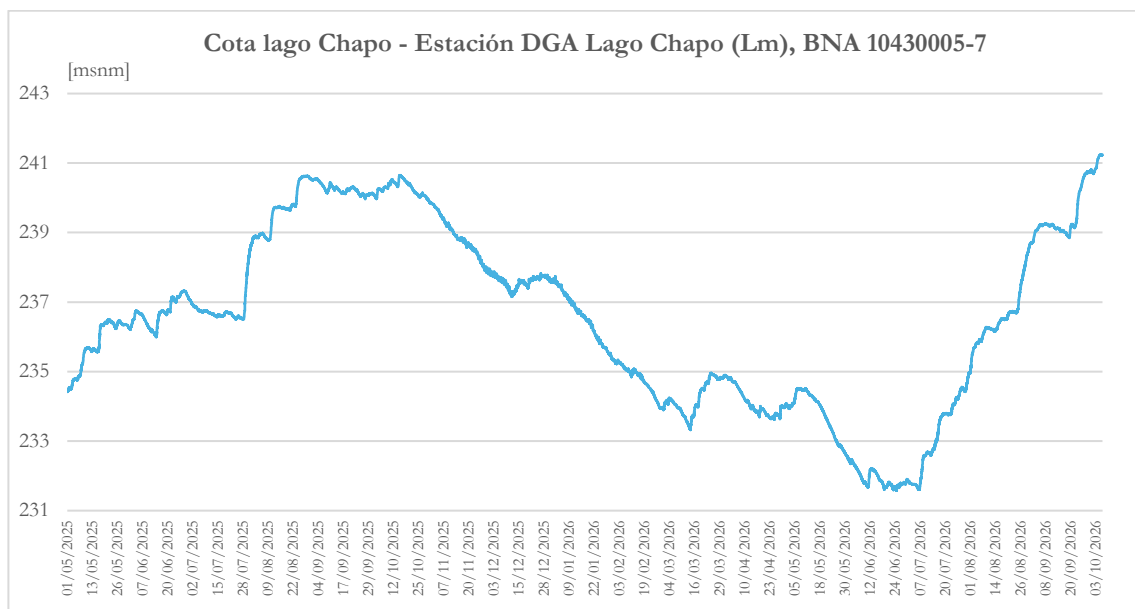


Figura 3.1: Cota del lago Chapo desde el 1° de mayo de 2025 al 05 de octubre de 2026. *Fuente:*
Elaboración propia con información pública de la Estación DGA Lago Chapo (Lm), BNA 10430005-7
(https://snia.mop.gob.cl/dgasat/pages/dgasat_main/dgasat_main.htm)

ii) Régimen excepcional de flexibilización de cota provisoria para atención de casos de emergencia determinados por la autoridad sectorial

Sobre la base de lo previsto en el número 2 de las “Consideraciones Finales” de la Sentencia, y conforme a lo resuelto por el Tribunal mediante resolución de 11 de septiembre de 2026, que accedió parcialmente a la solicitud de flexibilización presentada por Colbún, este Plan contempla un régimen excepcional de flexibilización de la cota mínima provisional de 231,0 m.s.n.m. para los casos de emergencia eléctrica calificada, evaluados y ordenados por la autoridad sectorial (sea el Ministerio de Energía, la CNE, el Coordinador o la Superintendencia de Electricidad y Combustibles, en adelante, la “**Autoridad Sectorial**”) en el ejercicio de sus funciones legales.

El régimen de excepción descrito no altera la finalidad de la Sentencia ni la regla general del Objetivo N°1: la cota mínima provisional de 231,0 m.s.n.m. permanecerá plenamente vigente como condición general de operación provisional, sujeta en todo caso, conforme lo establece la Sentencia, al ajuste que corresponda conforme el Objetivo N°3, y únicamente precisa la forma de compatibilizar la ejecución de esa medida provisional frente a circunstancias excepcionales, de emergencia, objetivas y transitorias, determinadas por la Autoridad

Sectorial, de modo de armonizar su cumplimiento con las obligaciones que la normativa eléctrica impone a Colbún en su calidad de Coordinado del SEN.

Sobre la base de los antecedentes expuestos en la sección i) anterior y en los párrafos precedentes de esta sección, en el Capítulo II, letra E, y conforme a lo resuelto por el Tribunal mediante resolución de 11 de septiembre de 2026, que accedió parcialmente a la solicitud de flexibilización presentada por Colbún con fecha 11 de agosto de 2026, el régimen excepcional y transitorio de flexibilización de la cota mínima provisional se sujetará a los siguientes términos:

1. Ante situaciones de emergencia eléctrica calificada, la Autoridad Sectorial, de acuerdo con su mandato y facultades legales, podrá instruir el despacho de la Central Canutillar considerando una flexibilización de la cota mínima provisional de 231 m.s.n.m., en los casos descritos en el número 3 siguiente, los cuales fueron autorizados por el Tribunal en su resolución de 11 de septiembre de 2026.
2. La flexibilización indicada sólo operará por el tiempo, volumen y margen estrictamente indispensables que determine la Autoridad Sectorial.
3. Se considerarán casos de emergencia eléctrica calificada que habilitan la flexibilización, los siguientes:
 - (i) Instrucciones impartidas en el marco de un Decreto de Emergencia energética, en caso de sismos o catástrofes naturales, conforme al artículo 72-21 de la Ley Eléctrica, por el tiempo que dure la emergencia;
 - (ii) Instrucciones impartidas en el marco de un Decreto de Racionamiento o Decreto de Medidas Preventivas (artículo 163 de la Ley Eléctrica), dictado con motivo de la previsión de un déficit de generación a consecuencia de fallas prolongadas de centrales o de situaciones de sequía, así como cualquier otra circunstancia que determine la insuficiencia del sistema para abastecer los consumos;
 - (iii) Instrucciones impartidas en ejecución del Plan de Recuperación de Servicio vigente del Coordinador (el “**Plan de Recuperación de Servicio**”), ante la ocurrencia de un apagón total o parcial en el SEN que requiera un pronto e inmediato funcionamiento de la Central Canutillar para la reposición del servicio;

- (iv) Instrucciones impartidas en ejecución de un Plan de Seguridad de Abastecimiento, ante la expectativa de ocurrencia de situaciones excepcionales de suministro reguladas en el Decreto Supremo N°97 de 2008 del Ministerio de Economía, en relación con el artículo 170 de la Ley Eléctrica.
4. Con motivo de la aplicación del régimen de flexibilización excepcional y transitorio descrito, y mientras éste se encuentre vigente, Colbún remitirá al Tribunal un informe cada dos semanas, el cual contendrá:
- (i) Las órdenes de flexibilización impartidas por el Coordinador durante el período informado;
 - (ii) Las condiciones de operación de la Central Canutillar y las fluctuaciones del nivel de la cota del lago Chapo durante el período informado;
 - (iii) Las acciones de manejo y seguimiento ambiental, con indicación de su descripción, la justificación de su idoneidad, el resultado esperado y la forma de verificar que el resultado esperado se produjo.

B. OBJETIVO N°2: Controlar los procesos erosivos y contribuir a la recuperación de atributos biofísicos del paisaje

El presente capítulo del Plan desarrolla el Objetivo N°2. Respecto de dicho objetivo, la Sentencia ordenó controlar los procesos erosivos y contribuir a la recuperación de atributos biofísicos del paisaje, estableciendo además dos sub-objetivos específicos: Objetivo Específico 2.1, Controlar los procesos erosivos de las riberas del lago Chapo; y Objetivo Específico 2.2, Controlar los procesos erosivos de los cauces afluentes al lago Chapo.

En este contexto, Colbún implementará medidas y prácticas orientadas a controlar los procesos erosivos generados por la operación de la Central Canutillar que afectan tanto a las riberas del lago como a los cauces afluentes, atendiendo a la vez ambos sub-objetivos y fomentando la estabilidad del sistema en su conjunto.

Para llevar a cabo las medidas y prácticas orientadas a controlar los procesos erosivos generados por la operación de la Central Canutillar que afectan tanto a las riberas del lago como a los cauces afluentes, se hace indispensable caracterizar el entorno del lago Chapo, así como explicar cómo el volcán Calbuco ha contribuido históricamente en la generación de la erosión de las riberas del lago y sus cauces afluentes. Por otra parte, esas medidas y prácticas necesitan del levantamiento previo de una línea de base, así como de una serie de estudios científicos que sirvan de soporte preciso a su implementación.

La caracterización de la cuenca del lago Chapo, junto con el análisis de sus afluentes, riberas y el entorno paisajístico, resulta esencial para comprender los procesos que la afectan. El diagnóstico y actualización de dicha caracterización y el conocimiento adquirido en el transcurso de la operación de la Central Canutillar, permitirán identificar los atributos fundamentales del paisaje, estableciendo una base sólida para el estudio de los procesos erosivos presentes en la zona. Más adelante, a partir del análisis de dichos resultados, se definirán y diseñarán las medidas de control de la erosión, factibles y sostenibles en su ejecución y que permitan contribuir a la recuperación de los atributos biofísicos del paisaje, asegurando un enfoque integral orientado al cumplimiento de los objetivos mandados.

Para lo anterior, la información de este capítulo se organiza con la finalidad de exponer los antecedentes del entorno y de la operación que explican los procesos erosivos, el diagnóstico actualizado de su ocurrencia y la secuencia de estudios y medidas que Colbún propone para su control, conforme a las siguientes secciones:

- i) Caracterización general del entorno del lago Chapo.
- ii) Erupciones del volcán Calbuco.
- iii) Operación de la Central Canutillar.
- iv) Caracterización actual de la erosión de riberas del lago Chapo.
- v) Secuencia de las etapas para el cumplimiento del Objetivo N°2.
 - (a) Etapa 1: Estudios de línea base, levantamientos y caracterización.
 - (b) Etapa 2: Análisis técnicos integrados para la cota mínima de estabilidad.
 - (c) Etapa 3: Diseño de medidas y acciones de control de erosión.
 - (d) Etapa 4: Implementación de medidas y acciones de control de erosión.

A continuación, se desarrollan los contenidos de las secciones antes indicadas.

i) Caracterización general del entorno del lago Chapo

El lago Chapo está situado dentro de la formación vegetacional del Bosque Siempreverde templado de *Nothofagus*, conforme a la clasificación realizada por Luebert y Pliscoff (2018). Este tipo de bosque se caracteriza por su abundante vegetación, que se mantiene verde durante todo el año, y representa uno de los ecosistemas más relevantes del sur de Chile.

Conforme se describe en el estudio Proyecto Canutillar - Estudio Ambiental y Ecológico (Endesa, 1984), el entorno del lago Chapo está compuesto por cerros escarpados que rodean el cuerpo de agua, en los cuales se han registrado zonas de deslizamientos. Estos deslizamientos tuvieron su origen durante el terremoto de 1960 y también se relacionan con la presencia de taludes pronunciados y la estructura poco compacta de los suelos superficiales. Las rocas predominantes en la zona corresponden casi exclusivamente a materiales de naturaleza intrusiva, principalmente de composición granítica. Estas rocas se consideran parte del llamado batolito andino, una estructura geológica que define gran parte del relieve de la región. Sobre este basamento rocoso se encuentran algunas áreas con rocas volcánicas, que se originaron a partir de las emisiones de lavas del volcán Calbuco, las que han dejado depósitos volcánicos sobre la base granítica, contribuyendo a la diversidad geológica y paisajística del área.

En cuanto a la hidrología, el estudio Prospección tipológica Cuenca Hidrográfica Lago Chapo (Ministerio de Agricultura, 1969)¹⁵, describe que la hoya hidrográfica del lago se caracteriza por la existencia de numerosos cursos de agua típicos de una región precordillerana, es decir, de trayectoria corta, pequeño caudal, posicionados en quebradas

¹⁵ En: 2a Jornada Latinoamericana de Parques Nacionales: 1-4 octubre 1969, Viña del Mar. <https://bibliotecadigital.ciren.cl/items/820c01da-3d5e-4803-b683-c54054ce33c2>

angostas, profundas y de pendientes pronunciadas, cualidades que contribuyen a la formación de esteros, riachuelos o pequeños ríos sumamente torrentosos. Los ríos más importantes de la cuenca son el Negro, Pitote, Cululí, León y Playa Blanca, entre otros.

Tales características del lago Chapo son modeladas por la interacción constante entre las acciones propias de la naturaleza -fenómenos como la actividad volcánica y los procesos hidrológicos de la cuenca- y la actividad antrópica, ligada principalmente a la operación de la Central Canutillar. Esta conjunción de factores explica la complejidad de los fenómenos observados en las riberas, afluentes y entorno del lago, y constituye la base sobre la cual se debe analizar tanto la evolución ambiental de la zona como la implementación de las futuras medidas de control de erosión.

En el marco del desarrollo de los estudios que se proponen para el cumplimiento del Objetivo N°2, serán analizadas dichas acciones, que han configurado la morfología y la dinámica paisajística y fluvial del entorno, con determinados énfasis en cada sector, conforme será descrito.

ii) Erupciones del volcán Calbuco

En cuanto a las erupciones del volcán Calbuco, desde fines del siglo XIX se han documentado las erupciones 1893–1895, 1906–1907, 1911–1912, 1917, 1929, 1932, 1945, 1961, 1972 y 2015, entre las que destacan las erupciones de 1893, 1929, 1961 y 2015 como las de mayor explosividad, según explica el Informe Técnico “Evaluación Geológica de puntos de encuentro transitorio en las comunas de Puerto Montt y Puerto Varas en caso de erupción del volcán Calbuco, Región de Los Lagos”, de la Subdirección Nacional de Geología (2025)¹⁶.

Es relevante tener presente que los eventos volcánicos son una causal importante de modificación del relieve y sistema de drenaje superficial de su cono de deyección, y que los flujos laháricos y depositación de cenizas no consolidadas conforman nuevos suelos propensos a su desgaste erosivo frente a otros agentes causantes, como son las precipitaciones, los flujos de agua, la inestabilidad de taludes de mayor pendiente, las variaciones del nivel de lago, entre otros, lo que obliga a tener en perspectiva temporal los eventos y magnitudes (IEV¹⁷) que han registrado las erupciones de este volcán (Figura 3.2:

¹⁶ https://www.sernageomin.cl/wp-content/uploads/2025/12/PET_VolcanCalbuco.pdf

¹⁷ Índice de Explosividad Volcánica (IEV): una escala común para expresar la magnitud de una erupción volcánica explosiva. Dado que la magnitud de la erupción no se puede determinar con instrumentos, esta escala se basa en una combinación de mediciones y observaciones (<https://www.usgs.gov/observatories/yvo/news/volcanic-explosivity-index-a-tool-comparing-sizes-explosive-volcanic>)

afectando directamente la ribera norponiente entre el río Sin Nombre y río Este, correspondiente al cono de deyección sur del volcán en 1,4 kilómetros aproximadamente.

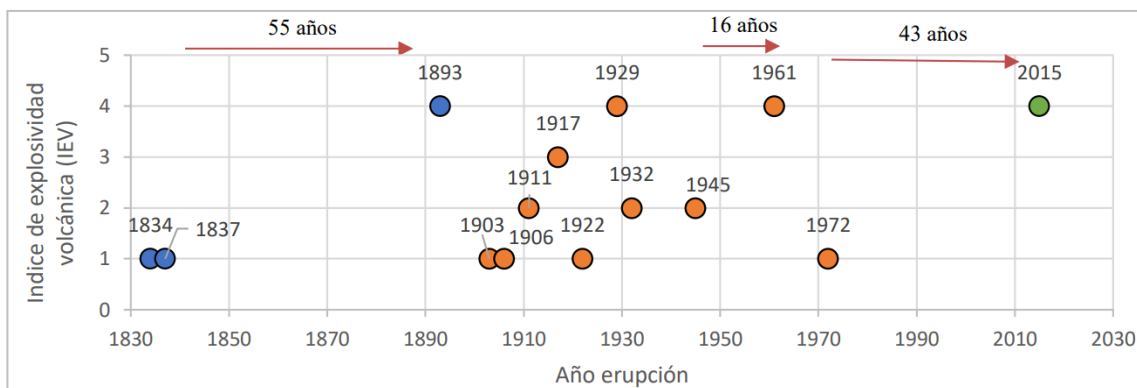


Figura 3.2: Representación gráfica de las erupciones históricas del volcán Calbuco relacionadas con el IEV. Las erupciones de color azul corresponden al siglo XIX, las naranjas al siglo XX y la verde al siglo XXI. Las flechas rojas representan el silencio eruptivo en los periodos 1837-1893, 1945-1961 y 1972-2015. *Fuente: Gutiérrez, R. (2020) Análisis de la Dinámica Eruptiva de las Erupciones de 1893-1895, 1961 y 2015 del Volcán Calbuco, X región, Chile (Memoria de Título, Universidad de Chile)*

En el estudio que se describe más adelante, acerca de la caracterización del contorno del lago Chapo e identificación de procesos erosivos, desarrollado por INGETEC (2026), se expone que, del perímetro total de contorno de riberas y afluentes, aproximadamente el 2,6% se relaciona con procesos erosivos debido a la influencia de episodios volcánicos, resultados que se contrastarán con la evidencia que aporten los estudios de las Etapas 1 y 2 del Plan.

iii) Operación de la Central Canutillar

Las fluctuaciones del nivel del lago Chapo asociadas a la operación de la Central Canutillar desde 1990 constituyen un antecedente de particular interés, que debe analizarse en conjunto con la variable correspondiente a las crecidas de sus afluentes. Este análisis permitirá estudiar y determinar en qué proporción la erosión es atribuible, por una parte, a la variación de niveles derivada de la operación de la Central Canutillar, y por otra, a las crecidas de los afluentes. Este análisis se sustenta en la distinción de tres periodos característicos de operación (Figura 3.3):

- Entre 1990 y el primer semestre de 2006, esto es, desde la entrada en operación de la Central Canutillar –a cargo de Endesa– y hasta aproximadamente el inicio de la operación a cargo de Colbún, se registraron variaciones de nivel del lago Chapo del orden de 20 metros, entre las cotas 225 y 244 m.s.n.m., con un único descenso fuera

de dicho rango, hasta la cota 220 m.s.n.m., durante el último trimestre de 1998 y el primer semestre de 1999¹⁸, así como también un único ascenso hasta la cota 245 m.s.n.m. en diciembre de 1991.

- Posteriormente, entre 2006 y el segundo semestre de 2018, las variaciones fueron del orden de 13 metros, entre las cotas 223 y 236 m.s.n.m., sin alcanzarse la cota superior del lago (243 m.s.n.m.).
- Finalmente, desde el año 2019 hasta la fecha, las variaciones son todavía más acotadas, del orden de 11 metros, entre las cotas 230 y 241 m.s.n.m. Cabe mencionar que durante este período se realizaron los estudios técnicos impulsados por Colbún, orientados al aumento de la cota mínima de operación del lago Chapo como una medida para compatibilizar la generación eléctrica con los requerimientos de conectividad fluvial de las comunidades ribereñas¹⁹.

En consecuencia, los registros históricos de variación del nivel del lago Chapo representan un insumo fundamental para el análisis de la relación entre la operación de la Central Canutillar y los procesos erosivos observados en las riberas y afluentes. Esta información permitirá fundamentar, de manera técnica y objetiva, la definición de las medidas de control erosivo para el cumplimiento del Objetivo N°2.

¹⁸ En: <https://fen.uahurtado.cl/wp-content/uploads/2010/07/inv126.pdf>. La crisis eléctrica de 1998-1999: causas, consecuencias y lecciones (Díaz, Galetovic y Soto, 2000).

¹⁹ Asesoría realizada con el Centro de Energía de la Universidad de Chile “Gestión de vertimiento y control de crecidas en Lago Chapo” (2019) en ANEXO 4, que permitió respaldar ante el Coordinador la implementación de la cota mínima de operación en el lago Chapo en el nivel 230 m.s.n.m. a partir del 01 de enero de 2020.

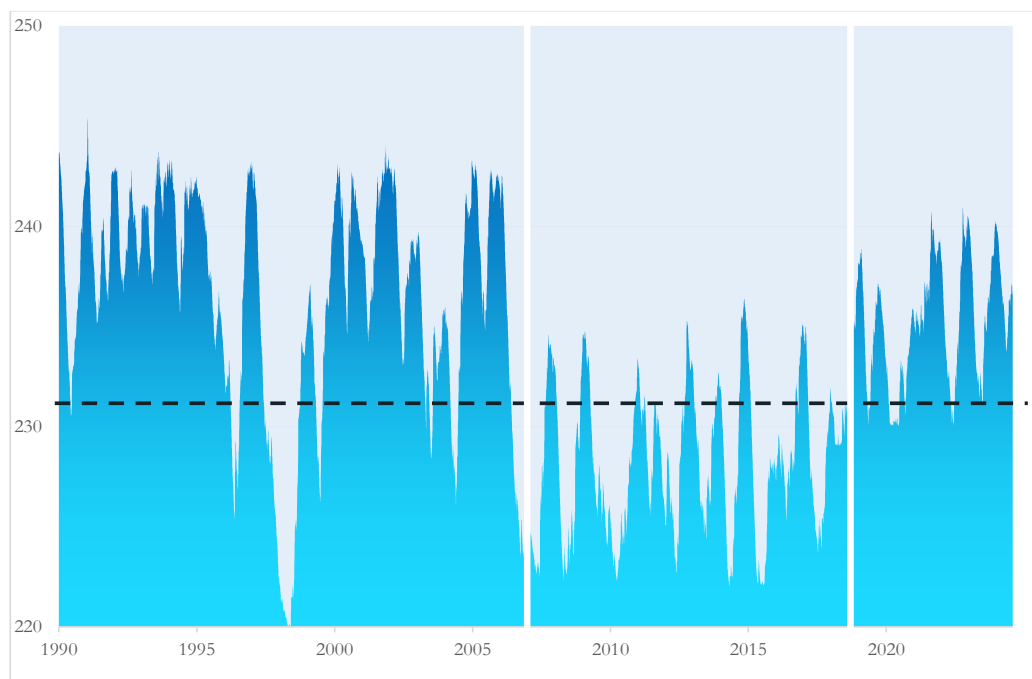


Figura 3.3: Variación de niveles diarios (cota en m.s.n.m.) del lago Chapo (1990 – 2025); línea discontinua es cota 231. *Fuente: Elaboración propia*

iv) Caracterización actual de la erosión de riberas del lago Chapo

Para actualizar la información histórica sobre las características físicas de las riberas del lago Chapo, se realizó un levantamiento de reconocimiento para la caracterización del contorno del cuerpo lacustre e identificación de procesos erosivos (INGETEC, 2026)²⁰, basado en una campaña de terreno que consideró un recorrido y catastro exhaustivo del perímetro, incluyendo chequeo directo y registro fotográfico pormenorizado (Figura 3.4).

El catastro permitió contar con una visión general de la cuantificación y zonificación de los procesos erosivos y de la dinámica fluvial de las riberas y afluentes, a lo largo de los 54,6 kilómetros que conforman el perímetro total del lago, con objeto de identificar los diferentes estados erosivos presentes.

El levantamiento permite distinguir que el 90% del perímetro lacustre está conformado preferentemente por roca en la cual no se registran procesos erosivos. Existen sectores preferentes donde se presentan evidencias de fenómenos erosivos en riberas (1,3 kilómetros) y afluentes (4 kilómetros), sumando en total 5,3 kilómetros, equivalentes a un 10% del

²⁰ Ver ESTUDIO 2.3 del presente Plan de Reparación

perímetro total del lago. Destaca que la influencia de los efectos volcánicos concentra estos materiales en 1,4 kilómetros (2,6%), en tanto los materiales granulares en 3,9 kilómetros (7,2%), conformados por 1,3 kilómetros en riberas y 2,6 kilómetros en afluentes, y por tanto en dichos sectores se enfocará el desarrollo de los estudios orientados a analizar la relación causal de estos procesos y a definir las medidas pertinentes que se deban implementar para el cumplimiento de este Objetivo N°2 del Plan.



Donde:

	Sin procesos erosivos		Con procesos erosivos			
	Materiales rocosos y granulares	Materiales volcánicos	Materiales granulares	Materiales volcánicos		
Riberas (m)	48.482	721	1.322	0	50.525	93%
Afluentes (m)	0	0	2.625	1.408	4.033	7%
Totales	48.482	721	3.947	1.408	54.558	
	49.203		5.355			
	88,9%	1,3%	7,2%	2,6%		
	90%		10%			

Figura 3.4: Catastro de procesos erosivos en el perímetro del lago Chapo. *Fuente: Caracterización Geológica, Geotécnica y Geomorfológica de la cuenca del lago Chapo. Capítulo 8. (INGETEC, 2026), ESTUDIO 2.3 del presente Plan*

v) Secuencia de las etapas para el cumplimiento del Objetivo N°2

Los estudios propuestos para el cumplimiento del Objetivo N°2 han sido estructurados bajo una lógica secuencial e integrada, de manera que los resultados obtenidos en cada etapa constituyen insumos indispensables para el desarrollo de la etapa siguiente. Es decir, las distintas líneas de investigación no constituyen análisis aislados, sino que forman parte de un proceso progresivo de generación y actualización de información destinada a comprender y explicar las causas y mecanismos asociados a los procesos erosivos en la cuenca del lago Chapo. Así también, el desarrollo secuencial evita la superposición de alcances y garantiza que la futura propuesta de implementación de medidas de control de los procesos erosivos se fundamente en un diagnóstico científico.

- (a) Etapas 1, Estudios de línea base, levantamientos y caracterización: En esta etapa se ejecutarán los estudios de caracterización y recopilación de información base del territorio, destinados a generar la línea base física, hidrológica (Estudio 2.1), topográfica (Estudio 2.2), geomorfológica y geotécnica (Estudio 2.3), respuesta de multivariantes a la variabilidad de la cota (Estudio 2.4) y vegetal (Estudio 2.5), determinando la recopilación de información técnica y ambiental desde el estado previo a la operación de la Central Canutillar, y hasta el estado actual de la cuenca y sus afluentes. En el marco de esta etapa de caracterizaciones, se incluye también un estudio que documenta alternativas de obras de bioingeniería y Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN) utilizadas a nivel mundial (Estudio 2.6), para contar con un marco de referencia comparable para el diseño e implementación de medidas de control de procesos erosivos en el caso lago Chapo sobre la base de criterios técnicos explícitos de selección: carga hidráulica, transporte de material abrasivo, durabilidad, aptitud de localización y ecología del entorno, entre otros. En la Figura 3.5 se muestra, a modo de ejemplo, una de las Fichas Técnicas de obras de bioingeniería que se presenta en el referido estudio, junto con la recopilación de proyectos reales (casos de estudio) y sus respectivos seguimientos (Figura 3.6).

Cabe mencionar que, en el transcurso del año 2026, se desarrollaron cinco de los seis estudios de la Etapa 1, cuyos informes se acompañan a este Plan, según se especificará en las respectivas fichas que se presentan más adelante. Estos estudios se ejecutaron con objeto de adelantar en la implementación de Plan, sin perjuicio de la aprobación final que determine el Tribunal. La entrega del informe faltante de la etapa de caracterización, el estudio de vegetación (Estudio 2.5), se realizará durante el primer trimestre de 2027, una vez terminadas las campañas de primavera y de verano.

FICHA TÉCNICA | TÉCNICA DE ESTABILIZACIÓN VIVA (EV)
EV-02

FAJINAS VIVAS

Live Fascines

ESQUEMA DEL SISTEMA

DESCRIPCIÓN

Son manojos cilíndricos de ramas vivas amarradas que se colocan en trincheras poco profundas en el talud. Tras el prendimiento, brotan y enraizan, reducen la longitud efectiva de la pendiente, favorecen la retención de sedimentos y ayudan a controlar deslizamientos muy superficiales.

PARÁMETROS DE SELECCIÓN

Pendiente recomendada	Hasta 1H:1V (45° o 100%)	EMPINADA
Espaciamiento	0,9–1,2 m en 1H:1V–1,5:1 0,9–2,1 m en 3:1	SEGÚN TALUD
Velocidad admisible	1,0 m/s inicial < 3,0 m/s madura	MODERADA
Tensión tangencial	100 N/m² inicial 150–200 N/m² madura	MODERADA
Instalación	A nivel en taludes secos; con ligera inclinación si se busca drenaje	VERSÁTIL

Uso típico: reducir la longitud de talud, la pendiente, drenar agua subsuperficial en taludes húmedos y protección ante deslizamiento somero (0,3 a 0,6 m de profundidad).

VALORACIÓN PARA SELECCIÓN

Alta o Favorable	Media o Condicionada	Baja o Nula
Control de erosión superficial	Estabilización somera	Carga hidráulica / oleaje
Fluctuación del nivel / hidroperiodo	Integración paisajística	Mantenimiento Inicial

VENTAJAS

- + Simple y flexible
- + Reduce longitud de pendiente y atrapa sedimentos
- + Puede favorecer el drenaje y la naturalización

DESVENTAJAS

- Baja resistencia inicial
- Limitada frente a oleaje fuerte y material abrasivo
- Depende del prendimiento y espaciamiento adecuado

Figura 3.5: Ficha Técnica - Estabilización Viva - Fajinas Vivas

Fuente: Estudio de medidas tipo de bioingeniería y SbN utilizadas a nivel mundial, que sean aplicables al caso lago Chapo, (INGETEC, 2026), ESTUDIO 2.6 del presente Plan.



Figura 3.6: Evolución de técnicas de bioingeniería consistente en biorretenedores de fibra de coco vegetados. *Fuente: Estudio de medidas tipo de bioingeniería y SbN utilizadas a nivel mundial, que sean aplicables al caso lago Chapo, (INGETEC, 2026), ESTUDIO 2.6 del presente Plan.*

- (b) Etapa 2, Análisis técnicos integrados para la cota mínima de estabilidad: Esta etapa se enfoca en el análisis de la información de la Etapa 1, mediante modelaciones matemáticas, hidráulicas, análisis geotécnicos y la evaluación de servicios ecosistémicos, se interpretarán interdisciplinariamente los datos de terreno para comprender las dinámicas de causa-efecto de los procesos erosivos en riberas y afluentes, naturales y antrópicos, e identificar técnicamente los rangos de cota del lago Chapo que aseguren la estabilidad física del sistema y la recuperación de estructura y funcionalidad del ecosistema ribereño y fluvial.

De esta manera, se determinará la **cota mínima de estabilidad**, que consistirá en la cota mínima, o rango de cotas, de operación del lago que controle el avance de la erosión atribuible a la variación de niveles por efecto de operación de la Central Canutillar y que incorporará factores adicionales relacionados, como la evaluación del riesgo de vertimientos ante crecidas y la seguridad del sistema eléctrico.

Los informes y conclusiones de los estudios de esta etapa se entregarán durante el segundo trimestre de 2027, de acuerdo con el Plan de Acción (ANEXO 3).

- (c) Etapa 3, Diseño de medidas y acciones de control de erosión: Esta etapa se orienta al diseño de las medidas o soluciones propuestas para el control de erosión y restauración. Está orientada a convertir los análisis técnicos integrados para la cota mínima de estabilidad de la Etapa 2 en un proyecto concreto de bioingeniería a nivel conceptual, y posteriormente con un desarrollo más maduro, a nivel de ingeniería básica, priorizando el uso de técnicas de bioingeniería y Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN).

La entrega de los informes con el diseño de las medidas está programada para el tercer trimestre de 2027.

- (d) Etapa 4, Implementación de medidas y acciones de control de erosión: Esta etapa final corresponde a la implementación material y física de las medidas de control de procesos erosivos seleccionadas y pertinentes, construyendo en terreno los diseños desarrollados en la Etapa 3. Para iniciar la implementación de las medidas se debe contar con los permisos sectoriales en caso de ser necesarios, estimados en un año. La implementación de esta etapa se proyecta en 3 periodos de primavera-verano (2028-2029-2030), según se presenta en el Plan de Acción (ANEXO 3). La implementación de las medidas incluirá un monitoreo semestral según se indica en el mismo Plan de Acción.

La viabilidad y el éxito del Plan radica en la estrecha interrelación y secuencialidad de sus estudios técnicos. Se establece una correlación crítica de precedencia y dependencia, donde los insumos del Estudio 2.2 (Levantamientos topográficos) y los caudales estudiados para diferentes periodos de retorno en las diferentes subcuencas de interés en el Estudio 2.1 (Estudio hidrológico) constituyen una base fundamental para alimentar la modelación morfodinámica del Estudio 2.7 (Estudio hidráulico de cauces). Del mismo modo, la caracterización de materiales que componen las riberas y afluentes del Estudio 2.3 (Geología y geomorfología), sumada a la topografía (Estudio 2.2), proporciona los parámetros geomecánicos esenciales que procesará el Estudio 2.8 (Análisis estabilidad geotécnica de riberas).

En la dimensión biótica y temporal, el comportamiento histórico de la cota se analiza en el Estudio 2.4 (Caracterización de multivariantes temporales), mientras que el Estudio 2.5 (Caracterización de flora ribereña) define las especies nativas aptas y con propiedades radiculares adecuadas para la estabilización de suelos. Toda esta información de caracterización biológica y física se integra para dar sustento al Estudio 2.10 (Servicios Ecosistémicos). A su vez, los resultados de los Estudios de Hidráulica (Estudio 2.7), Estabilidad Geotécnica (Estudio 2.8) y Análisis de multivariantes (Estudio 2.9) confluyen en la síntesis multidisciplinaria del Estudio 2.11 (Análisis integrado para el estudio de la cota mínima de estabilidad).

Finalmente, la determinación de una cota mínima de estabilidad, que influye directamente como medida sobre la susceptibilidad erosiva en las riberas y afluentes (Estudio 2.11), define los criterios de diseño y las áreas de intervención plausible en que se implementarán las medidas (Acción 2.2), donde la Acción 2.1 (Desarrollo de medidas de control de erosión) proporcionará esquemas y planos generales de planta, formas y dimensiones estimadas de las medidas de control de erosión. Estas medidas serán detalladas con cotas y dimensionamientos y resumen de materiales, asegurando la coherencia del Plan.

Esta secuencia garantiza que las decisiones de diseño se sustenten en información técnica y científica actualizada, evitando la adopción de medidas fundadas en antecedentes incompletos y garantizando que aquellas que se propongan se encuentren debidamente respaldadas y diseñadas en relación con su causalidad, necesidad, localización, alcance, eficacia esperada y compatibilidad con las condiciones ambientales y operacionales del sistema. En la Figura 3.7 se resume la secuencia lógica para el desarrollo de los estudios.

De conformidad con lo solicitado por el Tribunal, a continuación, se entrega el detalle de los estudios que se proponen para el cumplimiento del Objetivo N°2 del Plan en formato de ficha como es requerido:

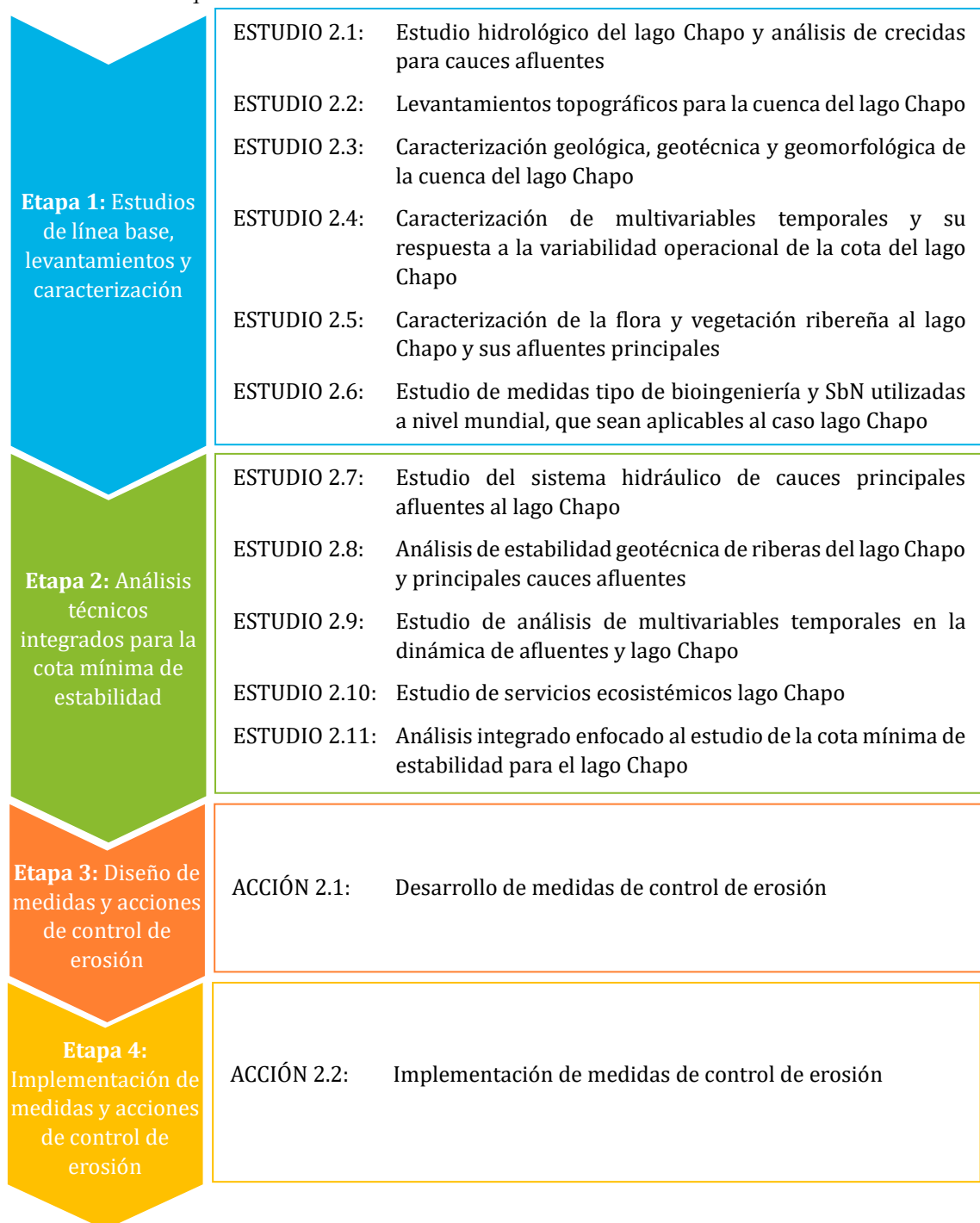


Figura 3.7: Secuencia de estudios y acciones del Objetivo N°2. *Fuente: Elaboración propia.*

ETAPA 1: Estudios de línea base, levantamientos y caracterización

ESTUDIO 2.1: Estudio hidrológico del lago Chapo y análisis de crecidas para cauces afluentes	
Objetivo de Reparación	Objetivo Específico 2.1: Controlar los procesos erosivos de las riberas del lago Chapo; y Objetivo Específico 2.2: Controlar los procesos erosivos de los cauces afluentes al lago Chapo.
Objetivos del estudio	- Caracterizar la cuenca del lago Chapo, mediante el diagnóstico integral, la actualización estadística y la calibración de un modelo hidrológico, estableciendo una base detallada del comportamiento e interrelación de los principales componentes del balance de agua que rigen la cuenca. - Analizar las crecidas de cauces afluentes. - Ambos estudios contemplan el análisis futuro con escenarios de cambio climático.
Justificación	La estadística histórica actual de caudales medios para los afluentes del lago Chapo, aunque extensa (> 60 años), no permite la comprensión de la ocurrencia de ciertos eventos extremos para escenarios futuros. Se requiere actualizar el análisis estadístico del sistema hidrológico local, con el estudio específico de eventos extremos, tal que permita la gestión de la variabilidad de la cota del lago. Por otra parte, y con foco en los estudios del Objetivo N°2 relativos al análisis hidráulico de los principales cauces afluentes (Estudio 2.7), al análisis de estabilidad geotécnica de riberas del lago Chapo y de los principales cauces afluentes (Estudio 2.8) y al análisis de la cota mínima de estabilidad (Estudio 2.11), se requiere el análisis de las crecidas para los cauces principales.
Descripción	La primera parte consiste en el análisis integral del comportamiento de los afluentes del lago Chapo, considerando su data histórica, la relación con parámetros meteorológicos (en particular, la precipitación) y su comportamiento futuro considerando escenarios de cambio climático. Este diagnóstico considera la revisión de estadística histórica e implementación de modelos atmosféricos e hidrológicos para obtener estimaciones en periodos sin cobertura de registros observados. A partir de las precipitaciones, se generará una serie histórica de caudales para la cuenca del lago Chapo, mediante la aplicación de un modelo hidrológico distribuido, que permita obtener series de caudal representativas para subcuencas de interés. Para el estudio de crecidas se hará una estimación de los caudales extremos probables, asociados a distintos periodos de excedencia. El análisis contemplará:

ESTUDIO 2.1: Estudio hidrológico del lago Chapo y análisis de crecidas para cauces afluentes	
	- La estimación de caudales máximos y análisis estadístico; a partir de las series simuladas de caudales horarios e históricos, se generarán series de valores máximos anuales en distintas escalas temporales (horaria, diaria). - Estimación de precipitaciones de diseño y generación de hidrogramas, donde se estimarán valores de precipitación diaria asociados a distintos periodos de retorno, utilizando registros históricos y simulaciones de alta resolución. - Incorporación de cambio climático; para la evaluación de la respuesta hidrológica futura, se utilizarán proyecciones de modelos climáticos globales (GCM) de la iniciativa CMIP6, seleccionados y escalados estadísticamente para la región de estudio. El análisis considerará el periodo 1960-2065, bajo al menos dos escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero (SSP2-4.5 y SSP5-8.5 como mínimo), según lo estipulado en el "Criterio de evaluación en el SEIA: Cambio climático en la evaluación ambiental del recurso hídrico" (SEA, 2023). Con objeto de avanzar en la Etapa 1, en ANEXO 5 se acompaña el informe del Estudio hidrológico del lago Chapo y análisis de crecidas para cauces afluentes, desarrollado por METEODATA, cuyos profesionales a cargo se describen en ANEXO 1.
Referencia Plan	OBJETIVO N°2: Controlar los procesos erosivos y contribuir a la recuperación de atributos biofísicos del paisaje y ANEXO 5.
Medio de verificación	Al ingreso del Plan se acompaña: - Informe: Estudio hidrológico del lago Chapo y análisis de crecidas para cauces afluentes.

ESTUDIO 2.2: Levantamientos topográficos para la cuenca del lago Chapo	
Objetivo de Reparación	Objetivo Específico 2.1: Controlar los procesos erosivos de las riberas del lago Chapo; y Objetivo Específico 2.2: Controlar los procesos erosivos de los cauces afluentes al lago Chapo.
Objetivo del estudio	Levantar información topográfica precisa y actualizada para disponer de una base geométrica común para la caracterización de la cuenca del lago Chapo y la posterior identificación de zonas en que sea necesario y se justifique controlar la erosión. Proveer la línea base geométrica dimensional y subsuperficial de alta resolución temporal y espacial, unificando la topografía aérea y batimetría lacustre/ fluvial, para sustentar los modelos hidráulicos de transporte de sedimentos y los análisis de estabilidad de laderas.
Justificación	Disponer de una base geométrica común actualizada al año 2026, indispensable para la modelación numérica y la delimitación de las zonas en que sea necesario y se justifique controlar la erosión. Esta base constituye el soporte físico de la Etapa 1, sin el cual no es posible alimentar las fórmulas empíricas de balance de sedimentos ni los métodos de equilibrio límite de la etapa analítica. Para que el levantamiento del año 2026 sirva como la línea base, debe ser directamente comparable con las ortofotos históricas de 2019, 2026 y los vuelos SAF antiguos (1982, 1995, 1998, 2005) provistos como antecedentes. La resolución temporal radica en la capacidad del modelo geométrico actual para actuar como el "nodo final" de una serie de tiempo geomorfológica que mide el retroceso de laderas y la verticalización de los cauces. En tanto la resolución espacial provee la geometría exacta de las secciones críticas actuales.
Descripción	Realización de levantamientos topográficos y topobatimétricos de precisión en áreas críticas. Abarca como mínimo hasta el nivel del lecho de cada afluente en la cota 250 m.s.n.m. y en la zona de descarga lacustre hasta el nivel 225 m.s.n.m., generando modelos digitales del terreno, curvas de nivel, secciones de perfiles transversales e imágenes aéreas. Con objeto de avanzar en la Etapa 1, en ANEXO 6 se acompaña el informe de Levantamientos topográficos, desarrollado por INGETEC, cuyos profesionales a cargo se describen en ANEXO 1.
Referencia Plan	OBJETIVO N°2: Controlar los procesos erosivos y contribuir a la recuperación de atributos biofísicos del paisaje y ANEXO 6.

ESTUDIO 2.2: Levantamientos topográficos para la cuenca del lago Chapo

Medio de
verificación

Al ingreso del Plan se acompaña:

- Informe técnico Levantamientos topográficos, con planos topográficos, modelos digitales del terreno (MDT) y archivos shapefile correspondientes a levantamientos topográficos para la cuenca del lago Chapo.

ESTUDIO 2.3: Caracterización geológica, geotécnica y geomorfológica de la cuenca del lago Chapo	
Objetivo de Reparación	Objetivo Específico 2.1: Controlar los procesos erosivos de las riberas del lago Chapo; y Objetivo Específico 2.2: Controlar los procesos erosivos de los cauces afluentes al lago Chapo.
Objetivo del estudio	- Generar un marco técnico-científico para comprender las características de la estructura geológica y geomorfológica de la cuenca y sus afluentes principales, así como las condiciones geomecánicas y causas que inciden en la estabilidad de taludes y procesos erosivos. - Determinar características del marco lito-estructural, los regímenes sedimentológicos y el comportamiento geomecánico de los materiales superficiales de la cuenca, discriminando la influencia de los depósitos laháricos del volcán Calbuco en la degradación de riberas.
Justificación	Es indispensable conocer las características de los regímenes sedimentológicos, la morfología de los cauces y los efectos del volcanismo histórico del volcán Calbuco para considerar estos antecedentes técnicos en los análisis de estabilidad geotécnica y la definición de las medidas de control de procesos erosivos. La caracterización de los depósitos de suelo (coluviales, glaciofluviales y volcánicos) y de los macizos rocosos, permite dotar al análisis de estabilidad de parámetros geomecánicos reales (cohesión, ángulo de fricción, discontinuidades), evitando diseños conceptuales genéricos que eventualmente fallen por subestimar la socavación lateral.
Descripción	Consiste en la consolidación de antecedentes bibliográficos sobre regímenes sedimentológicos, morfología de cauces y efectos de los lahares del volcán Calbuco, seguida de una campaña de reconocimiento en terreno de 8 días por especialistas en geología y geotecnia para realizar un catastro descriptivo de formaciones y materiales en el perímetro del lago Chapo. Integra la identificación estructural de discontinuidades, rasgos de alteración en afloramientos rocosos, estimación de espesores/texturas de depósitos (coluviales, glaciofluviales y volcánicos). Incluirá un Catastro e identificación de procesos erosivos en el perímetro del lago Chapo, en riberas y afluentes, permitiendo su calificación y cuantificación. Con objeto de avanzar en la Etapa 1, en ANEXO 7 se acompaña el Informe caracterización geológica, geotécnica y geomorfológica de la cuenca del lago Chapo, desarrollado por INGETEC, cuyos profesionales se describen en ANEXO 1.

ESTUDIO 2.3: Caracterización geológica, geotécnica y geomorfológica de la cuenca del lago Chapo	
Referencia Plan	OBJETIVO N°2: Controlar los procesos erosivos y contribuir a la recuperación de atributos biofísicos del paisaje y ANEXO 7.
Medio de verificación	Al ingreso del Plan se acompaña: - Informe caracterización geológica, geotécnica y geomorfológica de la cuenca del lago Chapo, que incluye un Catastro e identificación de procesos erosivos en el perímetro del lago Chapo, en riberas y afluentes, permitiendo su calificación y cuantificación.

ESTUDIO 2.4: Caracterización de multivariantes temporales y su respuesta a la variabilidad operacional de la cota del lago Chapo	
Objetivo de Reparación	Objetivo Específico 2.1: Controlar los procesos erosivos de las riberas del lago Chapo; y Objetivo Específico 2.2: Controlar los procesos erosivos de los cauces afluentes al lago Chapo.
Objetivo del estudio	Identificar e integrar de forma multitemporal las variables climáticas, hidrológicas, geológicas y operacionales que han condicionado la dinámica del nivel del lago Chapo a lo largo de su historia. Diagnosticar el comportamiento y dinámica de la franja de vegetación ribereña de los márgenes del lago Chapo y sus cauces frente a los cambios de niveles del lago por la operación de la Central y eventos naturales.
Justificación	Es indispensable cruzar las series históricas de niveles con los eventos climáticos extremos y los periodos de operación de la Central Canutillar para aislar los factores naturales de los antrópicos antes de fijar la cota mínima de estabilidad. Es necesario identificar y caracterizar la vegetación de la franja ribereña afectada (entre el cauce principal y el lago) como insumo base para los análisis multitemporales posteriores, excluyendo coberturas vegetales extensas contiguas (por fuera de los márgenes de la ribera).
Descripción	Estudio estadístico avanzado y correlación de datos históricos de información secundaria cruzando matrices de niveles del lago (cotas diarias), precipitación local, caudales afluentes, energía generada y registros de eventos singulares (como la erupción del volcán Calbuco en 2015). Se evalúa el comportamiento de la operación del lago segmentado por ventanas de tiempo operacionales (previo a la operación en 1990 y durante el período operativo), relacionando tipos de individuos y especies, su susceptibilidad a la inundación y su correlación con las cotas y áreas influenciadas por las variaciones del lago o crecientes de los ríos. Se estudia la correlación estadística entre la velocidad de variación de la cota del nivel de lago y la tasa de ocurrencia de procesos de erosiones en las laderas expuestas. Contempla la prospección de materiales naturales disponibles que puedan utilizarse en el diseño de medidas y soluciones basadas en la naturaleza. Con objeto de avanzar en la Etapa 1, en ANEXO 8 se acompaña el Informe caracterización de multivariantes temporales y su respuesta a la variabilidad operacional de la cota del lago Chapo, desarrollado por INGETEC, cuyos profesionales se describen en ANEXO 1.
Referencia Plan	OBJETIVO N°2: Controlar los procesos erosivos y contribuir a la recuperación de atributos biofísicos del paisaje y ANEXO 8.

ESTUDIO 2.4: Caracterización de multivariantes temporales y su respuesta a la variabilidad operacional de la cota del lago Chapo

Medio de verificación	Al ingreso del Plan se acompaña: - Informe caracterización de multivariantes temporales y su respuesta a la variabilidad operacional de la cota del lago Chapo.
-----------------------	--

ESTUDIO 2.5: Caracterización de la flora y vegetación ribereña al lago Chapo y sus afluentes principales	
Objetivo de Reparación	Objetivo Específico 2.1: Controlar los procesos erosivos de las riberas del lago Chapo; y Objetivo Específico 2.2: Controlar los procesos erosivos de los cauces afluentes al lago Chapo.
Objetivo del estudio	Realizar una caracterización de la flora y vegetación del área de estudio, como antecedente clave para el posterior diseño e implementación de medidas de control de erosión y recuperación del paisaje.
Justificación	El conocimiento de la composición y estructura de la flora y la vegetación de las áreas de interés, permitirá proponer acciones y medidas coherentes con las condiciones de las plantas que en la actualidad existen en las riberas del lago.
Descripción	Se realizará una revisión de información secundaria para describir el contexto biogeográfico y los pisos vegetacionales del área de estudio. A partir de fotointerpretación de imágenes satelitales de uso libre, se definirán unidades homogéneas de vegetación considerando texturas, geoformas y colores, las que serán verificadas y ajustadas posteriormente mediante visita a terreno. Conforme a las guías e instructivos del SEA y/o CONAF aplicables. El levantamiento de información contempla, al menos, dos campañas de terreno, una en primavera y otra en verano, de hasta 10 días cada una, sujetas a condiciones que permitan una navegación segura. En estas campañas se validarán las unidades fotointerpretadas, se definirán puntos de muestreo preliminares —al menos uno por unidad de vegetación— y se levantará información de flora vascular y vegetación. Para la flora vascular se realizarán parcelas de inventario florístico basadas en el método Braun-Blanquet, ajustando su forma y tamaño según las características de las comunidades. Además, se elaborará una curva de acumulación de especies para evaluar la suficiencia del muestreo y se analizarán singularidades como endemismos, especies amenazadas y presencia de flora asociada a comunidades sensibles. Respecto de la vegetación, se caracterizarán atributos como cobertura, estratificación vertical, especies dominantes y grado de artificialización, con el fin de elaborar la Carta de Ocupación de Tierras en formato digital. El análisis incorporará criterios de vegetación sensible, guías de evaluación ambiental de CONAF y consideraciones de cambio climático según lineamientos del SEA, utilizando información oficial como SIMBIO y ARCLim. Finalmente, se integrarán los resultados para recomendar sitios factibles de revegetación orientados al control de erosión o recuperación paisajística.

ESTUDIO 2.5: Caracterización de la flora y vegetación ribereña al lago Chapo y sus afluentes principales	
Referencia Plan	OBJETIVO N°2: Controlar los procesos erosivos y contribuir a la recuperación de atributos biofísicos del paisaje.
Medio de verificación	En Informe Semestral de Avance al Tribunal que corresponda, se ingresará: - Informe de caracterización de la flora y la vegetación (2 campañas de terreno: primavera y verano).

ESTUDIO 2.6: Estudio de medidas tipo de bioingeniería y SbN utilizadas a nivel mundial, que sean aplicables al caso lago Chapo	
Objetivo de Reparación	Objetivo Específico 2.1: Controlar los procesos erosivos de las riberas del lago Chapo; y Objetivo Específico 2.2: Controlar los procesos erosivos de los cauces afluentes al lago Chapo.
Objetivo del estudio	Identificar y caracterizar técnicas y medidas tipo de bioingeniería y Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN) implementadas a nivel mundial, estudiando los criterios técnico ambientales aplicados, ventajas y desventajas, los que posteriormente permitan asociar su aplicabilidad y viabilidad para el diseño e implementación de medidas para el control de procesos erosivos en el ecosistema del lago Chapo y sus afluentes.
Justificación	Se justifica para documentar preliminarmente alternativas que puedan ser comparables y eventualmente aplicables en el diseño e implementación de medidas para el control de procesos erosivos en riberas y afluentes del lago Chapo. Para ello, resulta fundamental contar con un catálogo técnico de soluciones de estabilización viva, recubrimiento y técnicas mixtas que hayan sido validadas en un contexto internacional para el control de erosión. El enfoque en bioingeniería y SbN asegura que la intervención responda a las cargas hidráulicas y al transporte de material abrasivo de manera sustentable, adaptándose al entorno ecológico y promoviendo la recuperación paisajística en lugar de depender exclusivamente de infraestructuras civiles rígidas y tradicionales.
Descripción	El estudio constituye un análisis técnico orientado a documentar y estudiar alternativas de obras de bioingeniería y Soluciones basadas en la Naturaleza utilizadas a nivel mundial. Su propósito central es conformar un marco de referencia comparable para el diseño e implementación de medidas de control de procesos erosivos en las riberas y afluentes del lago Chapo. Contempla la revisión de criterios para la selección de técnicas para el control de erosión, tales como la carga hidráulica, durabilidad, aptitud de localización y ecología del entorno, de la clasificación de tipologías de obras según enfoques de ingeniería reconocidos internacionalmente, las cuales serán clasificadas según su mecanismo de protección física, la regulación del ciclo hidrológico, los materiales, el rol que juega la vegetación, y la resistencia y durabilidad. Se revisarán estudios de casos con aplicación de técnicas de recubrimiento (siembra, mantos, geoceldas), técnicas de estabilización viva (estacas vivas, fajinas, colchones de ramaje, biorrollos) y técnicas mixtas o estructuras de contención (entramados de madera, escollera con estacas vivas, geomallas vegetadas, biobolsas) para conformar un abanico de alternativas

ESTUDIO 2.6: Estudio de medidas tipo de bioingeniería y SbN utilizadas a nivel mundial, que sean aplicables al caso lago Chapo	
	que podrán servir de referencia comparable para disponer de alternativas para controlar los procesos de estabilidad y erosión en las riberas del lago Chapo y sus afluentes, una vez avanzados los estudios de análisis específicos del Plan. Con objeto de avanzar en la Etapa 1, en ANEXO 9 se acompaña el Informe Estudio de medidas tipo de bioingeniería y SbN utilizadas a nivel mundial, que sean aplicables al caso lago Chapo, desarrollado por INGETEC, cuyos profesionales se describen en ANEXO 1.
Referencia Plan	OBJETIVO N°2: Controlar los procesos erosivos y contribuir a la recuperación de atributos biofísicos del paisaje y ANEXO 9.
Medio de verificación	Al ingreso del Plan se acompaña: - Informe Estudio de medidas tipo de bioingeniería y SbN utilizadas a nivel mundial, que sean aplicables al caso lago Chapo.

ETAPA 2: Análisis técnicos integrados para la cota mínima de estabilidad

ESTUDIO 2.7: Estudio del sistema hidráulico de cauces principales afluentes al lago Chapo	
Objetivo de Reparación	Objetivo Específico 2.2: Controlar los procesos erosivos de los cauces afluentes al lago Chapo.
Objetivo del estudio	Evaluar la estabilidad morfológica general de los cauces afluentes mediante la determinación de sus condiciones hidráulicas bajo distintos escenarios de caudal y la identificación de zonas con potenciales procesos erosivos, calculando el balance de sedimentos para determinar tendencias a largo plazo.
Justificación	Fundamenta técnicamente la extensión de las perturbaciones o desbalances hidráulicos hacia aguas arriba inducidos por las fluctuaciones del lago, sirviendo de respaldo para el diseño de las medidas del Plan. Permite cuantificar la tendencia de la evolución morfológica a largo plazo y definir el rango de niveles del lago de menor impacto sobre la estabilidad fluvial.
Descripción	Se desarrolla una modelación numérica (1D o 2D acorde al detalle de la información batimétrica) acoplada con el cruce de imágenes satelitales. Contempla un análisis comparativo histórico multivariable segmentado en 5 periodos operacionales (desde antes de 1990 hasta el escenario prospectivo). Incluye modelación numérica para evaluar el efecto de la operación del lago Chapo frente a otros factores naturales y antrópicos en la evolución morfológica, utilizando imágenes satelitales, cálculo de pendientes, perfil de equilibrio y balance/capacidad de transporte de sedimentos usando al menos dos fórmulas empíricas adaptadas a altas pendientes, y evaluando la tendencia a través del Balance de Lane modificado por Klassen. El estudio abarcará los cauces principales. La metodología contempla: - <u>Definición de geometría fluvial y lacustre</u>: se estructurará el procesamiento del levantamiento topobatimétrico georreferenciado (Estudio 2.2), garantizando secciones transversales completas de los cauces principales desde el lecho hasta la cota 250 m.s.n.m. y en la zona de descarga de la cuenca lacustre hasta el nivel mínimo de 225 m.s.n.m.

ESTUDIO 2.7: Estudio del sistema hidráulico de cauces principales afluentes al lago Chapo	
	- <u>Modelación numérica acoplada (1D/2D)</u>: implementación de simulaciones matemáticas de flujo en régimen variable (no permanente) para evaluar el comportamiento hidrodinámico frente a crecientes extraordinarias asociadas a periodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50 y 100 años. - <u>Simulación dinámica de la cota del lago</u>: evaluación de los ejes hidráulicos utilizando como condición de borde aguas abajo la variación operacional de la cota del lago (desde la cota mínima provisional de 231 m.s.n.m. hasta niveles máximos operativos). Esto permitirá cartografiar con precisión la longitud del efecto remanso y su impacto en el inicio de la erosión retrógrada en los afluentes principales. Balance de transporte de sedimentos: cuantificación de la capacidad de arrastre en los tramos terminales de los afluentes mediante el uso de al menos dos ecuaciones empíricas adaptadas a la granulometría local, determinando las tendencias geomorfológicas a través de la relación de equilibrio de Lane modificada por Klassen.
Referencia Plan	OBJETIVO N°2: Controlar los procesos erosivos y contribuir a la recuperación de atributos biofísicos del paisaje.
Medio de verificación	En Informe Semestral de Avance al Tribunal que corresponda se ingresará: - Informe: Memoria técnica de modelación hidráulica y morfodinámica, perfiles de equilibrio calculados y mapas de zonificación de susceptibilidad erosiva.

ESTUDIO 2.8: Análisis de estabilidad geotécnica de riberas del lago Chapo y principales cauces afluentes	
Objetivo de Reparación	Objetivo Específico 2.1: Controlar los procesos erosivos de las riberas del lago Chapo; y Objetivo Específico 2.2: Controlar los procesos erosivos de los cauces afluentes al lago Chapo.
Objetivo del estudio	Evaluar mediante métodos analíticos las condiciones de estabilidad estática y sísmica pseudoestática de los taludes perimetrales que conforman las laderas del lago y tramos bajos de los ríos afluentes, considerando la interacción entre factores geológicos, geotécnicos, topográficos, hidráulicos e hidrológicos.
Justificación	Identificar la susceptibilidad a la verticalización gatillada por socavación lateral debido a las fluctuaciones del lago para priorizar geográficamente las obras de bioingeniería. Provee los parámetros geométricos para el diseño de taludes estables y genera una clasificación perimetral de susceptibilidad indispensable para priorizar geográficamente las intervenciones de bioingeniería.
Descripción	Evaluación geotécnica basada en la caracterización y levantamientos recopilados en la Etapa 1. En los sectores rocosos del lago, se analizarán los rasgos estructurales y condiciones de alteración de discontinuidades. En las riberas con depósitos coluviales, glaciofluviales o volcánicos, se estimarán los espesores y texturas de los suelos para ejecutar análisis de estabilidad mediante métodos de equilibrio límite (mecánica de suelos y rocas). En las desembocaduras de los afluentes, se evaluará la geometría de taludes estables frente a la verticalización generada por la socavación lateral y la interacción hidrodinámica del lago. Como resultado, se generará una cartografía con zonificación y clasificación de niveles de susceptibilidad perimetral. El estudio contempla: - <u>Campañas de terreno especializadas</u>: reconocimiento geotécnico enfocado a identificar la interacción entre el cuerpo de agua y las laderas perimetrales del lago, caracterizando espesores, rasgos estructurales de discontinuidades en afloramientos rocosos y texturas de los depósitos coluviales, glaciofluviales y de origen volcánico vinculados al comportamiento histórico del volcán Calbuco. - <u>Modelación por equilibrio límite</u>: cálculo analítico de los Factores de Seguridad (FS) bajo condiciones estáticas y sísmicas pseudoestáticas para perfiles críticos representativos del perímetro del lago y de los cauces tributarios.

ESTUDIO 2.8: Análisis de estabilidad geotécnica de riberas del lago Chapo y principales cauces afluentes	
	- <u>Evaluación de fenómenos detonantes</u>: simulación de los procesos de verticalización y pérdida de soporte mecánico por efecto de la socavación lateral y escenarios hidrológicos críticos, tales como el análisis de vaciado rápido (<i>drowdown</i>) operativo del lago y condiciones de saturación por precipitaciones intensas en las márgenes fluviales. - <u>Clasificación de susceptibilidad</u>: zonificación espacializada mediante herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) del perímetro de afectación para priorizar geográficamente las áreas que requieran intervenciones físicas estructurales.
Referencia Plan	OBJETIVO N°2: Controlar los procesos erosivos y contribuir a la recuperación de atributos biofísicos del paisaje.
Medio de verificación	En Informe Semestral de Avance al Tribunal que corresponda se ingresará: - Informe final de mecánica de suelos/rocas con memorias de cálculo de factores de seguridad y plano con identificación de zonas estables e inestables a los procesos erosivos.

ESTUDIO 2.9: Estudio de análisis de multivariantes temporales en la dinámica de afluentes y lago Chapo	
Objetivo de Reparación	Objetivo Específico 2.1: Controlar los procesos erosivos de las riberas del lago Chapo; y Objetivo Específico 2.2: Controlar los procesos erosivos de los cauces afluentes al lago Chapo.
Objetivo del estudio	Evaluar la interacción dinámica y temporal entre el comportamiento hidráulico de los cauces afluentes principales y los niveles de cota del lago Chapo, identificando los efectos de contrapeso hidráulico (remanso), evolución geomorfológica, capacidad de transporte y depositación de sedimentos. Analizar e integrar de manera espacial mediante SIG la evolución temporal de la vegetación ribereña explicada por los fenómenos físicos e hidrodinámicos concurrentes.
Justificación	Permite comprender cómo las fluctuaciones de la cota del lago Chapo alteran la velocidad, la capacidad de transporte de sedimentos y los perfiles de equilibrio en los tramos bajos de los principales ríos afluentes, analizando las causas de los cambios en las coberturas vegetales riparianas relacionadas con las variables hidráulicas, geotécnicas e hidrológicas.
Descripción	Estudio analítico que combina los registros hidrológicos e hidráulicos históricos con la geomorfología de las desembocaduras. Incluye la evaluación de procesos de sedimentación y embancamiento en las zonas de descarga bajo escenarios de cotas máximas y mínimas del lago, proyectando la evolución de la socavación del lecho de los ríos. Contempla el procesamiento e integración en plataforma SIG de coberturas de fotos aéreas o satelitales históricas y actuales con los resultados de los estudios de la Etapa 1. Se aplicarán herramientas de superposición espacial para delimitar zonas morfológicas homogéneas, franjas de susceptibilidad y evidenciar los cambios en la cobertura de vegetación ribereña a través del tiempo. El análisis incorporará explícitamente los efectos de los fenómenos naturales registrados (crecidas, vulcanismo) y las variaciones de nivel resultantes de la operación de la Central Canutillar. Este se enmarca en la Etapa 2 (análisis técnicos integrados para la cota mínima de estabilidad) y, a diferencia de la fase previa, posee un carácter estrictamente analítico, predictivo y de procesamiento estadístico avanzado. Su alcance contempla tomar la información descriptiva y los datos crudos consolidados en la Etapa 1 (Estudio 2.4) para desarrollar las evaluaciones mecánicas, hidráulicas y espaciales que guiarán el diseño de las futuras medidas y acciones de control de erosión. El modelo analítico procesará las correlaciones multivariantes a través de los siguientes ejes técnico-ambientales:

ESTUDIO 2.9: Estudio de análisis de multivariantes temporales en la dinámica de afluentes y lago Chapo	
	- Modelación Hidrodinámica y Mecánica Fluvial: Evaluar la interacción entre el comportamiento hidráulico de los cauces afluentes principales y las fluctuaciones operacionales de cota del lago Chapo. Esto incluye la determinación analítica del efecto de remanso (contrapeso hidráulico), perfiles de equilibrio del lecho, velocidad del flujo y la capacidad de transporte o depositación de sedimentos. - Análisis Espacial y Fotogramétrico mediante SIG: Procesar e integrar mediante SIG las coberturas aerofotogramétricas e imágenes satelitales históricas para cuantificar los cambios espaciales y la evolución temporal del vigor de la vegetación ribereña en relación con las variables hidrodinámicas concurrentes. - Evaluación Estadística por Ventanas de Tiempo: Evaluar el comportamiento histórico de la cuenca dividiendo la serie temporal en las ventanas características del lago Chapo, correspondientes a: períodos previos a 1990 (régimen natural previo a la operación de la Central Canutillar), régimen operativo histórico, y condición operativa post-2019. - Para proveer conclusiones dotadas de la rigurosidad científica exigida por el Tribunal, el enfoque de análisis de este estudio abordará de manera explícita y desagregada las siguientes hipótesis concurrentes: - Análisis Acumulativo de Eventos Naturales: Cuantificar las consecuencias morfológicas asociadas directamente a las crecidas hidrológicas extremas, ríos atmosféricos y el aporte masivo de lodos y sedimentos piroclásticos derivados de la actividad volcánica del Calbuco hasta el evento de 2015. - Cálculo de Esfuerzo Cortante por Descenso Operativo: Modelar analíticamente el efecto de la pérdida de soporte basal en las laderas expuestas durante los ciclos rápidos de descenso del nivel del lago provocados por la operación de la central.
Referencia Plan	OBJETIVO N°2: Controlar los procesos erosivos y contribuir a la recuperación de atributos biofísicos del paisaje
Medio de verificación	En Informe Semestral de Avance al Tribunal que corresponda se ingresará: - Informe final de dinámica de afluentes, modelos analíticos de perfiles y mapas de susceptibilidad de erosión/sedimentación en zonas de desembocadura.

ESTUDIO 2.10: Estudio de servicios ecosistémicos lago Chapo	
Objetivo de Reparación	Objetivo Específico 2.1: Controlar los procesos erosivos de las riberas del lago Chapo; y Objetivo Específico 2.2: Controlar los procesos erosivos de los cauces afluentes al lago Chapo.
Objetivo del estudio	Desarrollar un estudio de servicios ecosistémicos del lago Chapo para caracterizar, valorar y cartografiar los principales servicios que provee el sistema lacustre y su cuenca, con base en levantamiento de terreno propio, e integrando los insumos de los demás estudios derivados del presente Plan, con el fin de evaluar la vulnerabilidad ecosistémica del sistema y justificar técnicamente la funcionalidad y suficiencia de las medidas de control de erosión y renaturalización que Colbún proponga.
Justificación	Este estudio permite justificar y reforzar la funcionalidad y suficiencia de las medidas de control de erosión y renaturalización que se propondrán. El Estudio de Servicios Ecosistémicos (SSEE) incluye levantamiento de terreno de componentes ambientales como una columna vertebral del análisis.
Descripción	El estudio tiene como objetivo caracterizar y valorar los servicios ecosistémicos del lago Chapo y su cuenca, con énfasis en los servicios de regulación y soporte asociados a la regulación hídrica, el control de erosión, la retención de sedimentos, el hábitat y la biodiversidad. Para ello, se utilizan como marcos de referencia la Guía Metodológica para la Descripción de Ecosistemas Terrestres del SEA y la Guía para la Comprensión de los Servicios Ecosistémicos que Prestan los Humedales del MMA-GEF, complementadas con la clasificación internacional MEA/CICES. La caracterización ecosistémica considera el levantamiento directo de información sobre limnología y calidad del agua, fauna acuática, ictiología, macroinvertebrados, avifauna, flora y vegetación ripariana, junto con una evaluación geomorfológica de las riberas. Estos componentes permiten identificar el estado funcional del sistema lacustre y ribereño, así como los principales procesos ecológicos que sostienen los servicios ecosistémicos relevantes. El estudio incorpora indicadores biofísicos para cuantificar servicios clave, tales como volumen de agua regulada, sedimentos retenidos, superficie de hábitat funcional, integridad biótica y condición de la vegetación ripariana. Además, considera el análisis multitemporal de imágenes satelitales para evaluar cambios en la cobertura vegetal de la cuenca y detectar tendencias de degradación o recuperación ambiental. La valoración de los servicios ecosistémicos combina enfoques biofísicos, económicos y socioculturales. La valoración biofísica entrega una línea base en unidades naturales, mientras que la valoración por función de producción permite relacionar los

ESTUDIO 2.10: Estudio de servicios ecosistémicos lago Chapo	
	servicios de regulación hídrica y control de erosión con la operación de la Central Canutillar y la integridad de la infraestructura asociada. Complementariamente, los servicios culturales se estiman mediante transferencia de beneficios desde estudios comparables en lagos del sur de Chile y conforme a entrevistas con actores clave. El estudio también incluye un análisis de la vinculación entre los servicios ecosistémicos identificados y las medidas de control de erosión y renaturalización que puedan ser propuestas. A partir del levantamiento de terreno y la información disponible, se evaluará la vulnerabilidad de los servicios más expuestos a procesos erosivos activos, priorizando las zonas del lago y sus afluentes que presentan mayor urgencia de intervención. Finalmente, se analizará la suficiencia de las medidas propuestas para mantener o recuperar los servicios ecosistémicos vulnerables, identificando sinergias, brechas y recomendaciones de ajuste. El estudio concluirá con una propuesta de indicadores de monitoreo integrable a un Plan de Seguimiento Ambiental, definiendo unidades, frecuencia, métodos y umbrales de alerta para generar una línea base verificable y útil para la gestión ambiental futura.
Referencia Plan	OBJETIVO N°2: Controlar los procesos erosivos y contribuir a la recuperación de atributos biofísicos del paisaje.
Medio de verificación	En Informe Semestral de Avance al Tribunal que corresponda se ingresará: - Informe de caracterización de los servicios ecosistémicos.

ESTUDIO 2.11: Análisis integrado enfocado al estudio de la cota mínima de estabilidad para el lago Chapo	
Objetivo de Reparación	Objetivo Específico 2.1: Controlar los procesos erosivos de las riberas del lago Chapo; y Objetivo Específico 2.2: Controlar los procesos erosivos de los cauces afluentes al lago Chapo.
Objetivo del estudio	Consolidar los resultados físicos, hidráulicos, geotécnicos y bióticos para discriminar las causas de alteración de origen natural frente a las antrópicas, conocer la composición, estructura y dinámica de las comunidades bióticas, determinando técnicamente la cota mínima de estabilidad, o rango de cotas operacionales óptimas de equilibrio para la estabilidad del sistema.
Justificación	Es la instancia de síntesis multidisciplinaria para delimitar las causas antrópicas de las naturales, y justificar técnicamente el comportamiento de la cota mínima de estabilidad. Constituye el informe de síntesis final que sustenta el rango de cota operativa, y que sirve de base conceptual para obtener una propuesta inicial para el diseño de las soluciones y alternativas de medidas contemplado en la Etapa 3.
Descripción	Consolidación analítica de los escenarios modelados para definir científicamente el umbral definitivo de operación de niveles del lago que sea compatible con el control de la erosión retrógrada y la renaturalización de riberas. Para ello, la recopilación e integración interdisciplinaria de los resultados de los estudios de las Etapas 1 y 2, incorporará: i. Entendimiento del problema: delimitación espacial y establecimiento de zonas en los cauces donde las modificaciones responden a dinámicas naturales sin influencia de la fluctuación antrópica del lago, ii. Análisis de casos análogos naturales: comparativa con lago Todos Los Santos, como referencia de sistema fluvial-lacustre no regulado, para dimensionar las dinámicas erosivas naturales del sistema y distinguirlas de la erosión atribuible a la variación de niveles por efecto de la operación de la Central, iii. Estudio de la cota mínima de estabilidad: definición del rango operativo óptimo de equilibrio para la estabilidad del sistema y control de avance de procesos erosivos, iv. Análisis de Riesgos de vertimiento asociados a diferentes escenarios de cota mínima de estabilidad. Esto, teniendo especial consideración en el efecto de la cota mínima sobre la capacidad de regulación de crecidas para diferentes períodos de retorno del lago Chapo, v. Zonificación de Riesgos por inundación o movimiento de cauces mediante mapas de amenaza, y vi. Propuesta inicial de selección de las soluciones y alternativas de medidas pertinentes para el diseño e implementación.

ESTUDIO 2.11: Análisis integrado enfocado al estudio de la cota mínima de estabilidad para el lago Chapo	
	El estudio contempla: - <u>Discriminación de factores de control (antrópico vs. natural)</u>: superposición de capas de variables temporales mediante SIG. Se cruzarán las matrices de cotas diarias operacionales de la Central Canutillar con los registros históricos de crecidas y eventos volcánicos para delimitar los límites geográficos donde cesa la influencia antrópica sobre la dinámica de cauces y riberas. - <u>Evaluación del escenario técnico de estabilidad</u>: simulación analítica del comportamiento del lago en torno a la cota mínima de estabilidad (analizando el comportamiento físico del rango en torno a los 230,0 m.s.n.m.) para asegurar el control de la erosión y la mitigación de su avance en los cinco cauces principales. - <u>Zonificación de amenazas</u>: delimitación cartográfica de áreas homogéneas clasificadas por el nivel de riesgo ante inundaciones y migración lateral o vertical de cauces, sirviendo como fundamento de soporte científico para las medidas y acciones que serán propuestas en la Etapa 3.
Referencia Plan	OBJETIVO N°2: Controlar los procesos erosivos y contribuir a la recuperación de atributos biofísicos del paisaje.
Medio de verificación	En Informe Semestral de Avance al Tribunal que corresponda se ingresará: - Informe integrador final multidisciplinario y cartografía sistemática de mapeo de amenazas y zonificación de riesgos.

ETAPA 3: Diseño de medidas y acciones de control de erosión

ACCIÓN 2.1: Desarrollo de medidas de control de erosión	
Objetivo de Reparación	Objetivo Específico 2.1: Controlar los procesos erosivos de las riberas del lago Chapo; y Objetivo Específico 2.2: Controlar los procesos erosivos de los cauces afluentes al lago Chapo.
Objetivo de la acción o medida	Seleccionar y diseñar a nivel de ingeniería conceptual y nivel de ingeniería básica las obras definitivas de reconformación, protección y revegetación nativa para afluentes priorizados para la restauración, bioingeniería y funcionalidad ecosistémica.
Referencia al estudio técnico-ambiental	ESTUDIO 2.6: Estudio de medidas tipo de bioingeniería y SbN utilizadas a nivel mundial, que sean aplicables al caso lago Chapo. ESTUDIO 2.11: Análisis integrado enfocado al estudio de la cota mínima de estabilidad para el lago Chapo.
Justificación	Traduce el diagnóstico técnico de los estudios de caracterización (Etapa 1) y de análisis (Etapa 2) anteriores, en el desarrollo de diseños de ingeniería de las soluciones constructivas viables y estructuradas según las exigencias de la Sentencia que materializarán el Objetivo N°2.
Descripción	Se distinguen dos etapas de desarrollo de ingeniería: - <u>Ingeniería Conceptual</u>: que incluye definición de tipologías (SbN, uso de troncos locales, propiedades radicales), selección técnico-económica de soluciones constructivas fundamentadas en técnicas de bioingeniería y SbN, maximizando el uso de materiales de la zona. Incluye el desarrollo de esquemas y planos generales de planta, formas y dimensiones estimadas. - <u>Ingeniería Básica</u>: que incluye refinamiento y dimensionamiento analítico final de las obras del diseño de ingeniería conceptual para las desembocaduras y márgenes críticos (deltas) de los afluentes principales. Esta fase producirá los expedientes definitivos compuestos por: memorias de cálculo hidráulico-geotécnico, planos de formas y dimensiones que incluyen perfiles longitudinales y secciones transversales acotadas, especificaciones técnicas detalladas para construcción, cubicaciones de cantidades de materiales requeridos y programa de ejecución de obras asociadas.

ACCIÓN 2.1: Desarrollo de medidas de control de erosión	
Referencia Plan de Trabajo	Expediente de ingeniería que incluirá Memoria de diseño final, especificaciones técnicas, planos definitivos de obras, cubicaciones, programa de construcción, el cual se presentará en el Informe Semestral de Avance al Tribunal que corresponda.
Medio de verificación	Expediente de ingeniería con sus avances y entregas semestrales al Tribunal, con medio de verificación el comprobante de ingreso que emita el Tribunal con ocasión de la presentación de Informes Semestrales de Avance, o documento idóneo equivalente.
Plan de monitoreo	El monitoreo corresponderá al control de programa de desarrollo del diseño de medidas de control de erosión, el cual contendrá actividades para la elaboración de Memoria de diseño final, especificaciones técnicas, planos y cubicaciones. Incluirá un hito intermedio para el término de la ingeniería conceptual, y un hito final para el término de la ingeniería básica, contemplando plazos para revisiones, atención de observaciones y aprobaciones de versión final.
Indicador de cumplimiento	Porcentaje de avance en el desarrollo del diseño de las medidas de control de erosión expresado en unidad [%]. El cumplimiento se entenderá alcanzado con el hito final del diseño, a nivel de ingeniería conceptual y básica, del 100% de las medidas asociadas a la erosión a intervenir en los sectores priorizados.
Indicador de éxito	- <u>Unidad y Método</u>: Porcentaje (%) de avance de la ingeniería conceptual y básica, que cuentan con viabilidad técnica, hidráulico-geotécnica y constructiva verificada, medido mediante la revisión de las memorias de cálculo, especificaciones técnicas y cubicaciones que integran el expediente de ingeniería básica. - <u>Meta</u>: Que el 100% de las medidas diseñadas para los sectores priorizados cuente con expediente de ingeniería básica completo y validado técnicamente como constructivamente viable, incluyendo memorias de cálculo, planos de detalle, especificaciones técnicas, cubicaciones y programa de ejecución de obras, en condiciones de ser licitado y ejecutado.

ETAPA 4: Implementación de medidas y acciones de control de erosión

ACCIÓN 2.2: Implementación de medidas de control de erosión	
Objetivo de Reparación	Objetivo Específico 2.1: Controlar los procesos erosivos de las riberas del lago Chapo; y Objetivo Específico 2.2: Controlar los procesos erosivos de los cauces afluentes al lago Chapo.
Objetivo de la acción o medida	Ejecutar las obras definitivas de control de erosión y estabilización en las riberas y cauces afluentes del lago Chapo, priorizando técnicas de bioingeniería y Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN), con el fin de detener la pérdida de suelos y contribuir a la recuperación de los atributos biofísicos del paisaje mediante cobertura vegetal permanente.
Referencia al estudio técnico-ambiental	ESTUDIO 2.6: Estudio de medidas tipo de bioingeniería y SbN utilizadas a nivel mundial, que sean aplicables al caso lago Chapo. ESTUDIO 2.11: Análisis integrado enfocado al estudio de la cota mínima de estabilidad para el lago Chapo. ACCIÓN 2.1: Desarrollo de medidas de control de erosión.
Justificación	La materialización de las medidas propuestas procura controlar los procesos erosivos y contribuir a la recuperación de atributos biofísicos del paisaje, protegiendo los sustratos ante la fluctuación de cotas, socavación lateral y arrastre de sedimentos, para avanzar en la recuperación de la estructura y funcionalidad del ecosistema ribereño y fluvial. La implementación de técnicas vivas y mixtas es indispensable para restablecer la funcionalidad hidrodinámica y ecológica, dando cumplimiento a los objetivos específicos exigidos en la implementación del presente Plan.
Descripción	Consiste en la construcción e instalación en terreno de los diseños que se desarrollarán en la ingeniería, con el detalle para las medidas de control de procesos erosivos seleccionadas y pertinentes (Acción 2.1). Implica la preparación del terreno, suministro de materiales y establecimiento de obras definidas según los resultados de los estudios a desarrollar en las Etapas 1 y 2, las que preliminarmente podrán considerar el recubrimiento (mantos, geoceldas), estabilización viva (fajinas, biorrollos) y sistemas mixtos (escolleras vegetadas, entramados) enfocados en la factibilidad estudiada sobre aquellos sectores que presentan procesos erosivos activos. Considera protocolos de aclimatación, plantación e integración paisajística de la vegetación riparia nativa y/o local. La ejecución de las medidas de control de erosión en terreno se estructurará mediante las siguientes fases operativas:

ACCIÓN 2.2: Implementación de medidas de control de erosión	
	(i) <u>Fase de Instalación y Preparación de Faenas</u>: Comprende la delimitación de las áreas de trabajo en los afluentes priorizados y zonas de riberas afectadas. Contempla la recolección, rescate y acopio adecuado de los materiales naturales locales necesarios para las Soluciones basadas en la Naturaleza, tales como estacas vivas de especies riparias compatibles, ramajes, rocas y tocones (según disponibilidad). (ii) <u>Fase de Construcción y Ejecución de Soluciones</u>: Corresponde al emplazamiento de las obras definitivas siguiendo las especificaciones de ingeniería diseñadas en la Acción 2.1. Preliminarmente, se estima una subdivisión según el nivel de solución requerida en el terreno en: - Soluciones de recubrimiento: Instalación de mantos de control de erosión (biodegradables o sintéticos), conformación de geoceldas e hidrosiembra en taludes para rápida cobertura. - Soluciones de estabilización viva: Anclaje de biorrollos en la línea de agua, y disposición de fajinas vivas y colchones de ramaje para asentar y fijar los suelos superficiales. - Soluciones mixtas y de contención: Armado de entramados de madera (tipo Krainer) y escolleras o gaviones vegetados en las secciones sometidas a alto esfuerzo de corte y remanso hidrodinámico. Propio de esta fase, deberá contener las funciones de inspección técnica de obras (ITO) para la verificación de cumplimiento de las especificaciones y las medidas de control, teniendo en consideración que serán las actividades finales del programa de cumplimiento del Plan. (iii) <u>Fase de Consolidación y Mantenimiento Temprano</u>: Reposición de material vegetal no aclimatado (replante), y refacción de estructuras mixtas que puedan sufrir desajustes frente a los primeros eventos de crecidas invernales post-construcción, asegurando así el correcto afianzamiento biofísico de la medida. Cabe señalar que, conforme a la Consideración Final N°1 de la Sentencia, será de cargo de Colbún la obtención de todas las autorizaciones necesarias para la implementación de las acciones o medidas definidas en el Plan. En consecuencia, en forma previa a la implementación de las obras descritas en esta acción, Colbún obtendrá los permisos y autorizaciones sectoriales y ambientales que correspondan o resulten aplicables para su ejecución.
Referencia Plan de Trabajo	Plan de Ejecución de Obras del Plan de Reparación, el cual se presentará en el Informe Semestral de Avance al Tribunal que corresponda.

ACCIÓN 2.2: Implementación de medidas de control de erosión	
Medio de verificación	Informes de avance de obras, registro topográfico y fotográfico pre y post intervención, actas de recepción conforme de faenas de bioingeniería e informes de supervisión de calidad constructiva.
Plan de monitoreo	- <u>Parámetros</u>: Tasa de supervivencia y vigor de la cubierta vegetal instalada (prendimiento de estacas, plántulas y recubrimientos); estabilidad estructural de obras de control de erosión; y variación geomorfológica de las desembocaduras de los afluentes intervenidos. - <u>Frecuencia</u>: Semestral durante los primeros dos años desde la recepción de las obras, y anual desde el tercer hasta el quinto año. <u>Método</u>: Inspecciones visuales estandarizadas, establecimiento de parcelas de monitoreo vegetal para conteo de prendimiento, y levantamiento topográfico de perfiles transversales de control determinados, o mediante obtención de imágenes satelitales.
Indicador de cumplimiento	Porcentaje de avance físico de las obras implementadas en relación con el programa de ejecución (Ejemplo: metros lineales construidos y recepcionados / metros lineales proyectados en el diseño de ingeniería), expresado en unidad [%]. El cumplimiento se entenderá alcanzado con la ejecución y recepción conforme del 100% de las obras de control de erosión contempladas en el diseño de ingeniería aprobado para los sectores priorizados, conforme al programa de ejecución de obras informado al Tribunal.
Indicador de éxito	En línea con el Plan de monitoreo, el éxito de la medida considera: - Tasa de supervivencia y vigor de la cubierta vegetal instalada (prendimiento de estacas, plántulas y recubrimientos), medida en Porcentaje (%), con una meta de alcanzar y mantener al menos un 70% de supervivencia en las estructuras de estabilización viva al año 3. - Mantener la funcionalidad y estabilidad estructural de obras de control de erosión, medida en Porcentaje (%) obtenidos de la ponderación de parámetros técnicos, cuyo valor obtenido deberá ser de al menos 75%. Variación geomorfológica de las desembocaduras de los afluentes intervenidos mediante comparación de perfiles transversales topográficos de control, o bien mediante el análisis de imágenes satelitales, cuya metodología comparativa y

ACCIÓN 2.2: Implementación de medidas de control de erosión	
	meta indicadora de éxito deberán demostrar una tendencia favorable del control de procesos erosivos y la recuperación de los atributos biofísicos.

C. OBJETIVO N°3: Evaluar ante el SEIA la actualización de las variables de operación para una gestión sostenible de la cuenca lacustre

El Objetivo N°3 de la Sentencia tiene por finalidad someter a evaluación de la autoridad ambiental la actualización de las variables operacionales definidas en los permisos originales y vigentes de la Central Canutillar conforme a los mecanismos previstos en la legislación ambiental, con el objeto de garantizar una operación sostenible de la cuenca lacustre, abordando además los riesgos del cambio climático.

Para lo anterior, la información de este capítulo se organiza con la finalidad de explicar claramente el mecanismo que Colbún propone ejecutar para cumplir con lo mandado por el Tribunal, cuya justificación se ordena mediante las siguientes secciones:

- i) Antecedentes operacionales y marco regulatorio de la Central Canutillar.
 - (a) Régimen operacional.
 - (b) Permisos vigentes de la Central Canutillar y pronunciamientos previos
- ii) Fundamento jurídico del mecanismo de evaluación.
 - (a) Marco normativo de una Consulta de Pertinencia y su rol dentro del sistema de sometimiento al SEIA.
 - (b) Análisis Jurisprudencial sobre la importancia de una Consulta de Pertinencia como paso necesario para determinar la forma de ingreso al SEIA.
 - (c) Características de la Central Canutillar como proyecto previo al SEIA.
 - (d) Conclusión.
- iii) Descripción del Proyecto “Actualización de Variable Operacional Central Hidroeléctrica Canutillar”.
- iv) Implementación del Objetivo N°3.
- v) Acciones para el cumplimiento del Objetivo N°3.
 - (a) Acción 3.1 Ingreso de una Consulta de Pertinencia.
 - (b) Acción 3.2 Ingreso de una Declaración de Impacto Ambiental o un Estudio de Impacto Ambiental.
- vi) Cronograma.

A continuación, se desarrollan los contenidos de las secciones antes indicadas.

i) Antecedentes operacionales y marco regulatorio de la Central Canutillar

(a) Régimen operacional

Es relevante explicar, previamente, la configuración del sistema lago Chapo en el que se inserta la Central Canutillar, por cuanto constituye el contexto técnico y operacional necesario para comprender la actualización de las variables operacionales a que se refiere el Objetivo N°3.

La Central Canutillar utiliza las aguas del lago Chapo, conforme a los permisos y autorizaciones descritas en la letra D Marco Normativo del Capítulo II. Antecedentes Previos de este Plan. Esta zona lacustre se caracteriza por presentar un régimen hidrológico pluvial, lo que implica que la escorrentía de sus afluentes depende principalmente de las precipitaciones; y, por ende, de ello también depende la capacidad de almacenamiento de las aguas en el lago Chapo.

Las fluctuaciones del nivel del lago Chapo asociadas a la operación de la Central Canutillar, tal como se indica en la letra B anterior de este Capítulo III sobre el Objetivo N°2, han presentado distintas características desde 1990, pudiendo distinguirse tres periodos característicos de operación, según se observa en la Figura 3.8 siguiente:

- Entre 1990 y el primer semestre de 2006, esto es, desde la entrada en operación de la Central Canutillar —a cargo de Endesa— y hasta aproximadamente el inicio de la operación a cargo de Colbún, se registraron variaciones de nivel del lago Chapo del orden de 20 metros, entre las elevaciones 225 y 244 m.s.n.m., con un único descenso fuera de dicho rango, hasta la cota 220 m.s.n.m., durante el último trimestre de 1998 y el primer semestre de 1999, así como también un único ascenso hasta la cota 245 m.s.n.m. en diciembre de 1991.
- Posteriormente, entre 2006 y el segundo semestre de 2018, las variaciones fueron del orden de 13 metros, entre las cotas 223 y 236 m.s.n.m., sin alcanzarse la cota superior del lago (243 m.s.n.m.).
- Finalmente, desde el año 2019 hasta la fecha, las variaciones han sido todavía más acotadas, del orden de 11 metros, entre las cotas 230 y 241 m.s.n.m. Cabe mencionar que dentro de este período se realizaron los estudios técnicos impulsados por Colbún, orientados al aumento de la cota mínima de operación

del lago Chapo en el nivel 231 m.s.n.m., como una medida para compatibilizar la generación eléctrica con los requerimientos de conectividad fluvial de las comunidades ribereñas, la que se implementó de manera permanente desde el 1° de enero de 2020²¹.

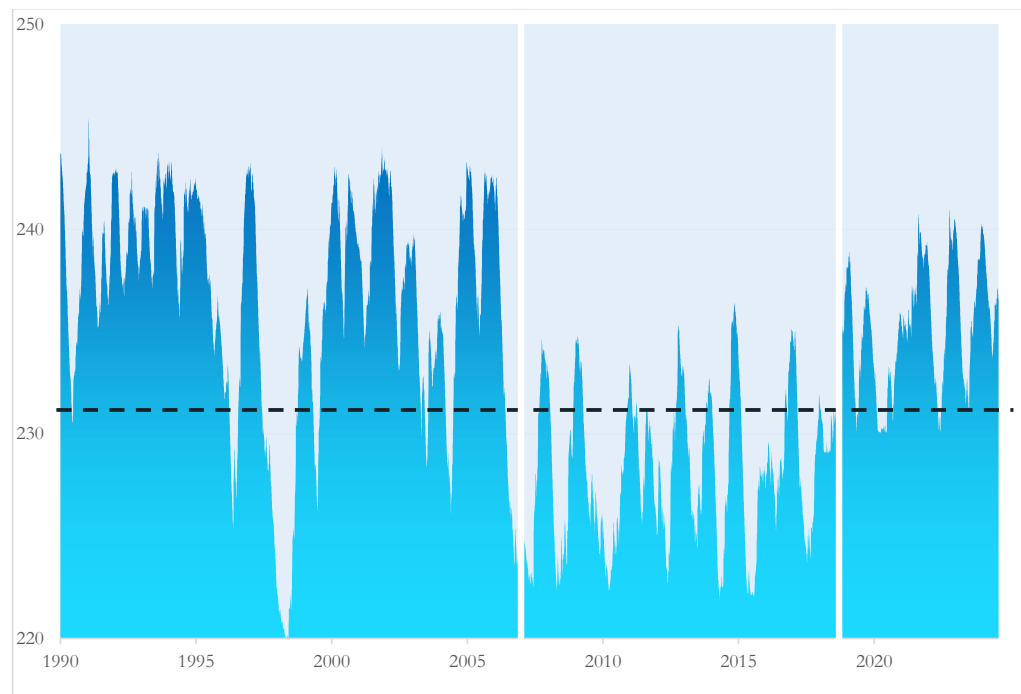


Figura 3.8: Variación de niveles diarios (cota en m.s.n.m.) del lago Chapo (1990 – 2025); línea discontinua es cota 231. *Fuente: Elaboración propia*

Colbún procura contar con la mejor información disponible para la adecuada gestión de sus activos, resguardando la seguridad y certeza de su operación, así como el cumplimiento de la planificación operacional mandatada por el Coordinador. A ello se suma la necesidad de disponer de modelos que permitan anticipar eventos excepcionales -como los fenómenos climatológicos extremos- que habitualmente escapan a la estadística media.

En este contexto, el cambio climático, la mayor variabilidad hidrológica y la ocurrencia de los eventos climáticos extremos, representan desafíos para la operación de la Central Canutillar, toda vez que la capacidad de control de los niveles del lago Chapo es

²¹ Carta Colbún GMC N°118/2017 al Sr. Daniel Salazar Duque, Director Técnico del Coordinador Eléctrico Nacional. (fs.1162)

limitada y en términos de crecidas, se gestiona de la manera que se explica a continuación:

- Cuando la cota alcanza el nivel 240 m.s.n.m., conforme a lo establecido en el Reglamento de Coordinación, se activa la generación prioritaria de la Central Canutillar, lo que permite evacuar 86 m³/s de caudal generado al estuario del Reloncaví y se cierra el ingreso de caudal desde el río Lenca, pudiendo bajar como máximo y en condiciones óptimas (máxima evaporación y mínimo aporte de afluentes al lago), hasta 15 cm el nivel del lago por día;
- Si, aun así, se mantiene el incremento de cota por sobre la cota 241 m.s.n.m., se procede a aumentar la apertura de la compuerta de la barrera Chamiza de manera progresiva conforme baja la cota desde la 241 m.s.n.m., pudiendo evacuar hasta un máximo de 60 m³/s adicionales por el río Chamiza, en caso extremo.

Dado que sólo se dispone de esos mecanismos para controlar el nivel máximo del lago, es necesario incrementar el control sobre su cota. Por ello, y sobre la base de la información en tiempo real que aportan las tres nuevas estaciones meteorológicas instaladas en agosto de 2026 en la cuenca del lago Chapo, descritas en la letra C del Capítulo II, Colbún ha mejorado los modelos de pronósticos meteorológicos que permiten actuar anticipadamente sobre las variables de control, incorporando en los meses de otoño e invierno otros mecanismos, como las alertas tempranas, de manera de mantener las condiciones actuales bajo las cuales ha estado operando la Central durante el último tiempo. A su vez, este modelo permite simular cómo afectan las precipitaciones (régimen pluvial de la cuenca) y la demanda eléctrica a la variación de la cota del lago Chapo, así como su comportamiento en escenarios normales y extremos.

(b) Permisos vigentes de la Central Canutillar y pronunciamientos previos

Las variables operacionales vigentes y las obras de la Central se encuentran contempladas en distintos actos administrativos dictados con anterioridad a la vigencia del SEIA, conforme se describió en la letra D del Capítulo II. Esta sección desarrolla dichos permisos en lo que resulta pertinente al Objetivo N°3, esto es, en cuanto delimitan las variables operacionales cuya actualización se someterá a la evaluación de la autoridad ambiental.

Las obras de la Central se encuentran autorizadas en el permiso de obras hidráulicas, otorgado por la DGA mediante Resolución DGA (exenta) N°468/2004, incluido su Informe Técnico IT N°30/2004, en el que se describen las variables operacionales de la Central Canutillar con el propósito de la aprobación de la obra y su operación, las que son:

Variable operacional	Valor autorizado
Potencia máxima	172,8 MW
Generación media	1.014 GWh/año
Altura bruta media	238,84 m
Nivel de aguas máximas excepcional (N.A.M.) en lago Chapo	244,0 m.s.n.m.
Nivel de aguas máximas normal (N.A.M.N.) en lago Chapo	243,0 m.s.n.m.
Nivel de aguas mínimas excepcional (N.A.Mín.) en lago Chapo	225,0 m.s.n.m.
Nivel de aguas mínimas admisible (N.A.Mín.) en lago Chapo	220,0 m.s.n.m.
Volumen de regulación	848,50 millones de m ³

En este informe técnico, relacionado con el permiso de funcionamiento de la Central Canutillar, se indica que la captación de las aguas del lago se realiza a través de una bocatoma profunda, la que “*permite fluctuaciones del nivel del agua en el lago entre las elevaciones 243 m.s.n.m. y 225 m.s.n.m.*” (IT N°30/2004, pág:1-8).

Otro aspecto que establecen los permisos de la Central lo constituyen los derechos de aguas que permiten captar aguas del lago Chapo y del río Blanco, y del río Lenca, los que fueron descritos en la letra D Marco Normativo del Capítulo II. Antecedentes Previos de este Plan.

Por último, las obras que permiten el trasvase de las aguas desde la cuenca del río Lenca hacia el lago Chapo cuentan con autorización sectorial de la DGA. En efecto, mediante Resolución DGA (Exenta) N°3223/2025, la DGA aprobó el proyecto de obras hidráulicas Bocatoma y Túnel Lenca por un caudal de diseño de hasta 18 m³/s, comprendiendo las obras de captación y aducción Lenca, el túnel Lenca y la descarga al lago Chapo en el sector Chamiza.

Todas estas condiciones, establecidas en las autorizaciones de la Central Canutillar, permiten el aprovechamiento de las aguas con las que se genera la energía que ésta produce y dan cuenta de que su operación se ha desarrollado al amparo de los permisos y autorizaciones otorgados por los organismos competentes.

Respecto de pronunciamientos anteriores del Servicio de Evaluación Ambiental (el “SEA”). La autoridad ambiental ya se ha pronunciado sobre la situación de la Central Canutillar frente al SEIA. Mediante Resolución Exenta N°489, de 10 de septiembre de 2013, el SEA Región de Los Lagos, resolvió la Consulta de Pertinencia presentada por Colbún respecto de la regularización sectorial ante la DGA de las obras de bocatoma, barrera y túnel que conducen las aguas del río Lenca hacia el lago Chapo, determinando que dichas obras *"no deben ser sometidas al procedimiento de evaluación de impacto ambiental, por cuanto estas corresponden a proyecto ejecutado y en operación"*, al haberse construido e iniciado su operación antes de la vigencia del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, D.S. N°40/2012 del Ministerio del Medio Ambiente (el “RSEIA”), y no contemplar nuevas obras ni modificaciones al proyecto original.

ii) Fundamento jurídico del mecanismo de evaluación

(a) Marco normativo de una Consulta de Pertinencia y su rol dentro del sistema de sometimiento al SEIA

La Consulta de Pertinencia se encuentra expresamente reconocida en el artículo 26 del RSEIA, como el mecanismo mediante el cual un proponente solicita al Director Regional o Ejecutivo del SEA un pronunciamiento sobre si un proyecto, actividad o su modificación debe someterse obligatoriamente al SEIA. El propio SEA la define (Oficio Ordinario N°20269910259 de 20 de enero de 2026) como el instrumento llamado a resolver, precisamente, la eficacia de su rol predictor de proyectos susceptibles de causar impactos ambientales, siendo el propio Servicio quien, en ejercicio de su rectoría técnica, determina si una modificación de un proyecto o actividad constituye o no un cambio de consideración que amerite ser evaluado o no, por un instrumento adicional. Al resolverse una solicitud de pertinencia, dicha resolución, al ser un acto administrativo, produce efectos jurídicos, creando, así, un ámbito de actuación en virtud del cual el proponente puede ejecutar su proyecto o actividad en los términos informados, considerando, para dichos efectos, las etapas que haya descrito, en caso de haberlas.

Este diseño normativo es relevante para el cumplimiento del mandato de la Sentencia en el Resuelvo IV que ordena *"evaluar ante el SELA la actualización de las variables de operación"*, no exigiendo una particular modalidad al efecto. Deberá, por tanto, ser el SEA, en ejercicio de sus competencias privativas, quien determine el instrumento aplicable a partir de los antecedentes que se le presenten, que es exactamente la función que cumple la Consulta de Pertinencia.

(b) Análisis Jurisprudencial sobre la importancia de una Consulta de Pertinencia como paso necesario para determinar la forma de ingreso al SEIA

En función del marco descrito, la jurisprudencia de la Corte Suprema ha sostenido la relevancia de la instancia de Consulta de Pertinencia como la vía apropiada para que sea la autoridad ambiental quien determine la forma en que un proyecto debe evaluarse ambientalmente. Así, en los roles N°45.059-2017, N°15.499-2018, N°15.500-2018, N°15.501-2018 y N°27.564-2020 la Corte ordenó a la parte recurrida acudir al SEA mediante una Consulta de Pertinencia, dado que existía una duda razonable sobre la procedencia del ingreso obligatorio del proyecto al SEIA. En el mismo sentido se pronunció posteriormente en el rol N°144.089-2020, donde dispuso que el titular consultara primero al Servicio de Evaluación Ambiental sobre la pertinencia de ingreso del proyecto al SEIA, aludiendo a la rectoría técnica del SEA.

Lo relevante de los pronunciamientos citados, para efectos de esta sección, es que la Corte, actuando como máximo intérprete, optó deliberadamente por no ordenar directamente una Declaración de Impacto Ambiental (“**DIA**”) o un Estudio de Impacto Ambiental (“**EIA**”), remitiendo esa determinación al SEA. Dicha opción confirma que la pregunta acerca de qué instrumento corresponde es una cuestión eminentemente técnica que debe ser resuelta, en primer término, por la autoridad ambiental especializada. La Consulta de Pertinencia cumple, en consecuencia, la función de paso previo y necesario para precisar si un proyecto debe o no evaluarse en el SEIA o el cambio informado es de consideración y requiere de una evaluación adicional, en particular cuando el proyecto o actividad no está listado en el artículo 10 de la Ley de Bases o en el artículo 3° del RSEIA, como es el caso de la actualización de la variable operacional de la Central Canutillar.

Esta lectura es coherente con la práctica judicial. Así lo ha sostenido el propio Tribunal que, en sentencia dictada en la causa rol R-16-2019, ha reconocido a la resolución que se pronuncia sobre una Consulta de Pertinencia el carácter de acto administrativo amparado por el artículo 53 de la Ley N°19.880, el cual sólo puede dejarse sin efecto previa audiencia del titular, mediante la invalidación, y no por la vía de una simple revocación (considerando vigésimo primero y siguientes). Este estatuto reafirma que la Consulta de Pertinencia es el mecanismo o instrumento llamado a fijar, mediante un acto administrativo, el criterio inicial sobre el sometimiento de un proyecto a la institucionalidad ambiental. En efecto, tal como la propia Corte Suprema lo ha dispuesto, la resolución que emana del SEA, en el marco de una Consulta de Pertinencia “[...] es una opinión emanada del órgano experto en la materia, por lo tanto, no puede

menos que ser considerada como un trámite transcendente del iter ambiental de un proyecto y que, consecuentemente, debe constituirse en un instrumento por medio del cual el Estado –léase SEA y SMA– deben coordinarse con el fin de servir como una guía inicial para el titular del proyecto, orientándolo correctamente en las etapas a seguir y, paralelamente, transformarse en el mecanismo primario a través del cual ese mismo Estado resguarde, desde ya, el medio ambiente, cumpliendo así, en definitiva, su rol de estar al servicio de la persona humana, más aún en materia ambiental en que deben completarse diversos aspectos sociales, económicos, entre otros” (rol N°5.806-2023, sentencia de reemplazo).

(c) Características de la Central Canutillar como proyecto previo al SEIA

Al tratarse de un proyecto cuya operación se inició con anterioridad a la vigencia del SEIA y que no considera la construcción de obras adicionales, las variables operacionales a actualizar y a presentar en la Consulta de Pertinencia serán analizadas a la luz del art. 2 literal g.2) del RSEIA, esto es, se consultarán como “...proyectos que se iniciaron de manera previa a la entrada en vigencia del sistema de evaluación de impacto ambiental, si la suma de las partes, obras o acciones tendientes a intervenir o complementar el proyecto o actividad de manera posterior a la entrada en vigencia de dicho sistema que no han sido calificados ambientalmente, constituye un proyecto o actividad listado en el artículo 3 del presente Reglamento”.

La actualización de las variables operacionales de la Central Canutillar recae sobre un proyecto preexistente, actualmente en operación, amparado por permisos sectoriales anteriores a la vigencia del SEIA, sin contemplar modificaciones u obras nuevas.

Por su parte, y como se ha venido planteando en el Objetivo N°2, particularmente en la Etapa 2 de Análisis Técnicos Integrados para la cota mínima de estabilidad, el análisis comprenderá la variación operacional de los niveles de agua de un lago ya intervenido, específicamente la actualización de la cota mínima de estabilidad, cuyos antecedentes técnicos y ambientales serán acompañados en la presentación al SEA, y no de una intervención nueva sobre territorio no alterado.

De esta manera, la actualización recaerá necesariamente en la cota mínima de estabilidad y, por tanto, en la variable operacional que la impacta. En consecuencia, en adelante, y conforme lo señalado, el proyecto consistirá en la “Actualización de Variable Operacional Central Hidroeléctrica Canutillar” (el “**Proyecto**”), el que será consultado a la autoridad competente.

(d) Conclusión

Sobre la base del precedente propio ante el SEA (2013), el marco normativo del artículo 26 del RSEIA, el Resuelvo IV de la Sentencia ("evaluar ante el SEIA"), que no determina una vía específica de evaluación y la propia jurisprudencia de la Corte Suprema que reconoce a la Consulta de Pertinencia como el paso necesario para que el SEA determine la necesidad de sometimiento de un proyecto o actividad al SEIA, se sostiene fundadamente en que esta constituye, en el presente caso, el mecanismo idóneo para someter inicialmente la actualización de la variable operacional de la Central Canutillar al conocimiento de la autoridad ambiental. Este fundamento jurídico sustenta su elección como primer paso (Acción 3.1), esperando su resolución y abiertos a las posibles acciones posteriores que procedan para el evento que el SEA, en el ejercicio de su rectoría técnica, determine que el cambio de la variable operacional pudiera constituir un cambio de consideración.

Con todo, y a fin de resguardar la finalidad sustantiva del fallo, esto es, una operación sostenible de la cuenca frente a los riesgos del cambio climático, Colbún acompañará en la Consulta de Pertinencia los antecedentes técnicos y ambientales relativos a la cota mínima de estabilidad del lago Chapo que sustentan el Proyecto que se somete a consulta de la autoridad competente, de modo que la autoridad disponga de la información necesaria para un pronunciamiento de fondo, sin perjuicio de la ejecución de la Acción 3.2 en caso de estimarse procedente un instrumento de evaluación adicional.

Asimismo, la actualización de la variable operacional -consistente en la modificación del rango de variación del nivel del lago Chapo, sin ejecución de obras nuevas- constituye una acción que incide sobre un proyecto preexistente y que corresponde ponderar al SEA a la luz del artículo 2º literal g.2) del RSEIA, en relación con los proyectos o actividades del artículo 3º del mismo Reglamento. La ausencia de obras nuevas no obsta a la procedencia del pronunciamiento de pertinencia, toda vez que el sistema contempla expresamente el análisis de las acciones tendientes a intervenir o complementar proyectos iniciados con anterioridad a la vigencia del SEIA, siendo precisamente su eventual calificación como cambio de consideración la cuestión técnica sometida a la autoridad.

iii) Descripción del Proyecto “Actualización de variable operacional Central Hidroeléctrica Canutillar”

Las condiciones de funcionamiento establecidas por los permisos y sus documentos relacionados, indicados en los títulos i)(a) y i)(b) anteriores, muestran que la Central Canutillar ha tenido una operación desde hace ya 6 años en una condición de variabilidad de cota de no más de 12 metros, sin requerir de un cambio de sus obras ni de la construcción de obras adicionales para una operación sostenible de la Central Canutillar. Con el propósito de cumplir con lo indicado por el Tribunal en su Objetivo N°3 de la Sentencia, y de ajustar la cota mínima provisional establecida en su Objetivo N°1, Colbún requiere revisar el funcionamiento u operación de la Central Canutillar con un nuevo rango de variación del lago Chapo, lo que en el permiso se denomina “Nivel de aguas máximas” y “Nivel de aguas mínimas” y su consecuente cambio en el “volumen de regulación” asociado. Este hecho podría implicar un cambio en sólo una actividad que realiza la Central Canutillar, que es posible denominar “cambios del nivel del lago”. Esto último es lo que se entenderá como la “Actualización de variable operacional” que es solicitada por el Tribunal, única variable operacional que permite regular y controlar los procesos erosivos no naturales que se han producido en el lago durante la operación de la Central Canutillar.

De esta manera, Colbún propondrá una actualización de esta variable, relacionada con los cambios de nivel del lago, para que la autoridad ambiental, en este caso el SEA de la Región de Los Lagos, determine, conforme a la Ley de Bases, el RSEIA y los estándares e instructivos emanados de ésta, si la actualización y cambio en la variable de operación de la Central Canutillar establecida en sus permisos originales -que implica dejar de producir una variación de los niveles de aguas del lago entre las elevaciones 243 y 225 m.s.n.m., estableciendo en su reemplazo la elevación 243 m.s.n.m. como nivel de aguas máximas y la cota de aguas mínima de estabilidad que determinen los estudios técnico ambientales de la Etapa 2 del Objetivo N°2 es o no un cambio de consideración.

iv) Implementación del Objetivo N°3

La implementación de este Objetivo se desarrollará conforme a los distintos procedimientos establecidos por la legislación ambiental, atendida la naturaleza técnica y regulatoria de las decisiones involucradas. Para ello, se procederá de la siguiente forma (Figura 3.9) y conforme a los plazos indicados en el numeral vi) Cronograma:

- a. Colbún realizará las Acciones indicadas en este Objetivo, y el Proyecto “Actualización de variable operacional Central Hidroeléctrica Canutillar” será sometido al

conocimiento del SEA conforme las distintas vías que el ordenamiento jurídico establece en el RSEIA, presentando, en primera instancia, los antecedentes que acompañen una Consulta de Pertinencia (CP), para que dicho organismo, en ejercicio de sus competencias legales, se pronuncie respecto de si la actualización propuesta, implica un cambio de consideración o no, de un Proyecto construido y en operación desde antes de la vigencia de la Ley de Bases.

- b. Se elaborarán y acompañarán los estudios técnicos y ambientales necesarios para asegurar que la cota mínima de estabilidad del lago Chapo, que se presentará en el Proyecto para análisis de la autoridad ambiental, se encuentra justificada técnicamente y que la variable operacional nueva de la Central no producirá efectos adversos significativos en el ambiente.
- c. En caso de que la autoridad ambiental determine que la actualización de la variable operacional presentada puede ser entendida como un cambio de consideración y, por lo tanto, debe someterse a otro mecanismo de evaluación distinto al inicialmente presentado, Colbún procederá a la ejecución de la Acción 3.2 (presentación de una DIA o EIA) indicada en el presente Objetivo, manteniendo en todo momento el propósito de dar cumplimiento a la evaluación ambiental de la actualización de la variable operacional ordenada por la Sentencia.

En el siguiente esquema se sintetiza la implementación del Objetivo N°3:

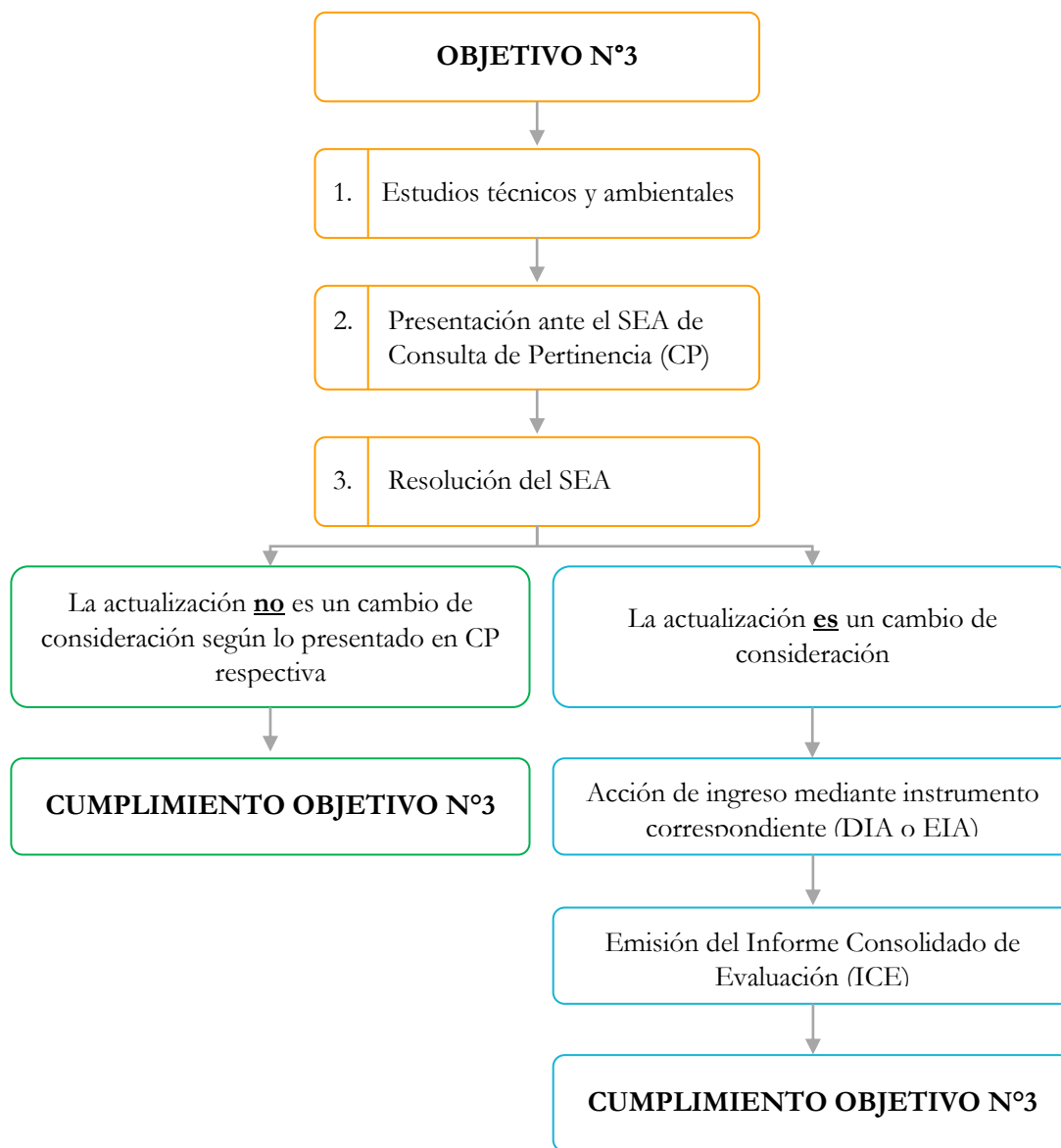


Figura 3.9: Implementación del Objetivo N°3. *Fuente: Elaboración propia.*

v) Acciones para el cumplimiento del Objetivo N°3

Con el propósito de establecer un procedimiento específico y claro, Colbún implementará acciones orientadas a cumplir los pasos que un proyecto o actividad como la actualización de la variable operacional motivo de este cumplimiento, que no está en el listado de la Ley de Bases y el RSEIA, debe cumplir para contar con un análisis de la autoridad ambiental y la certeza jurídica que éste genera. A continuación, se explican estas acciones:

(a) Acción 3.1 Ingreso de una Consulta de Pertinencia

Conforme se ha indicado en el acápite “Implementación del Objetivo N°3” anterior, Colbún realizará acciones para materializar el cumplimiento del Objetivo indicado. Para ello, preparará un documento de Consulta de Pertinencia acompañado con antecedentes técnicos y ambientales, para conocimiento y evaluación del SEA de la Región de Los Lagos, a fin de que, en función de su rectoría técnica dada por la Ley de Bases, resuelva el nivel de evaluación ambiental que un proyecto como el indicado en el acápite “Descripción del Proyecto “Actualización de Variable Operacional Central Hidroeléctrica Canutillar” debe realizar para su ejecución en el país, considerando si la obra o actividad es alguna de las listadas en el artículo 10 de la Ley de Bases o del artículo 3 del RSEIA o, en caso contrario, no debe realizar una evaluación ambiental adicional a la presentada en la Consulta de Pertinencia para una actividad de un proyecto construido y aprobado desde antes de la Ley de Bases.

La Consulta de Pertinencia señalará que su presentación tiene por objeto dar cumplimiento a lo ordenado por el Resuelvo IV de la Sentencia recaída en la causa Rol D-4-2022 del Tribunal, sometiendo al conocimiento del SEA la actualización de la variable operacional cuya evaluación fue ordenada por dicho fallo, y que Colbún procederá de la manera más diligente conforme a lo que resuelva la autoridad ambiental.

A continuación, se presenta una ficha con la acción antes indicada:

ACCIÓN 3.1: Ingreso de Consulta de Pertinencia para evaluar el Proyecto “Actualización de variable operacional Central Hidroeléctrica Canutillar”	
Objetivo de Reparación	Objetivo N°3: Evaluar ante el SEIA la actualización de las variables de operación para una gestión sostenible de la cuenca lacustre
Objetivo de la acción o medida	Presentar ante el SEA el Proyecto “Actualización de variable operacional Central Hidroeléctrica Canutillar”, por medio de una Consulta de Pertinencia, a fin de que determine, en ejercicio de sus competencias y rectoría técnica, si esta actualización constituye o no un cambio de consideración de un proyecto en operación antes de la Ley de Bases. La actualización de la variable operacional de la Central Canutillar tendrá por objeto garantizar una operación sostenible hacia el futuro, entendida como aquella que integra las distintas variables descritas a lo largo de este Plan: la compatibilidad con los componentes ambientales del lago Chapo y su cuenca, incorporando explícitamente la variable cambio climático; las condiciones socioeconómicas y de calidad de vida de las comunidades ribereñas; la seguridad y suficiencia del suministro eléctrico de la Zona Sur del SEN; y la seguridad de las personas y asentamientos de la cuenca, en particular el control de crecidas y de eventos naturales extremos en la cuenca del río Chamiza. Todo ello, dando cumplimiento a lo ordenado por la Sentencia.
Referencia al estudio técnico-ambiental	ESTUDIO 2.11: Análisis integrado enfocado al estudio de la cota mínima de estabilidad para el lago Chapo.
Justificación	En función de lo indicado en este capítulo en el acápite “Análisis Jurisprudencial sobre la importancia de una Consulta de Pertinencia como paso necesario para determinar la forma de ingreso al SEIA” se estima que la Consulta de Pertinencia de ingreso a evaluación ambiental es, por cierto, una vía de ingreso al SEIA, que permite determinar la procedencia de la obligación de someterse a otros procedimientos regulados por las disposiciones del RSEIA, dando cumplimiento a la normativa ambiental aplicable. Al tratarse de un proyecto cuya operación se inició con anterioridad a la vigencia del SEIA, que tiene una modificación aprobada con Consulta de Pertinencia (Res. Ex. N°489/2013), que no considera la construcción de obras adicionales y en concordancia con lo indicado en la Consideración Final N°2 de la Sentencia (fjs.1680); la actualización de la variable

ACCIÓN 3.1: Ingreso de Consulta de Pertinencia para evaluar el Proyecto “Actualización de variable operacional Central Hidroeléctrica Canutillar”	
	operacional a presentar en la Consulta de Pertinencia será analizada a la luz del art. 2 literal g.2) del RSEIA, esto es, se consultará como “...proyectos que se iniciaron de manera previa a la entrada en vigencia del sistema de evaluación de impacto ambiental, si la suma de las partes, obras o acciones tendientes a intervenir o complementar el proyecto o actividad de manera posterior a la entrada en vigencia de dicho sistema que no han sido calificados ambientalmente, constituye un proyecto o actividad listado en el artículo 3 del presente Reglamento”. Por consiguiente, se le consultará a la Dirección Regional del SEA de Los Lagos si es que el proyecto de actualización de la variable operacional de la Central Canutillar determinada en sus permisos sectoriales originales, se considera o no un cambio de consideración del proyecto original.
Descripción	El Proyecto “Actualización de variable operacional de la Central Canutillar” será presentado al conocimiento del SEA mediante una Consulta de Pertinencia, acompañando los antecedentes técnicos y ambientales con el objeto de que dicho organismo determine, en ejercicio de sus competencias, si el cambio en las variables operacionales presentadas en el Proyecto debe considerarse como un cambio de consideración. El Proyecto no contempla nuevas obras de infraestructura y se circunscribe exclusivamente a la actualización de la variable operacional de la fase de operación de la Central Canutillar asociada a la actividad de “cambios del nivel del lago”. La Consulta de Pertinencia establecida por el artículo 26 del RSEIA, cumplirá con lo indicado por el Oficio Ordinario N°20269910259, de 20 de enero de 2026, o el instrumento que lo reemplace o modifique, a saber: La descripción de la variable operacional de la Central Canutillar que se encuentre vigente y debidamente autorizada, en tanto situación a la que se incorporarán los cambios en consulta. En específico, <u>la nueva variable operacional estará enfocada en la fase de operación de la Central Canutillar</u>, que considerará las operaciones en situación normal y emergencia. Asimismo, la única variable objeto de actualización en la consulta ante el SEA será el rango de variación del nivel del lago, mediante el establecimiento de una nueva cota mínima del lago Chapo y, por consiguiente, su volumen de regulación, considerando tanto la operación normal de la Central Canutillar como las situaciones de emergencia.

ACCIÓN 3.1: Ingreso de Consulta de Pertinencia para evaluar el Proyecto “Actualización de variable operacional Central Hidroeléctrica Canutillar”	
	ii. El análisis del modelo de gestión operacional de la Central Canutillar, establecido por el estudio técnico ambiental indicado en esta Acción, permitirá la determinación de los rangos de operación del lago Chapo para las condiciones de operación normal y en emergencia. iii. La identificación y descripción de los mecanismos operacionales disponibles para el control del nivel del lago Chapo, considerando sus capacidades, limitaciones y eventuales medidas complementarias para la gestión preventiva de eventos hidrológicos. iv. La fundamentación de la Consulta de Pertinencia de conformidad al art. 2 literal g.2) del RSEIA, acompañando los antecedentes necesarios para la evaluación del cambio operacional propuesto respecto de la situación actualmente autorizada. v. Descripción de los componentes ambientales potencialmente involucrados, especialmente, la caracterización hidrológica de la cuenca del lago Chapo y sus afluentes, incluyendo el balance hídrico, la proyección de escenarios climáticos, el estado de los recursos naturales renovables y los demás antecedentes ambientales para el estudio de la cota mínima de estabilidad del lago Chapo.
Referencia Plan de Trabajo	Plan de acción indicado en la Sección vi) de la letra C de este Capítulo III.
Medio de verificación	En Informe Semestral de Avance al Tribunal se ingresarán escritos acompañando los antecedentes que den cuenta del cumplimiento del hito mencionado en Indicador de Cumplimiento.
Plan de monitoreo	En Informe Semestral de Avance al Tribunal que corresponda se ingresarán escritos que den cuenta del estado de avance de esta acción.
Indicador de cumplimiento	Dado que la acción diseñada, de acuerdo al objetivo ordenado por la Sentencia del Tribunal, consiste en someter la actualización de las variables operacionales a la evaluación del SEA: - Registro de la presentación de Consulta de Pertinencia ante SEA, en Dirección Regional de Los Lagos.

ACCIÓN 3.1: Ingreso de Consulta de Pertinencia para evaluar el Proyecto “*Actualización de variable operacional Central Hidroeléctrica Canutillar*”

Indicador de éxito	Resolución del SEA regional a firme que se pronuncie determinando si el Proyecto “Actualización de variable operacional de la Central Canutillar” constituye o no un cambio de consideración.
--------------------	---

(b) Acción 3.2 Ingreso de una Declaración o Estudio de Impacto Ambiental

En el caso que, como resultado de la Acción anterior, el SEA de Los Lagos resuelva que este cambio de la variable operacional requiere ingresar al SEIA, Colbún realizará una segunda acción para materializar el cumplimiento del Objetivo N°3. Para ello, preparará un documento de DIA o EIA conforme a los contenidos del artículo 19 o 18 del RSEIA respectivamente, acompañado con antecedentes técnicos y ambientales, para conocimiento y evaluación del SEA de la Región de Los Lagos, en los plazos indicados de manera referencial, en el numeral vi) Cronograma.

A continuación, se presenta una ficha con la acción antes indicada:

ACCIÓN 3.2: Ingreso al SEIA de DIA o EIA del Proyecto “Actualización de variable operacional Central Hidroeléctrica Canutillar”	
Objetivo de Reparación	Objetivo N°3: Evaluar ante el SEIA la actualización de las variables de operación para una gestión sostenible de la cuenca lacustre.
Objetivo de la acción o medida	El propósito de la presente acción es dar continuidad al cumplimiento del Objetivo N°3, en caso de verificarse que la Acción 3.1 implica un cambio de consideración a juicio de la autoridad ambiental, por lo que el Proyecto requiere evaluarse conforme al Título III del RSEIA. Su objetivo específico consistirá en someter el Proyecto “Actualización de variable operacional Central Hidroeléctrica Canutillar” al SEIA, mediante ingreso de una Declaración de Impacto Ambiental o Estudio de Impacto Ambiental, según corresponda. El ingreso al SEIA contendrá la actualización de la variable operacional de la Central Canutillar, con el objeto de garantizar una operación sostenible hacia el futuro, compatible con los componentes ambientales del lago Chapo y su cuenca, e incorporando explícitamente la variable cambio climático. Todo ello de conformidad con el RSEIA, con lo resuelto por el SEA y con lo ordenado por la Sentencia en causa Rol D-4-2022 del Tribunal.
Referencia al estudio técnico-ambiental	ESTUDIO 2.11: Análisis integrado enfocado al estudio de la cota mínima de estabilidad para el lago Chapo.
Justificación	Esta acción, al igual que la Acción 3.1, tiene por finalidad dar cumplimiento a lo ordenado por el Tribunal, asegurando que la operación futura de la Central Canutillar se desarrolle en condiciones de sostenibilidad ambiental. Precisamente porque la Consulta de Pertinencia puede concluir que la actualización de la variable operacional constituye un cambio de consideración y debe someterse al SEIA, resulta necesario prever una acción consecencial, que permita dar continuidad inmediata al cumplimiento de la Sentencia, mediante el ingreso del correspondiente instrumento de evaluación

ACCIÓN 3.2: Ingreso al SEIA de DIA o EIA del Proyecto “Actualización de variable operacional Central Hidroeléctrica Canutillar”	
	ambiental en un plazo conforme al nivel de información que éste requiere para cabal cumplimiento de la normativa que rige este tipo de evaluación ambiental. La presente acción se activa únicamente si el SEA determina, al resolver la Consulta de Pertinencia, que dicha actualización debe someterse a un instrumento de evaluación adicional al de la Acción 3.1. En ese evento, el ingreso al SEIA comprenderá la actualización de la variable operacional de la Central Canutillar, tomando como base los estudios técnicos y ambientales desarrollados para este efecto, además de los contenidos mínimos y específicos establecidos en el RSEIA, con el objeto de garantizar una operación sostenible hacia el futuro, incorporando expresamente la variable cambio climático y considerando la cota que los estudios técnicos-ambientales establezcan como la más estable.
Descripción	El Proyecto que se someterá al SEIA consistirá en la actualización de la variable operacional de la Central Canutillar respecto de la operación autorizada en sus permisos originales. El Proyecto no contempla nuevas obras de infraestructura y se circunscribe a la actualización de una actividad que se deriva de la operación de la Central Canutillar, en este caso, el cambio de nivel del lago. La DIA o el EIA incorporará la descripción técnica del Proyecto antes señalada, junto con los antecedentes técnicos y ambientales que sustentan la actualización de la variable operacional y los demás contenidos exigidos por la normativa ambiental aplicable al instrumento de evaluación ambiental de esta Acción.
Referencia Plan de Trabajo	Plan de acción indicado en la Sección vi) de la letra C de este Capítulo III.
Medio de verificación	En Informe Semestral de Avance del Plan al Tribunal que corresponda, se presentarán los escritos acompañando copia de los antecedentes que den cuenta del cumplimiento de cada uno de los hitos mencionados en Indicador de Cumplimiento.
Plan de monitoreo	En Informe Semestral de Avance al Tribunal que corresponda, se ingresarán los escritos que den cuenta del estado de avance de la Acción.

ACCIÓN 3.2: Ingreso al SEIA de DIA o EIA del Proyecto “<i>Actualización de variable operacional Central Hidroeléctrica Canutillar</i>”	
Indicador de cumplimiento	Los indicadores de cumplimiento de la ejecución de la medida subsidiaria corresponderán a los principales hitos del procedimiento de evaluación ambiental, cuyos antecedentes serán informados semestralmente al Tribunal en el marco del cumplimiento de la Sentencia en caso de que corresponda hacerlo. - Ingreso de la DIA o del EIA al SEIA, según corresponda.
Indicador de éxito	Finalización de la evaluación técnica de la DIA o EIA a través de la Emisión del Informe Consolidado de Evaluación (ICE) por parte del SEA.

vi) **Cronograma**

A continuación, se presenta un cronograma con plazos referenciales y secuenciales de las Acciones antes descritas a iniciarse una vez el Tribunal apruebe el presente Plan de Reparación, los cuales dependerán de los plazos de revisión del SEA.

Acción 3.1: Ingreso de Consulta de Pertinencia (“CP”)

<u>Actividad</u>	<u>Duración estimada</u>
- Preparación CP	6 meses
- Revisión interna CP	1 mes
- Tramitación CP	Plazo definido por la autoridad

Acción 3.2: Ingreso al SEIA de DIA o EIA

<u>Actividad</u>	<u>Duración estimada</u>
- Preparación DIA o EIA	8 o 14 meses
- Estudios ambientales DIA o EIA	8 o 12 meses
- Revisión interna DIA o EIA	2 o 3 meses
- Tramitación DIA o EIA	Plazo definido por la autoridad

D. OBJETIVO N°4: Socializar con la comunidad local los estudios, acciones y/o medidas del Plan de Reparación

En las siguientes secciones se aborda el cumplimiento del Objetivo N°4 mediante un Plan de Socialización (“**Plan de Socialización**”), orientado a informar y socializar con la comunidad local los estudios, acciones, medidas y actividades que conforman el Plan de Reparación, así como también se explica que existen instancias de relacionamiento previo y en curso, que constituyen el marco de inicio para el Plan de Socialización:

i) Relacionamento previo

El Plan de Socialización que se propone, se desarrolla en un contexto previo de relacionamiento de Colbún con las comunidades del entorno del lago Chapo y con las autoridades locales y regionales. Dicho relacionamiento ha considerado presencia territorial, instancias de trabajo con organizaciones comunitarias y coordinación con municipios y servicios públicos, orientadas a mantener canales de interlocución, conocer las inquietudes y materias de interés del territorio y facilitar el intercambio de información. Todo lo anterior, y particularmente en los últimos 10 años, bajo el marco orientador de la estrategia de relacionamiento e inclusión social de Colbún, que se despliega en cada lugar del territorio y comunas donde la compañía mantiene instalaciones en operación y proyectos en desarrollo.

En este contexto se han desarrollado espacios de diálogo con las organizaciones sociales territoriales y funcionales en Lago Chapo, Río Blanco y Pocolihuén, junto con el acompañamiento de iniciativas comunitarias en distintos estados de desarrollo. Estas instancias han permitido abordar materias de interés local vinculadas, entre otros aspectos, con el acceso y uso del lago Chapo, servicios básicos, infraestructura comunitaria y actividades económicas locales, complementándose con la coordinación e intercambio de información con las autoridades y organismos públicos con competencias en el territorio.

Sobre esta base de relacionamiento, en el año 2025 y atendiendo las inquietudes y la necesidad de información de las comunidades locales, Colbún incorporó una línea específica en relación con la Sentencia, destinada particularmente a informar y mejorar el conocimiento en torno al Plan de Reparación mandado, con el propósito de facilitar la comprensión de sus contenidos y alcances por parte de las comunidades y autoridades vinculadas al territorio, y generar espacios para recoger consultas e inquietudes. En esta línea, se consideró una etapa de pre-socialización, previa a la presentación del Plan de Reparación al Tribunal, dentro de la cual se contemplaron, entre otras acciones, la habilitación de una página web destinada al Plan, el diseño de un ciclo de encuentros informativos y la preparación de entrevistas asociadas al Estudio de Servicios Ecosistémicos.

De esta manera, las acciones desarrolladas previamente constituyen un antecedente para la implementación del Objetivo N°4, mientras que su cumplimiento se materializará específicamente mediante las acciones, mecanismos de información, medios de verificación e indicadores que se describen en las secciones siguientes.

Cabe precisar que las instancias de relacionamiento territorial y las iniciativas de desarrollo local señaladas precedentemente tienen una naturaleza y finalidad distintas de las obligaciones establecidas en la Sentencia. A partir de la presentación del Plan de Reparación, ambas instancias estarán desarrollándose en el territorio y eventualmente podrán existir ciertas sinergias o espacios donde ambas converjan o se fusionen.

ii) Plan de Socialización

El Plan de Socialización será desarrollado como un mecanismo de vinculación comunitaria cuyo propósito central es cerrar la brecha existente entre el carácter técnico-especializado del Plan de Reparación y la comprensión efectiva de su contenido por parte de la comunidad local del entorno del lago Chapo, así como de las personas u organizaciones interesadas.

La finalidad del Plan de Socialización es también asegurar que la información asociada al Plan de Reparación sea accesible, comprensible y oportuna, mediante el uso de formatos adecuados, favoreciendo el ejercicio del derecho a saber por parte de la comunidad respecto de los objetivos, estudios y acciones comprometidos.

Asimismo, el Plan de Socialización tiene una finalidad consultiva, ya que habilita instancias de diálogo y escucha orientadas a recoger las inquietudes, percepciones y observaciones de la comunidad local y de otros actores interesados, en relación con el contenido del Plan de Reparación y su implementación. En ese sentido, el Plan de Socialización se concibe como un instrumento funcional y complementario al Plan de Reparación, que no altera su contenido ni las obligaciones técnicas y jurídicas establecidas en la Sentencia y que se implementa de manera coherente con la lógica de objetivos, medidas, estudios y actividades que estructuran el proceso, resguardando los principios de transparencia, proporcionalidad y buena fe.

El Plan de Socialización también contempla la sistematización de las actividades de socialización realizadas y de las observaciones y aportes recogidos, las medidas de gestión adoptadas respecto de aquellos que resulten pertinentes, y la elaboración de un informe que dé cuenta de dichas actividades y de los resultados obtenidos, el cual será puesto a disposición del público. Asimismo, incorpora instancias y canales presenciales y digitales, instrumentos de registro y reporte, un sistema de evaluación del proceso de socialización y un cronograma de ejecución referencial.

Cabe mencionar que, para la elaboración de este Plan de Socialización, se han tenido a la vista los principios y estándares contenidos en el Acuerdo de Escazú, en particular aquellos referidos al acceso a la información ambiental, la participación pública y la transparencia, como criterios orientadores para el diseño de los mecanismos de información y diálogo contemplados.

Asimismo, el Plan de Socialización considera las orientaciones y buenas prácticas promovidas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) en materia de participación, diálogo y legitimidad social en procesos de gestión y reparación ambiental, en la medida en que resultan compatibles con el alcance del mandato judicial.

Aun así, las referencias señaladas cumplen un rol estrictamente orientador y no generan obligaciones adicionales ni alteran el contenido, alcance o exigibilidad de las medidas establecidas en la Sentencia ni del Plan de Reparación.

La información de este capítulo se organiza con la finalidad de explicar las características, mecanismo y alcance del Plan de Socialización que Colbún propone ejecutar para cumplir con lo mandatado por el Tribunal, cuya justificación se ordena mediante las siguientes secciones:

- a) Principios Orientadores del Plan de Socialización.
- b) Público Objetivo del Plan de Socialización.
- c) Instancias y Canales de Socialización.
- d) Registro, Sistematización y Reporte del Proceso de Socialización.
- e) Cronograma

A continuación, se desarrollan los contenidos de las secciones antes indicadas.

(a) Principios Orientadores del Plan de Socialización

El Plan de Socialización se rige por un conjunto de principios orientadores que guían su diseño e implementación y permiten interpretar y aplicar sus disposiciones de manera coherente con el mandato judicial y con los estándares de acceso a la información, participación y transparencia en asuntos ambientales. Estos principios son:

- Acceso a la información: El Plan de Socialización promueve el acceso oportuno, gratuito y no discriminatorio a la información relevante del Plan de Reparación, procurando que los contenidos se difundan en formatos adecuados y comprensibles para la comunidad local y otros actores interesados.

- Comprensibilidad: La información asociada al Plan de Reparación se presentará en un lenguaje claro y no especializado, incorporando recursos explicativos que faciliten la comprensión de los objetivos, los estudios, las acciones y las medidas.
- Diálogo y escucha: Las instancias de socialización se conciben como espacios de diálogo y escucha activa, orientados a recoger y resolver inquietudes, percepciones y observaciones de los participantes, en coherencia con el carácter consultivo del Plan de Socialización.
- Transparencia: El proceso de socialización se desarrollará de manera transparente, asegurando la documentación, la sistematización y la difusión adecuadas de las actividades realizadas y de sus resultados.
- Coherencia con el alcance del Plan de Reparación: Las acciones de socialización se desarrollarán en coherencia con el alcance y contenidos del Plan de Reparación, asegurando que las instancias de información y participación se ajusten a lo establecido en el Plan de Socialización y a lo señalado en la Sentencia.
- Buena fe: La implementación del Plan de Socialización se realizará con base en la buena fe, promoviendo relaciones de respeto, confianza y colaboración entre Colbún y la comunidad local.

(b) Público Objetivo del Plan de Socialización

El Plan de Socialización está dirigido a las personas, comunidades y organizaciones del entorno del lago Chapo, así como a otras personas u organizaciones que manifiesten interés en el contenido y la implementación del Plan de Reparación.

El público objetivo se define en función de la finalidad del proceso de socialización, que consiste en informar y socializar los estudios, acciones y medidas que conforman el Plan de Reparación, y en habilitar instancias de diálogo y escucha orientadas a recoger inquietudes y observaciones en relación con su contenido e implementación.

Para efectos de la convocatoria a las instancias de socialización, las personas y organizaciones serán identificadas a partir de un levantamiento de actores del territorio, que considerará, entre otros criterios, su vinculación con el área de influencia del Plan de Reparación, su relación con el entorno del lago Chapo y su eventual interés en el proceso. Dicho levantamiento podrá apoyarse en herramientas como mapas de actores

u otros instrumentos equivalentes y será actualizado durante la implementación del Plan de Socialización, en la medida en que se identifiquen nuevos actores pertinentes.

El Plan de Socialización prioriza la participación en instancias presenciales de socialización, sin perjuicio de garantizar el acceso abierto a la información y a los contenidos del proceso a través de los mecanismos y medios de socialización que serán definidos, de manera de permitir la participación informada de las personas y organizaciones interesadas.

(c) Instancias y Canales de Socialización

Las instancias y canales que permiten implementar el proceso de socialización del Plan de Reparación, en cumplimiento de lo dispuesto en el Objetivo N°4 de la Sentencia, son:

- Plataforma web del Plan de Reparación
 - o Objetivo: Garantizar el acceso público, permanente y gratuito a la información relevante asociada al Plan de Reparación y a su proceso de socialización.
 - o Alcance: La plataforma web constituye un canal de información y consulta que complementa las instancias presenciales de socialización, poniendo a disposición de la comunidad local y de otros actores interesados información relacionada con el Plan de Reparación y su implementación.
 - o Contenidos principales: La plataforma web contendrá información relevante asociada al Plan de Reparación y al proceso de socialización, conforme a los contenidos definidos en el presente Plan de Socialización, incluyendo de manera referencial: Sentencia, Plan de Reparación y su explicación en lenguaje claro y no técnico, Plan de Acción del Plan de Reparación y cronograma del Plan de Socialización, materiales de apoyo utilizados en el proceso de socialización, publicación de actas, informes y otros productos derivados del proceso de socialización.
- Sesiones presenciales de socialización
 - o Objetivo: Socializar los contenidos del Plan de Reparación y habilitar instancias de diálogo y escucha orientadas a recoger y resolver las inquietudes y observaciones de la comunidad local y de otros actores interesados.
 - o Alcance: Las sesiones presenciales tendrán un carácter informativo y consultivo, orientado a la explicación de los contenidos del Plan de Reparación y a la escucha activa de los participantes, sin constituir espacios de codecisión ni de supervisión

técnica de su ejecución, y se desarrollarán con el apoyo de los materiales definidos en el presente Plan de Socialización.

- Materiales de apoyo a la socialización

- o Objetivo: Apoyar la explicación y socialización de los contenidos del Plan de Reparación mediante la elaboración y uso de materiales escritos, gráficos y audiovisuales que permitan presentar información técnica en formatos accesibles.
- o Alcance: Los materiales de apoyo se utilizarán de manera transversal en las distintas instancias y canales de socialización, tanto presenciales como digitales, incluyendo su difusión a través de la plataforma web del Plan de Reparación y su uso en las sesiones presenciales de socialización.

- Tipos de materiales

- o Documentos escritos de carácter explicativo.
- o Presentaciones gráficas e infografías.
- o Piezas audiovisuales de apoyo a la socialización.
- o Otros recursos pedagógicos pertinentes para explicar los contenidos del Plan de Reparación.

(d) Registro, Sistematización y Reporte del Proceso de Socialización

Como mecanismos de registro, sistematización y reporte del proceso de socialización del Plan de Reparación, con el fin de asegurar su trazabilidad, verificabilidad y adecuada reportabilidad ante el Tribunal, en coherencia con lo dispuesto en la Sentencia, se propone:

- Registro de las actividades de socialización: Cada instancia presencial será registrada mediante actas que consignarán, al menos, la fecha, el lugar, los participantes, los contenidos presentados y las principales consultas u observaciones formuladas. Asimismo, se mantendrá el respaldo de los materiales informativos utilizados en las sesiones y de los medios de difusión empleados, a fin de asegurar la trazabilidad del proceso.
- Sistematización de observaciones: Las consultas y las observaciones recogidas durante el proceso serán sistematizadas de forma ordenada. Esta sistematización permitirá informar sobre las medidas de gestión adoptadas respecto de las

observaciones pertinentes, así como sobre los fundamentos de aquellas que no resulte posible acoger, conforme al alcance del Plan de Socialización.

- Reporte del proceso de socialización: Una vez finalizada la Etapa 1 del Plan de Socialización, se elaborará un informe que sintetice las actividades desarrolladas y sus respectivas fuentes de verificación. Este documento dará cuenta de las acciones realizadas, los mecanismos utilizados y los principales resultados del proceso, y será remitido al Tribunal y puesto a disposición del público. El avance de las Etapas 2 y 3 del proceso de socialización será informado al Tribunal en el marco de los Informes Semestrales de Avance del Plan, conforme a los plazos y mecanismos de reporte establecidos.
- Evaluación del proceso de socialización: Al cierre de cada sesión se aplicará un breve instrumento de evaluación de satisfacción, de carácter voluntario y anónimo, orientado a recoger la percepción de los participantes sobre la claridad de la información presentada, las condiciones de la sesión y los espacios de diálogo. Sus resultados se utilizarán exclusivamente para mejorar el diseño y el desarrollo de las instancias de socialización.

Con todo, cabe tener presente que el Plan de Socialización no constituye un mecanismo decisorio, deliberativo ni vinculante, ni implica la apertura de procesos de negociación, modificación o redefinición de las medidas establecidas en el Plan de Reparación. Asimismo, el Plan de Socialización no sustituye ni duplica mecanismos de evaluación, fiscalización o control ambiental establecidos en la normativa vigente, ni reemplaza otros procedimientos formales de participación ciudadana, y su desarrollo no alterará los plazos, contenidos ni obligaciones técnicas o jurídicas establecidos en la Sentencia y en el Plan de Reparación.

En la Figura 3.10 se presenta el modelo general del Plan de Socialización, el que será descrito en detalle en la Acción 4.1 para el cumplimiento del Objetivo N°4.

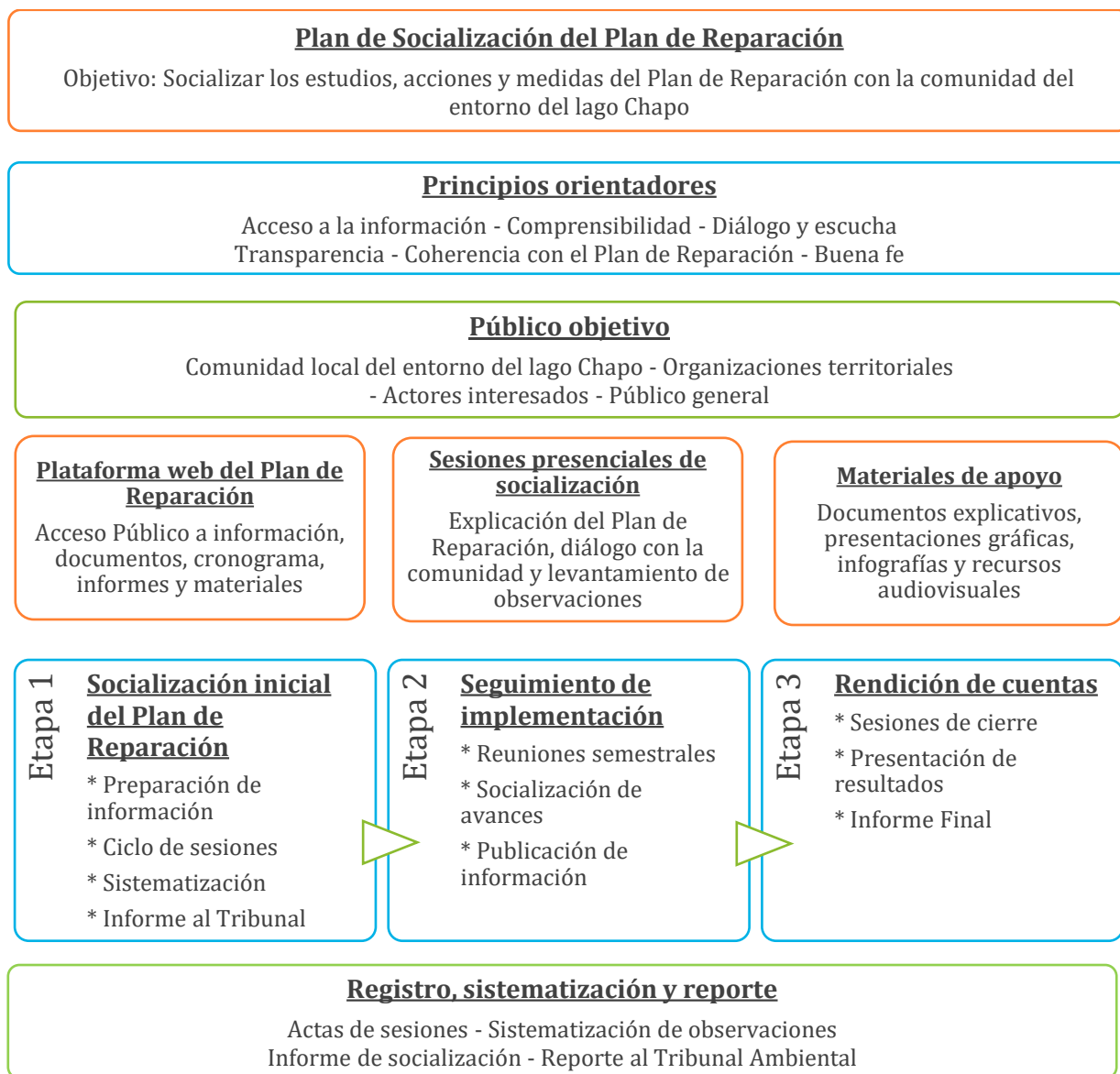


Figura 3.10: Modelo del Plan de Socialización del Plan de Reparación.

Fuente: Elaboración propia.

ACCIÓN 4.1: Desarrollo e implementación del Plan de Socialización del Plan de Reparación	
Objetivo de Reparación	Objetivo N°4: Socializar con la comunidad local los estudios, acciones y/o medidas del Plan de Reparación
Objetivo de la acción o medida	Asegurar la adecuada socialización del Plan de Reparación ante la comunidad local del lago Chapo, mediante la implementación de un mecanismo de relacionamiento comunitario que permita informar, explicar y socializar los objetivos, medidas, estudios y actividades del Plan de Reparación, habilitando instancias de diálogo y escucha, y asegurando la transparencia y trazabilidad del proceso.
Referencia al estudio técnico-ambiental	No aplica. La presente medida corresponde a una acción de carácter procedimental y de vinculación comunitaria, ordenada directamente por la Sentencia, no sustentada en un estudio técnico-ambiental específico.
Justificación	La medida se justifica por la necesidad de cerrar la brecha existente entre el carácter técnico-especializado del Plan de Reparación y la comprensión efectiva de su contenido por parte de la comunidad local del entorno del lago Chapo. El Tribunal establece expresamente la obligación de implementar mecanismos de vinculación comunitaria que aseguren el acceso a información comprensible, la existencia de instancias de diálogo y escucha, y la transparencia del proceso.
Descripción	La medida consiste en la implementación del Plan de Socialización del Plan de Reparación, estructurado en etapas diferenciadas. La Etapa 1 contempla la socialización integral del Plan de Reparación mediante sesiones presenciales, la entrega de información en lenguaje no especializado, la recopilación y sistematización de observaciones y la elaboración de un informe de socialización; la Etapa 2 se orienta a socializar los avances e hitos relevantes de la implementación del Plan de Reparación durante su ejecución y la Etapa 3 corresponde a la instancia de rendición de cuentas del Plan de Reparación, destinada a informar los resultados del proceso y su cierre. Estas etapas se articulan con los mecanismos generales de seguimiento del Plan de Reparación y con la reportabilidad semestral que se presentará ante el Tribunal. El Plan de Socialización se estructura en tres etapas diferenciadas, que responden a distintos momentos del proceso de implementación del Plan de Reparación. La primera etapa se encuentra directamente asociada al cumplimiento del Objetivo N°4 de la Sentencia, mientras que las etapas posteriores se orientan a acompañar el proceso de implementación y cierre del Plan de Reparación mediante instancias de información, transparencia y rendición de cuentas.

ACCIÓN 4.1: Desarrollo e implementación del Plan de Socialización del Plan de Reparación

Esta estructura permite dar cumplimiento al mandato judicial establecido por el Tribunal y, al mismo tiempo, incorporar mecanismos adicionales para fortalecer la comprensión pública del proceso y su seguimiento en el tiempo.

- **ETAPA 1. Socialización inicial del Plan de Reparación**

La Etapa 1 tiene por finalidad socializar el contenido del Plan de Reparación, asegurando que la comunidad local cuente con información accesible, comprensible y oportuna sobre los estudios, acciones y medidas que lo conforman, así como habilitar espacios de participación orientados a recoger inquietudes y observaciones.

Para facilitar la comprensión de los contenidos del Plan de Reparación, las sesiones de socialización se organizan en torno a cuatro ejes temáticos que reflejan las principales dimensiones técnicas abordadas por el Plan de Reparación:

- i) Operación del sistema lago Chapo–Central Canutillar (dimensión balance hídrico),
- ii) Control de la erosión (dimensión física y geomecánica),
- iii) Recuperación paisajística (dimensión vegetación), y
- iv) Actualización de variable de operación (dimensión operacional).

En este marco, los estudios, acciones y medidas contemplados en el Plan de Reparación se presentan agrupados en estos ejes temáticos, ordenando los contenidos según las dimensiones del sistema natural y operacional que aborda el Plan de Reparación. Esta organización permite explicar de manera progresiva los fenómenos analizados, los estudios que se desarrollarán y las acciones previstas para su abordaje, facilitando una comprensión clara y pedagógica del alcance del Plan de Reparación sin perder profundidad técnica.

La Etapa 1 considera además una sesión inicial de presentación general del Plan de Reparación y del Plan de Socialización, destinada a facilitar la comprensión inicial sobre el alcance del Plan de Reparación y su Plan de Acción, y una sesión final de cierre, orientada a presentar la sistematización de las observaciones recogidas durante el proceso e informar su tratamiento, reforzando la transparencia y trazabilidad del proceso de socialización.

- o **Fase de preparación del proceso de socialización:** Esta fase tiene por objeto preparar los insumos y las condiciones necesarias para una socialización efectiva del Plan de Reparación, conforme a los estándares de accesibilidad y comprensibilidad establecidos en la Sentencia, y asegurar la disponibilidad de la información en soportes digitales y físicos. La preparación del proceso comprende, al menos, las siguientes actividades:

ACCIÓN 4.1: Desarrollo e implementación del Plan de Socialización del Plan de Reparación

- Elaboración de materiales informativos habilitantes orientados a traducir los contenidos técnicos del Plan de Reparación a un lenguaje claro y no especializado, incluyendo formatos escritos, visuales y audiovisuales.
- Definición de mensajes y contenidos mínimos a comunicar (qué se va a hacer, por qué y cómo), diferenciando la información general de la Sentencia, la descripción del Plan de Reparación y la explicación del Plan de Acción general de ejecución.
- Diseño y habilitación de un soporte digital (sitio web) para la publicación y acceso permanentes de la información, incluyendo un repositorio de documentos, presentaciones y registros del proceso de socialización.
- Diseño de soportes físicos (por ejemplo, entregas impresas, fichas, afiches u otros) para asegurar el acceso a personas sin conectividad o con brechas digitales.
- Definición metodológica de las sesiones (objetivos, agenda, mecanismos para preguntas y observaciones, criterios de facilitación, reglas de interacción y registro), y preparación logística de las actividades (lugar o medio de realización, horarios accesibles y mecanismos de participación).
- Preparación de instrumentos de registro y verificación del proceso (listas de asistencia, minutas, actas o relatorías, registros audiovisuales, cuando corresponda, y mecanismos de sistematización de preguntas y observaciones).
- Convocatoria a las sesiones de socialización dirigidas a la comunidad local y a otros actores interesados. La convocatoria se efectuará con una antelación suficiente respecto de la fecha de realización de cada sesión, mediante distintos canales de difusión adecuados al contexto territorial, incluidos medios digitales y presenciales. Las actividades de convocatoria, los medios utilizados y los plazos de difusión se registrarán como parte del proceso de socialización.

Esta fase no contempla instancias participativas abiertas, pero constituye un requisito habilitante para el desarrollo adecuado de las sesiones de socialización, en la medida en que asegura que la información a compartir sea accesible, comprensible y efectivamente disponible.

- Fase de implementación de las sesiones de socialización: La socialización inicial se desarrollará mediante un ciclo de sesiones, procurando un horario y lugar accesible (Casa Lago Chapo). El ciclo se estructura de la siguiente manera:

- SESIÓN 1. Presentación general del Plan de Reparación y del Plan de Socialización

ACCIÓN 4.1: Desarrollo e implementación del Plan de Socialización del Plan de Reparación

Objetivo: Presentar el contenido del Plan de Reparación (estudios, acciones y medidas), el cronograma general de ejecución y el alcance del Plan de Socialización.

Resultado: Comprensión inicial compartida y levantamiento de preguntas generales.

- **SESIÓN 2: Operación del sistema lago Chapo – Central Canutillar (Dimensión Balance Hídrico)**

Objetivo: Socializar los contenidos asociados a la operación del sistema lago Chapo–Central Canutillar, distinguiendo entre las condiciones de operación provisional, de aplicación inmediata, y las líneas de estudio orientadas a evaluar la actualización de variable de operación de la Central Canutillar.

Para ello, se presentarán los fundamentos de operación de la Central Canutillar en el SEN, su institucionalidad, su configuración hidráulica y eléctrica, y los principales elementos de gestión de riesgos asociados a su funcionamiento. Asimismo, se presentará el alcance del cumplimiento del Objetivo N°1, relativo al establecimiento de una cota mínima provisional del lago, así como los estudios y acciones orientados a mejorar la información hidrológica de la cuenca, especialmente el estudio hidrológico del lago Chapo y el análisis de crecidas, que incluye la proyección de escenarios de cambio climático (Estudio 2.1).

Resultado: Que los participantes comprendan el alcance de las medidas y estudios asociados al balance hídrico y la gestión operacional del lago Chapo, distinguiendo entre las acciones de aplicación inmediata y las destinadas a evaluar eventuales ajustes en las variables de operación de la Central Canutillar. Asimismo, se espera recoger observaciones o sugerencias que contribuyan a fortalecer la comprensión de estos contenidos, incluido el marco general de los procesos regulatorios aplicables.

- **SESIÓN 3: Control de la erosión (Dimensión Física y Geomecánica)**

Objetivo: Socializar los contenidos de los estudios destinados a caracterizar los procesos físicos y geomecánicos presentes en la cuenca del lago Chapo, incluyendo levantamientos topográficos (Estudio 2.2), caracterización geológica, geotécnica y geomorfológica (Estudio 2.3), estudio de medidas tipo de bioingeniería y SbN (Estudio 2.6), estudios hidráulicos y mecánicos fluviales (Estudio 2.7), análisis de estabilidad geotécnica (Estudio 2.8) y el análisis de cota mínima de estabilidad del lago (Estudio 2.11). Se abordará también la descripción de dos estudios destinados al análisis de múltiples variables que, en su evolución temporal, dan cuenta de la dinámica de las riberas en respuesta

ACCIÓN 4.1: Desarrollo e implementación del Plan de Socialización del Plan de Reparación

a la variabilidad operacional (Estudios 2.4 y 2.9). Por último, se abordará la metodología de las acciones destinadas al desarrollo de la ingeniería de las medidas de control de erosión (Acción 2.1) y su implementación (Acción 2.2).

Resultado: Que los participantes comprendan el alcance de los estudios destinados a caracterizar los procesos erosivos y su contribución al diseño de medidas de control y restauración en la cuenca. Asimismo, se espera recoger observaciones o sugerencias que contribuyan a fortalecer la comprensión de estos contenidos.

- **SESIÓN 4: Recuperación paisajística (Dimensión Vegetación)**

Objetivo: Socializar los contenidos de los estudios orientados a caracterizar la vegetación ribereña del lago Chapo y a definir criterios para la recuperación paisajística, incluyendo la caracterización de la flora y vegetación ribereña (Estudio 2.5). Asimismo, será parte de esta presentación el estudio de servicios ecosistémicos del lago Chapo (Estudio 2.10), que aportará antecedentes clave para el diseño de las medidas de renaturalización y restauración mediante Soluciones basadas en la Naturaleza y en técnicas de bioingeniería.

Resultado: Que los participantes comprendan el alcance de los estudios destinados a caracterizar la vegetación y los servicios ecosistémicos, y su contribución al diseño de medidas de recuperación del paisaje y renaturalización de riberas. Asimismo, se espera recoger observaciones o sugerencias que contribuyan a fortalecer la comprensión de estos contenidos.

- **SESIÓN 5: Actualización de variable operacional (Dimensión Operacional)**

Objetivo: Socializar las acciones propuestas para el cumplimiento del Objetivo N°3, así como el análisis de los mecanismos regulatorios aplicables para la evaluación ambiental de eventuales ajustes operacionales.

Resultado: Que los participantes comprendan el alcance de la actualización de variable operacional de la Central Canutillar, así como el proceso y alcance de la tramitación para dar cumplimiento al Objetivo N°3 mandado por el Tribunal. Por último, se espera recoger observaciones o sugerencias que contribuyan a fortalecer la comprensión de estos contenidos.

- **SESIÓN 6. Sistematización y respuesta a observaciones**

ACCIÓN 4.1: Desarrollo e implementación del Plan de Socialización del Plan de Reparación

Con posterioridad al ciclo de sesiones, se realizará una sesión específica de cierre metodológico, destinada a transparentar el tratamiento de las observaciones recibidas y a reforzar la trazabilidad del proceso. Esta sesión tendrá por objeto:

- Presentar la síntesis y sistematización de las observaciones recogidas durante el proceso de socialización, ordenadas por temática abordada y por tipo de observación.
- Informar sobre las medidas de gestión adoptadas respecto de las observaciones acogidas o incorporadas (por ejemplo, ajustes de forma, mejoras de comunicación, precisiones en el cronograma o medidas de coordinación).
- Fundamentar aquellas observaciones que no fue posible acoger, indicando razones técnicas, normativas o de consistencia con el Plan de Reparación y la Sentencia.
- Explicitar los acuerdos, los compromisos de respuesta y los mecanismos de publicación de los resultados del proceso de socialización.

o Informe Final de la Etapa 1 de Socialización del Plan de Reparación: Como cierre de esta etapa, se elaborará un Informe Final de Socialización, que dará cuenta exclusivamente de las actividades de socialización y sus resultados, incluyendo, al menos:

- Descripción de las actividades realizadas (sesiones ejecutadas, fechas, lugares/modalidades, convocatorias y participantes).
- Materiales y formatos utilizados (escritos, visuales, audiovisuales) y disponibilidad en soportes digitales y físicos.
- Síntesis de preguntas, inquietudes y observaciones recibidas, y su sistematización.
- Tratamiento de observaciones (acogidas y no acogidas), con medidas de gestión y fundamentos.
- Medios de verificación y registros del proceso (listas de asistencia, relatorías/minutas, registros audiovisuales cuando corresponda, y enlaces o repositorios de publicación).

Este informe será puesto a disposición del público y remitido al Tribunal, conforme a lo ordenado por la Sentencia.

- ETAPA 2. Socialización de avances en la implementación del Plan de Reparación

ACCIÓN 4.1: Desarrollo e implementación del Plan de Socialización del Plan de Reparación	
	La Etapa 2 tiene por objeto informar periódicamente a la comunidad local sobre los avances en la implementación del Plan de Reparación. Para estos efectos, Colbún ofrecerá la realización de una reunión semestral, con los siguientes propósitos: ○ Socializar, cuando corresponda, actualizaciones o precisiones operativas sobre el despliegue de medidas derivadas de los resultados de los estudios, indicando su fundamento y su coherencia con el Plan de Reparación. ○ Presentar el estado de avance de la implementación de medidas y estudios, incluyendo los hitos cumplidos, las actividades en curso y los próximos pasos. ○ Estas instancias tienen carácter informativo y de transparencia. Su realización y su contenido específico se ajustarán al estado de avance efectivo del Plan de Reparación. - <u>ETAPA 3. Socialización del cierre del Plan de Reparación</u> La Etapa 3 corresponde a la rendición de cuentas final del Plan de Reparación. Esta etapa contempla la realización de tres sesiones, organizadas en torno a los ejes temáticos del Plan de Reparación: i) operación del sistema (dimensión balance hídrico), ii) control de la erosión (dimensión física y geomecánica), iii) recuperación paisajística (dimensión vegetación) y iv) actualización de variable operacional (dimensión operacional). En estas sesiones se informará: ○ El grado de cumplimiento de los estudios y de las medidas comprometidas en cada uno de estos ámbitos. ○ Los principales resultados y productos obtenidos, en un lenguaje comprensible y con respaldo documental disponible. ○ Los aprendizajes relevantes del proceso y consideraciones para el cierre. ○ Estas sesiones permiten cerrar el ciclo de socialización del Plan de Reparación, informando de manera integrada los avances y resultados del proceso. Este espacio de rendición de cuentas se desarrolla sin sustituir ni duplicar los mecanismos de verificación del cumplimiento de las medidas, los cuales se rigen por los instrumentos, indicadores y medios de verificación definidos en el Plan de Reparación.
Referencia Plan de Trabajo	Cronograma referencial del Plan de Socialización contenido en la Sección iii) de este Objetivo N°4.

ACCIÓN 4.1: Desarrollo e implementación del Plan de Socialización del Plan de Reparación	
Medio de verificación	El cumplimiento de la medida se verificará mediante las actas de las sesiones de socialización, el informe de socialización de la Etapa 1, los informes semestrales presentados en el transcurso de la Etapa 2 y el informe de cierre de la Etapa 3, así como los antecedentes de publicación y difusión de la información.
Plan de monitoreo	Se realizarán reportes ante el Tribunal, en el Informe Semestral de Avance que corresponda, que dé cuenta del estado de avance del Plan de Socialización, en acompañamiento al Plan de Reparación, de la ejecución de las instancias de socialización y de la elaboración de los productos comprometidos.
Indicador de cumplimiento	En el Informe Semestral de Avance al Tribunal que corresponda se ingresarán las actas con los antecedentes de la ejecución de las instancias de socialización: - El Informe de Socialización de la Etapa 1, - Los informes de avance del transcurso de la Etapa 2, y - El informe de cierre de la Etapa 3, así como los antecedentes de publicación y difusión de la información.
Indicador de éxito	- <u>Cobertura territorial</u>. Participación en el ciclo de sesiones de la Etapa 1 de personas u organizaciones de todas las localidades del entorno del lago Chapo identificadas en el levantamiento de actores Lago Chapo, Río Blanco y Pocolihuen. - o Unidad: número de localidades con participantes en al menos una sesión (3 de 3). - o Método: listas de asistencia con registro de la localidad u organización de cada participante. - <u>Claridad de la información</u>. Al menos 70% de las respuestas a la encuesta de evaluación califican la información presentada como clara o muy clara. - o Unidad: porcentaje de respuestas. - o Método: conteo de las respuestas a la pregunta sobre claridad en las encuestas aplicadas al cierre de cada sesión. - <u>Respuesta a observaciones</u>. 100% de las consultas y observaciones recibidas con respuesta fundada, ya sea que se acojan o no. - o Unidad: porcentaje de observaciones con respuesta. - o Método: matriz de sistematización incluida en el Informe de Socialización. Los indicadores se medirán al término de la Etapa 1 y se informarán en el Informe de Socialización.

iii) **Cronograma Referencial del Plan de Socialización**

ETAPA 1. Socialización inicial del Plan de Reparación

Actividad	Descripción	Plazo referencial
Diseño de información habilitante	Elaboración de materiales, contenidos y soportes de información	Semanas 1 - 4
Publicación de información inicial	Puesta a disposición de la información del Plan de Reparación y del Plan de Socialización	Semana 4
Sesión 1	Presentación general del Plan de Reparación y del Plan de Socialización	Semana 6
Sesión 2	Operación del sistema lago Chapo - Central Canutillar (dimensión balance hídrico)	Semana 9
Sesión 3	Control de la erosión (dimensión física y geomecánica)	Semana 12
Sesión 4	Recuperación paisajística (dimensión vegetación)	Semana 15
Sesión 5	Actualización de variable operacional (dimensión operacional)	Semana 18
Sistematización de observaciones	Análisis y ordenamiento de las observaciones recogidas durante las sesiones	Semanas 19 - 20
Sesión 6	Sistematización y respuesta a observaciones	Semana 21
Informe de Socialización	Elaboración del informe de cierre de la Etapa 1	Semanas 22 - 23
Entrega y publicación	Ingreso del informe ante el Tribunal y su publicación	Semana 24

ETAPA 2. Socialización de avances en la implementación del Plan de Reparación

Actividad	Descripción	Plazo referencial
Sesiones de seguimiento de la implementación del Plan de Reparación	Actualización semestral de la información sobre el avance de los estudios, acciones y medidas contempladas en el Plan de Reparación	Durante la implementación del Plan de Reparación
Publicación de avances	Puesta a disposición de información actualizada a través de los medios definidos en el Plan de Socialización	Según avance de medidas y estudios

ETAPA 3. Socialización del cierre del Plan de Reparación

Actividad	Descripción	Plazo referencial
Sesión de rendición de cuentas 1	Operación del sistema lago Chapo – Central Canutillar (balance hídrico)	Al término de la implementación
Sesión de rendición de cuentas 2	Control de la erosión (dimensión física y geomecánica)	Al término de la implementación
Sesión de rendición de cuentas 3	Recuperación paisajística (dimensión vegetación)	Al término de la implementación
Informe final de rendición de cuentas	Elaboración y publicación del informe final del proceso de socialización y rendición de cuentas del Plan de Reparación	Cierre del proceso

Plazo referencial contabilizado a partir de la aprobación del Plan de Reparación.



ANEXOS



ANEXO 1. EQUIPO DE PROFESIONALES A CARGO DE LOS ESTUDIOS Y MEDIDAS DEL PLAN DE REPARACIÓN



ANEXO 2. NUEVAS ESTACIONES METEOROLÓGICAS INSTALADAS EN LA CUENCA DEL LAGO CHAPO



ANEXO 3. PLAN DE ACCIÓN DEL PLAN DE REPARACIÓN

PLAN DE ACCION PdR LAGO CHAPO

Objetivo	Actividad	Q0	2026				2027				2028				2029				2030				2031			
			Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
Objetivo 1: Establecer condiciones de operación	Establecimiento cota mínima de operación																									
	Informe Semestrales de seguimiento cota																									
Objetivo 2: Controlar los procesos erosivos y contribuir a la recuperación de atributos biofísicos del paisaje	Etap 1: Estudios de levantamientos y caracterización																									
	Entrega informes estudios caracterización del 2.1, 2.2, 2.3, 2.4 v 2.6																									
	Entrega informe 2.5 (campaña primavera - verano)																									
	Etap 2: Análisis técnicos integrados para la cota de estabilidad																									
	Entrega informes estudios 2.7 a 2.11																									
	Etap 3: Diseño de medidas y acciones de control de erosión																									
	Entrega de diseño de medidas																									
	Aprobación Medidas 3TAV y Permisos sectoriales*																									
	Etap 4: Plan Implementación de Medidas (primavera - verano)																									
	Monitoreo Medidas																									
	Informe Final de cumplimiento y eficiencia de medidas																									
Objetivo 3: Evaluar ante el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental la actualización de las variables de operación para una gestión sostenible de la cuenca lacustre	Preparación y Revisión Consulta de Pertinencia																									
	Tramitación Consulta de Pertinencia																									
	Resolución Consulta de Pertinencia																									
	Preparación DIA/EIA																									
	Estudios ambientales y revisión DIA/EIA																									
	Tramitación DIA/EIA																									
	Emisión del Informe Consolidado de Evaluación (ICE)																									
Objetivo 4: Socializar con la comunidad local los estudios, acciones y/o medidas del Plan de Reparación de Daño Ambiental.	Etap 1: Sociabilización Inicial del PDRA																									
	Informe de socialización Etapa 1																									
	Etap 2: Seguimiento de implementación																									
	Informe Semestrales de seguimiento Etapa 2																									
	Etap 3: Rendición de cuentas																									
	Informe de cierre Etapa 3																									

Nota: Se ha estimado un plazo de aprobación del diseño de medidas y permisos sectoriales de 1 año. Dichos plazos pueden modificarse según los tiempos de la autoridad



**ANEXO 4. GESTIÓN DE VERTIMIENTO Y CONTROL DE
CRECIDAS EN LAGO CHAPO (2019), CENTRO DE ENERGÍA DE LA
UNIVERSIDAD DE CHILE**



ANEXO 5. ESTUDIO 2.1. ESTUDIO HIDROLÓGICO DEL LAGO CHAPO Y ANÁLISIS DE CRECIDAS PARA CAUCES AFLUENTES



ANEXO 6. ESTUDIO 2.2. LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS PARA LA CUENCA DEL LAGO CHAPO

**ANEXO 7. ESTUDIO 2.3. CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA,
GEOTÉCNICA Y GEOMORFOLÓGICA DE LA CUENCA DEL LAGO
CHAPO**

**ANEXO 8. ESTUDIO 2.4. CARACTERIZACIÓN DE MULTIVARIABLES
TEMPORALES Y SU RESPUESTA A LA VARIABILIDAD
OPERACIONAL DE LA COTA DEL LAGO CHAPO**

**ANEXO 9. ESTUDIO 2.6. ESTUDIO DE MEDIDAS TIPO DE
BIOINGENIERÍA Y SBN UTILIZADAS A NIVEL MUNDIAL, QUE
SEAN APLICABLES AL CASO LAGO CHAPO**