



Estándares para la protección y evaluación de impacto ambiental en humedales urbanos para obras de infraestructura pública del MOP



VOLUMEN II. Obras piloto

Capítulos 6-7

El **Centro de Humedales Río Cruces (CEHUM)** es un centro integral de conservación de humedales de la Universidad Austral de Chile. Posee un modelo de gobernanza mixto con presencia de la sociedad civil, instituciones públicas y la academia. Se origina como una de las medidas de reparación dictaminadas por el Primer Juzgado Civil de Valdivia, con fecha 27 de julio de 2013 en el fallo por daño ambiental ocasionado por Arauco S.A. sobre el humedal del Río Cruces (medida reparatoria N °4).

Su misión, visión y objetivos estratégicos nacen de los acuerdos tomados en el Consejo Científico Social, que precisó las orientaciones para el cumplimiento de las medidas de restauración del Humedal Río Cruces y sus tributarios, establecidos en el fallo del Primer Juzgado Civil de Valdivia. Posee 4 ejes de trabajo (Investigación, Educación Ambiental, Gestión para la Conservación, Gobernanza). A esto se suma la habilitación de infraestructura de uso público en la ciudad de Valdivia, en torno a la casona Roberto Schlatter Vollmann en el sector Cabo Blanco, lo que incluye un centro de educación e interpretación ambiental y un área de investigación y conservación de humedales.

El CEHUM busca ser una institución de referencia capaz de contribuir significativamente a la restauración y conservación de los humedales, aportando a su conocimiento, gestión y educación ambiental. Se perfila como un centro de referencia mundial, capaz de contribuir a la prevención de presiones antrópicas y de anticiparse a los efectos de amenazas naturales, que afecten la sustentabilidad del Humedal del Río Cruces (HRC) y de otros humedales.



Equipo

IGNACIO RODRÍGUEZ JORQUERA | Responsable del proyecto y asesor científico.

PhD Estudios Interdisciplinarios, University of Florida / MSc Recursos Hídricos, UACH | Médico Veterinario, Universidad de Chile.

FLAVIO SCIARAFFIA MÁRQUEZ | Project manager y coordinador técnico.

Magister en Arquitectura del Paisaje, Harvard University Graduate School of Design | Magister en Proyecto Urbano, PUC | Arquitecto, PUC.

CAMILA BAÑALES SEGUEL | Coordinadora metodológica y especialista senior en evaluación de impacto ambiental, sustentabilidad y conservación de humedales.

PhD en Ciencias Ambientales con Mención en Sistemas Acuáticos Continentales, Universidad de Concepción | Ingeniera Agrónoma, PUC.

TERESITA SCHEUCH PEREIRA | Coordinadora metodológica y especialista senior en hidrología y ecohidrología de humedales.

Magister en Ciencias de la Ingeniería, PUC | Ingeniera Civil Hidráulica, PUC.

FRANCISCA URRUTIA VALENZUELA | Analista ambiental de obras de infraestructura.

Magíster en Manejo de Recursos Naturales, Universidad de la Frontera | Ingeniera Civil Ambiental, UFRO

BASTIÁN OÑATE POTTHOFF | Analista en conservación y ecología de ecosistemas acuáticos.

Ingeniero en Conservación de Recursos Naturales y Magister en Ciencias, Mención Recursos Hídricos (en curso), Universidad Austral de Chile.

Cómo citar este informe

Rodríguez-Jorquera, Ignacio., Sciaraffia, Flavio., Bañales, Camila., Scheuch, Teresita., Urrutia, Francisca., Oñate, Bastián., 2024. "Estándares para la protección y evaluación de impacto ambiental en humedales urbanos para obras de infraestructura pública del MOP. Volumen II. Obras piloto". Centro de Humedales del Río Cruces y Ministerio de Obras Públicas, Santiago, Chile.

Contexto del estudio

En enero de 2020 se publicó la Ley 21.202 de Protección de Humedales Urbanos del Ministerio del Medio Ambiente (MMA). Dicha Ley establece que los humedales urbanos¹ son ecosistemas susceptibles de ser protegidos a través de un proceso de declaración de iniciativa municipal o de oficio. Asimismo, modifica el art. 10 de la Ley 19.300 de Bases del Medio Ambiente indicando que los proyectos o actividades que puedan causar impacto ambiental en humedales urbanos, de la forma en que la norma lo describe, deberán someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA)². De igual modo, establece que, una vez declarado el humedal urbano, las municipalidades deberán incluirlo como área de valor natural en los Instrumentos de Planificación Territorial correspondientes.

Por su parte el Reglamento de la Ley precitada, aprobado mediante el DS 15, de 2020 del MMA entró en vigor en noviembre de 2020, y estableció los Criterios Mínimos de Sustentabilidad, Gestión Sustentable y Gobernanzas de los humedales.

En dicho contexto, al Centro de Humedales de la Universidad Austral de Chile (CEHUM), como entidad con amplias competencias en la materia, le correspondió un rol activo en la elaboración del reglamento mediante una propuesta de criterios mínimos, que fue validada socialmente por múltiples actores a lo largo del país. Además, elaboró la Guía de Implementación Municipal con una serie de medidas orientadas al cumplimiento de los criterios mínimos. Luego de más de dos años de la entrada en vigor de la Ley, se puede constatar que más de 90 humedales urbanos han sido declarados en Chile, proceso que no ha estado exento de reclamaciones.

Dada la experiencia antes referida, el CEHUM se ha convertido en un referente a nivel nacional respecto a la restauración y conservación de los ecosistemas de humedales.

Por otro lado, el Ministerio de Obras Públicas tiene por misión recuperar, fortalecer y avanzar en la provisión y gestión de obras y servicios de infraestructura para la conectividad, la protección del territorio y las personas, la edificación pública y el aprovechamiento óptimo de los recursos hídricos; asegurando la provisión y cuidado de los recursos hídricos y del medio ambiente, para contribuir en el desarrollo económico, social y cultural, promoviendo la equidad, calidad de vida e igualdad de oportunidades de las personas.

En el marco de tal misión, este Ministerio a través de la Dirección de Obras Hidráulicas desarrolla estudio, proyección, construcción y conservación de las obras de defensa de terrenos y poblaciones contra crecidas de corrientes de agua y regularización de las riberas y cauces de los ríos, lagunas y esteros.

¹ De acuerdo con la ley 21.202, corresponden a aquellos humedales que se encuentran total o parcialmente dentro de un límite urbano.

² Cabe mencionar que la Contraloría General de la República en su dictamen N°E129413 estableció que los proyectos y actividades que afecten a humedales en los términos que establece el literal s) del art. 10 de la ley 19.300 deben someterse al SEIA, aun cuando no haya una declaración de humedal urbano vigente o en trámite. De este modo, para estos efectos, debe entenderse que es objeto de protección cualquier humedal, sus componentes y las interacciones entre estos, así como los flujos ecosistémicos de aquellos que se hallen total o parcialmente dentro del límite urbano, independiente de la declaratoria de “humedal urbano” a cargo del Ministerio del Medio Ambiente.

Por otra parte, a través de la Dirección de Vialidad, provee obras y servicios de infraestructura vial a la ciudadanía, entre las cuales se encuentran los puentes, que se definen como obras destinadas a permitir la continuidad de un camino de uso público sobre obstáculos naturales, tales como ríos, mar, esteros y lagos.

Ambas áreas de competencias, de gran relevancia para la ciudadanía y para el desarrollo de la función pública de este Ministerio, se han visto impactadas por la Ley 21.202, pues se desarrollan en o cercanas a humedales, por lo cual, requieren adoptar medidas que les permitan seguir desarrollándose en armonía con las normas de protección a estos ecosistemas.

Es en este contexto de avances en materia de protección de humedales y, teniendo presente la experiencia del CEHUM, que el Ministerio de Obras Públicas requiere contratar un Estudio a dicho centro, con el propósito de orientar la compatibilización de la ejecución de obras de conservación vial y fluvial con la protección de humedales y sus componentes bióticos y abióticos. Además, de un análisis de dos obras piloto (obra de conservación y una obra en condiciones de ingreso al SEIA) determinando las componentes ambientales que correspondan para identificar correctamente los impactos y sus medidas³.

³ El alcance del estudio no considera la Evaluación ambiental en el SEIA (EIA).

Objetivos generales

Objetivo A

- Identificar y proponer recomendaciones para compatibilizar la ejecución de obras de conservaciones viales y fluviales que se desarrollen en o cercanos a humedales, disminuyendo la eventual afectación a estas áreas, utilizando como referencia las componentes ambientales de las guías de evaluación SEIA. Además, los resultados se aplicarán en una obra piloto de conservación identificando las medidas para minimizar el impacto ambiental.

Objetivo B

- Identificar impactos y proponer medidas en la evaluación de impacto ambiental de dos tipologías de obras de infraestructura MOP (puentes y caminos) que afecten a humedales y que ingresen al SEIA. Además, los resultados se aplicarán en una obra piloto para la identificación y caracterización de impacto y las medidas de compensación, reparación y/o mitigación adecuadas.

Objetivo C

- Realizar un programa de capacitación sobre humedales urbanos, incluyendo aspectos ecológicos y normativos.

Objetivos específicos

Objetivo A

- i. Determinar medidas para evitar y/o disminuir los impactos humedales de un conjunto de obras de conservación viales y fluviales definidas por el MOP en el Anexo I de los TdR.
- ii. Evaluar y analizar las medidas determinadas en el literal i, en una obra piloto de conservación de cauce.

Objetivo B

- i. Proponer los umbrales a cada uno de los criterios establecidos en el literal s) del Artículo 10, que definen el ingreso al SEIA, determinando el instrumento (DIA o EIA).
- ii. Realizar una interpretación práctica para dos obras MOP (puentes y caminos), de la guía de evaluación del SEA (preliminar) para humedales urbanos, identificando los estudios necesarios para evaluar los impactos en las componentes ambientales y definir medidas generales de compensación, reparación y/o mitigación.
- iii. Identificar y caracterizar en una obra piloto (puente en condiciones de ingreso al SEIA), los estudios necesarios para realizar la evaluación del impacto ambiental, en todos los criterios del literal s) y las medidas de compensación, reparación y/o mitigación según correspondan.
- iv. Realizar un catastro de principios y criterios para el diseño ecosistémico que minimicen el impacto ambiental en humedales urbanos en el desarrollo de obras de infraestructura de cruces (puentes y/o carreteras) sobre humedales, lo anterior basado en análisis bibliográfico, especialmente de experiencias internacionales.

Objetivo C

- i. Capacitar a funcionarios MOP en materias de humedales urbanos a través de un programa de 3 módulos en formato “on-line” y realización de talleres presenciales.

Índice de contenidos

RESUMEN EJECUTIVO Informe Volumen II	20
CAPÍTULO 6 Estrategia para el abordaje de las obras piloto	24
6.1 Introducción	25
6.2 Obras piloto	25
6.3 Selección de obras piloto	26
6.4 Visitas a terreno	26
6.5 Alance y objetivo de las obras piloto.....	26
6.6 Estrategia para abordar el literal s) en las obras piloto	28
CAPÍTULO 7 Aplicación práctica de la estrategia	42
7.1 Obra piloto 1: Conservación global de cauces naturales cuenca del Río Bueno, Sector Crucero.....	43
7.2 Obra piloto 2: Conservación global de cauces naturales cuenca del Río Bueno, Sector Pichirropulli	86
7.3 Obra piloto 3: Puente segundo acceso a San José de la Mariquina.....	139
ANEXO 1 Selección de Obras Piloto.....	281
ANEXO 2 Actas de Terreno	309

Índice de figuras

Figuras Resumen Ejecutivo

Figura RE. 1. Estructura de la estrategia para abordar el literal s). Fuente: Elaboración propia.....	21
Figura RE. 2. Herramientas utilizadas para abordar las obras de conservación. Fuente: Elaboración propia.....	22
Figura RE. 3. Herramientas utilizadas para abordar las obras de construcción. Fuente: Elaboración propia.....	22

Figuras Capítulo 6

Figura C6. 1. Flujograma para determinar pertinencia de ingreso al SEIA de acuerdo al literal s). Fuente: Elaboración propia, adaptado de Oficio ORD SEA N°20229910238.....	29
Figura C6. 2. Estrategia para abordar el análisis del literal s). Fuente: Elaboración propia.	30
Figura C6. 3. Versatilidad de los indicadores de viabilidad ecológica para aplicar en diferentes procesos del MOP para ejecutar obras viales y fluviales en proximidad de humedales afectos al literal s). Fuente: Elaboración propia.	32
Figura C6. 4. Estrategia de caracterización del humedal de interés, su área de sustento y subcuencas. Fuente: Elaboración propia.	33
Figura C6. 5. Simbología empleada en diagramas de flujo de descripción de procedimientos de trabajo. Fuente: Elaboración propia.	34
Figura C6. 6. Relación entre la caracterización de obras y la identificación de Aspectos Ambientales (AA), Cambios en el Humedal (CH) y Factores Generadores de Impacto (FGI). Fuente: elaboración propia.....	35
Figura C6. 7. Diagrama de flujo que presenta la estrategia para abordar el análisis de susceptibilidad de afectación según el literal s). Fuente: Elaboración propia.....	38
Figura C6. 8. Proceso de evaluación de impacto ambiental y componentes que aborda el alcance de las herramientas aplicadas en este estudio. Fuente: Adaptada de SEA, 2023.	40

Figuras Capítulo 7

Figura C7. 1. Aplicación de la estrategia de análisis sobre literal s) en Obra Piloto 1. Fuente: Elaboración propia	43
Figura C7. 2. Cartografía de emplazamiento de obras de conservación global en cauces naturales de la cuenca del Río Bueno en el sector Crucero de la comuna de Río Bueno, en dos esteros sin nombre. Se indica la red vial, la red hidrográfica, el área de sustento del humedal, la subcuenca del Río Pilmaiquén y la cuenca del Río Bueno. Fuente: Elaboración propia.	45
Figura C7. 3. Precipitación promedio, mínima y máxima mensual según el set de datos nacional de CR2MET, en el Río Chirre, antes de la confluencia con el Río Pilmaiquén. Se indica el promedio de precipitación anual para el mismo periodo. Fuente: https://camels.cr2.cl/	47
Figura C7. 4. Caudal promedio, mínimo y máximo mensual del en el Río Chirre, antes de la confluencia con el Río Pilmaiquén en estación fluviométrica de la Dirección General de Aguas. Elaboración propia. Fuente: https://camels.cr2.cl/	48
Figura C7. 5. Ecosistemas de referencia (A y B) para la descripción de comunidades presentes en el humedal de interés (círculo rojo). Fuente: https://humedaleslosrios.cl/	49

Figura C7. 6. Vegetación circundante al humedal de interés. Arriba el Estero Sin Nombre 1, y abajo el Estero Sin Nombre 2. Fuente: Elaboración propia.	51
Figura C7. 7. Cartografía que indica áreas protegidas en la subcuenca del Río Pilmaiquén. Fuente: Elaboración propia, con información extraída de Open Street Map.....	59
Figura C7. 8. Cartografía de cobertura de suelo en la subcuenca del Río Pilmaiquén, sector Crucero en el área de obras de conservación global de cauces naturales en cuenca Río Bueno. Fuente: Elaboración propia con información de CONAF https://sit.conaf.cl	60
Figura C7. 9. Cartografía de ubicación de centrales hidroeléctricas de represas Rucatayo, Los Lagos y Osorno (A, B y C respectivamente) y centros de cultivo acuícola o pisciculturas (en naranja) en la subcuenca del Río Pilmaiquén. Fuente: www.ide.sma.gob.cl	61
Figura C7. 10. Límite urbano de la localidad de Crucero. Fuente: https://municipalidadderiobueno.cl	62
Figura C7. 11. Se presenta en color rojo la localidad de Crucero, perteneciente a la comuna de Río Bueno. Región de Los Ríos. Fuente: Elaboración propia	67
Figura C7. 12. Ubicación de las obras a ejecutar respecto del límite urbano de la localidad de Crucero. Fuente: Elaboración propia	68
Figura C7. 13. Detalle de la ubicación de las obras a ejecutar en la localidad de Crucero. Fuente: Elaboración propia.	68
Figura C7. 14. La Imagen de la izquierda muestra el trabajo con maquinaria en aquellos sectores en que no fue posible realizar la limpieza de manera manual. Fuente: Elaboración propia.....	71
Figura C7. 15. Fotografías en sector de enrocado proyectado en la confluencia de Estero Sin Nombre 1 y Río Currilelfú. Fuente: Elaboración propia.	72
Figura C7. 16. La relación de proximidad de la obra piloto 1: de conservación global en cauces naturales de la cuenca del Río Bueno en el sector Crucero. La obra se encuentra dentro del humedal. Fuente: Elaboración propia.	73
Figura C7. 17. Herramientas aplicadas en Fase 2 de la obra de conservación global de cauces naturales en la cuenca de Río Bueno. (*) Estrategias de diseño utilizadas para aquellos AA que no pueden ser abordados por BBPP. Fuente: Elaboración propia.....	74
Figura C7. 18. Aplicación de la estrategia de análisis sobre literal s) en Obra Piloto 2. Fuente: Elaboración propia.	86
Figura C7. 19. Cartografía de emplazamiento de obras de conservación global en cauces naturales de la cuenca del río Bueno en el sector Pichirropulli de la comuna de Paillaco, en Estero Aguas Turbias y Estero Percán. Se indica la red vial, la red hidrográfica, el área de sustento del humedal (sub-subcuenca del Río Llolelhue), la subcuenca del Río Bueno y la cuenca del Río Bueno. Fuente: Elaboración propia.	88
Figura C7. 20. Precipitación promedio, mínima y máxima mensual según el set de datos nacional de CR2MET, de la estación meteorológica Río Llolelhue en La Unión. Se indica el promedio de precipitación anual para el mismo periodo. Fuente: https://camels.cr2.cl/ . Elaboración propia.	90
Figura C7. 21. Caudal promedio, mínimo y máximo mensual del en el Río Llolelhue en La Unión en estación fluviométrica de la Dirección General de Aguas. Elaboración propia. Fuente: https://camels.cr2.cl/	91
Figura C7. 22. Ecosistemas de referencia (A y B) para la descripción de comunidades presentes en el humedal de interés (círculo rojo). Fuente: https://humedaleslosrios.cl/	92
Figura C7. 23. Vegetación circundante al humedal de interés. Arriba el Estero Percán, y abajo el Estero Aguas Turbias. Fuente: Elaboración propia.	93

Figura C7. 24. Cartografía que indica áreas protegidas en la subcuenca del Río Bueno. Fuente: Elaboración propia, con información extraída de Open Street Map.....	100
Figura C7. 25. Cartografía de cobertura de suelo en la subcuenca del Río Bueno, sector Pichirropulli en el área de obras de conservación global de cauces naturales en cuenca Río Bueno. Fuente: Elaboración Propia con información de CONAF https://sit.conaf.cl	101
Figura C7. 26. Plan Regulador Comunal seccional del área urbana de Crucero. Fuente: munimariquina.cl	103
Figura C7. 27. Se presenta en color rojo la localidad de Pichirropulli, perteneciente a la comuna de Paillaco. Región de Los Ríos. Fuente: Elaboración propia.....	109
Figura C7. 28. Ubicación de las obras a ejecutar respecto del límite urbano de la localidad de Pichirropulli. Fuente: Elaboración propia.....	109
Figura C7. 29. Detalle de ubicación de las obras a ejecutarse en Estero Percán y Estero Aguas Turbias. Fuente: Elaboración propia.....	110
Figura C7. 30. Imágenes visita a terreno que muestran el avance de los trabajos de limpieza de cauce con roce y limpieza de cauce y perfilado con maquinaria en Estero Percán. Fuente: Elaboración propia.....	116
Figura C7. 31. Imágenes visita a terreno del proceso de recambio de atravieso en Estero Aguas Turbias. La primera fotografía muestra la ejecución de las obras en el proceso de excavación con maquinaria, mientras que la segunda muestra una vista desde el sector anterior a la ejecución de los trabajos. Fuente: Elaboración propia.....	117
Figura C7. 32. Se visualizan las obras a ejecutar en atravieso, evidenciando la instalación de protección con gaviones y base de roca, además de la reposición de soleras que serán demolidas. Fuente: DOH, MOP Los Ríos.....	118
Figura C7. 33. Sección tipo de obras de instalación de gaviones con base de enrocado. Fuente: DOH, MOP Los Ríos.....	119
Figura C7. 34. La relación de proximidad de la obra piloto 2: de conservación global en cauces naturales de la cuenca del Río Bueno en el sector Pichirropulli. La obra se encuentra dentro del humedal. Fuente: Elaboración propia.....	120
Figura C7. 35. Herramientas aplicadas en Fase 2 de la obra de conservación global de cauces naturales en la cuenca de Río Bueno. (*) Estrategias de diseño utilizadas para aquellos AA que no pueden ser abordados por BBPP.	121
Figura C7. 36. Aplicación de la estrategia de análisis sobre literal s) en Obra Piloto 3. Fuente: Elaboración propia	139
Figura C7. 37. Flujograma para determinar pertinencia de ingreso al SEIA de acuerdo al literal s). Se destaca la ruta lógica aplicada para la obra piloto 3 Fuente: Elaboración propia, adaptado de Oficio ORD SEA N°20229910238.....	140
Figura C7. 38. Cartografía de emplazamiento de obras de la construcción del puente segundo acceso a San José de la Mariquina (azul y rojo), en el Río Cruces. Se indica, la cartografía del Inventario Nacional De Humedales (MMA, 2020), el área de sustento del humedal conformada por la sub-subcuenca del Río Cruces, la estación fluviométrica de referencia en el sector Rucaco, la subcuenca del Río Cruces y la cuenca del Río Valdivia. Fuente: Elaboración propia.....	142
Figura C7. 39. Precipitación promedio, mínima y máxima mensual, según el set de datos nacional de CR2MET, en el Río Cruces en el sector Rucaco, de la Dirección General de Aguas (periodo 1979 a 2020). Se indica el promedio de precipitación anual para el mismo periodo. Fuente: Elaboración propia en base a datos de https://camels.cr2.cl/	145

Figura C7. 40. Caudal promedio, mínimo y máximo mensual del río Cruces en Rucaco en estación fluviométrica de la Dirección General de Aguas (periodo 1979 a 2020). Elaboración propia en base a datos de https://camels.cr2.cl/	145
Figura C7. 41. Imágenes de la vegetación circundante al humedal de la sección urbana del Río Cruces. Fuente: Elaboración propia.....	147
Figura C7. 42. Cartografía que indica áreas protegidas en la subcuenca del Río Cruces en el área de obras de puente del segundo acceso a San José de La Mariquina. Fuente: Elaboración propia, con información extraída de Open Street Map.....	153
Figura C7. 43. Cartografía de cobertura de suelo en la subcuenca del río Cruces en el área de obras de puente del segundo acceso a San José de La Mariquina. Fuente: Elaboración Propia con información de CONAF https://sit.conaf.cl	154
Figura C7. 44. Cartografía que indica humedales posiblemente interconectados con el humedal de interés (izquierda) y detalle cobertura de suelo (derecha) alrededor de obras de puente del segundo acceso a San José de La Mariquina. Fuente: Elaboración Propia con información de CONAF https://sit.conaf.cl	155
Figura C7. 45. Cartografía de ubicación de centros de cultivo acuícola o pisciculturas (A,B y C, en naranja) en la subcuenca del Río Cruces en el área de obras de puente del segundo acceso a San José de La Mariquina. Fuente: Extraída de www.ide.sma.gob.cl	156
Figura C7. 46. Zona de extracción de áridos antes (izquierda) y después (derecha) de iniciada la faena, 2,000 m aguas arriba de la zona de obras, en ribera norte del Río Cruces, subcuenca del Río Cruces en el área de obras de puente del segundo acceso a San José de La Mariquina. Fuente: Extraída de Google Earth.....	157
Figura C7. 47. Plan Regulador Comunal de San José de la Mariquina. Fuente: munimariquina.cl	158
Figura C7. 48. Ubicación de áreas de vigilancia para la Norma Secundaria de Calidad Ambiental para la protección de las aguas continentales superficiales de la cuenca del Río Valdivia. Nomenclatura: RCR: Río Cruces; SNCA: Santuario de la Naturaleza Carlos Andwandter; RSP: Río San Pedro; RCC: Río Calle calle; RV: Río Valdivia. Fuente: https://planesynormas.mma.gob.cl	159
Figura C7. 49. Diagrama de pasos para seleccionar el o los segmento(s) en torno a los cuales hay que delimitar el humedal. Esta segmentación se propone como paso previo a la aplicación de la Guía de Delimitación de Humedales (MMA-ONU, 2023). Fuente: Elaboración propia	165
Figura C7. 50. Mapa del Inventario Nacional de Humedales señalando los dos polígonos que interactúan con la obra. Estos polígonos corresponden a un “Humedal Master” con código HUR-14-60 de nombre “Sist. de Ríos Valdivianos- Ríos Cruces, Calle- Calle y Trib. (incluye Rio Cau Cau)”. Los polígonos tienen los códigos HUR-14-60-P14 (cuadro superior) y HUR-14-60-P-22 (cuadro inferior). Fuente: Geoportal Simbio.	167
Figura C7. 51. Estrategia para caracterizar el o los humedales de interés, su área de sustento y subcuencas. Para el caso de los dos polígonos potencialmente afectados por la obra “Puente Segundo Acceso a San José de la Mariquina” están clasificados como “ribereño” por lo cual se propone la aplicación del Instructivo de Segmentación y Clasificación. Fuente: Elaboración propia.....	168
Figura C7. 52. Identificación del orden hidrológico del curso de agua de interés (Río Cruces) y la confluencia con otro cursos de agua de igual o mayor orden. En el caso del Río Cruces, se presenta un cambio desde un sistema fluvial a un sistema de humedal, el cual tiene una función y estructura hidrogeomorfológica diferente. Fuente: Elaboración propia.....	170
Figura C7. 53. Extensión de interés de la red fluvial en función de la relación de proximidad de la obra con respecto al humedal (río) y las confluencias principales aguas arriba y aguas abajo. Fuente: Elaboración propia.	171

Figura C7. 54. División de la red fluvial en base al régimen climático. Se utilizan las categorías climáticas de Köppen. Se indican un único corte en base a esta información. Fuente: Elaboración propia.....	172
Figura C7. 55. División de la red fluvial en base a las series geológicas presentes en la zona. No se observan divisiones adicionales. Fuente: Elaboración propia.....	173
Figura C7. 56. División de la red fluvial en base a la cobertura de suelo. Se utilizó la información de Catastro de Uso de Suelo y Vegetación de CONAF. Se realizan tres cortes adicionales en la red. Fuente: Elaboración propia.....	174
Figura C7. 57. Perfil longitudinal de elevación del segmento 1. Fuente: Elaboración propia (digitalización) y Google Earth (imagen satelital).	175
Figura C7. 58. Perfil longitudinal de elevación del segmento 2. Fuente: Elaboración propia (digitalización) y Google Earth (imagen satelital).	175
Figura C7. 59. Perfil longitudinal de elevación del segmento 3. Fuente: Elaboración propia (digitalización) y Google Earth (imagen satelital).	176
Figura C7. 60. Perfil longitudinal de elevación del segmento 4. Fuente: Elaboración propia (digitalización) y Google Earth (imagen satelital).	176
Figura C7. 61. Perfil longitudinal de elevación del segmento 5. Fuente: Elaboración propia (digitalización) y Google Earth (imagen satelital).	177
Figura C7. 62. Segmentos definidos en la extensión acotada de la red fluvial que serán analizados. El punto indicado es la ubicación de la obra MOP. Fuente: Elaboración propia (digitalización) y Google Earth (imagen satelital).	178
Figura C7. 63. Secciones transversales sobre los segmentos de estudio. El punto indicado es la ubicación de la obra MOP. Fuente: Elaboración propia (digitalización) y Google Earth (imagen satelital).	178
Figura C7. 64. Segmentos que componen los tramos homogéneos en términos de geomorfología fluvial. El tramo B es el tramo asociado al límite urbano. Fuente: Elaboración propia.....	183
Figura C7. 65. Definición de la cuenca aportante al tramo homogéneo de interés resultante del proceso de segmentación y clasificación fluvial. Fuente: Elaboración propia.....	184
Figura C7. 66. Usos de suelo en el área de sustento de la sección urbana del humedal río Cruces en San José de la Mariquina, subcuenca del Río Cruces. Fuente: Elaboración propia.....	185
Figura C7. 67. Se presenta en color rojo la localidad de San José de la Mariquina, perteneciente a la comuna de Mariquina. Región de Los Ríos. Fuente: Elaboración propia.....	186
Figura C7. 68. Ubicación de las obras a ejecutar respecto del límite urbano de San José de La Mariquina. Fuente: Elaboración propia.....	187
Figura C7. 69. Detalle de ubicación de las obras a ejecutarse para la construcción del segundo acceso a San José de La Mariquina. Fuente: Elaboración propia.....	187
Figura C7. 70. Planimetría del proyecto en la cual se aprecia el puente proyectado, caminos de acceso y enrocados proyectados. Fuente: DV, MOP Los Ríos.....	192
Figura C7. 71. Perfil 1, eje 1 Ruta T-202. Se visualizan los componentes y características del tramo a construir. Fuente: Consulta de Pertinencia Segundo acceso a San José de a Mariquina, DGOP. 2013.	193
Figura C7. 72. Perfil 2, eje 1 Ruta T-202. Se visualizan los componentes y características del tramo a construir. Fuente: Consulta de Pertinencia Segundo acceso a San José de a Mariquina, DGOP. 2013.	193

Figura C7. 73. Perfil 3, eje 2 desde intersección Ruta T-202 hasta entrada al puente. Se visualizan los componentes y características del tramo a construir. Fuente: Consulta de Pertinencia Segundo acceso a San José de la Mariquina, DGOP. 2013.	194
Figura C7. 74. Perfil tipo encocado proyectado en protección de terraplenes. Fuente: Consulta de Pertinencia Segundo acceso a San José de la Mariquina, DGOP. 2013.	194
Figura C7. 75. Sección longitudinal puente proyectado en construcción de segundo acceso a San José de la Mariquina. Fuente: Consulta de Pertinencia Segundo acceso a San José de la Mariquina, DGOP. 2013.	195
Figura C7. 76. Estribo tipo pila con pilotes. Fuente: Manual de Carreteras Vol. 3.	195
Figura C7. 77. Cepa tipo columna con dado de fundación y pilotes. Fuente: Manual de Carreteras Vol. 3.	196
Figura C7. 78. Perfil 4, eje 2 desde puente hasta calle Gustavo Exss. Se visualizan los componentes y características del tramo a construir. Fuente: Consulta de Pertinencia Segundo acceso a San José de la Mariquina, DGOP. 2013.	197
Figura C7. 79. Perfil tipo encocado proyectado en protección de terraplenes. Fuente: Consulta de Pertinencia Segundo acceso a San José de la Mariquina, DGOP. 2013.	198
Figura C7. 80. Relación de proximidad de la obra piloto 3: Puente segundo acceso San José de la Mariquina. La obra se encuentra dentro del humedal. Fuente: Elaboración propia.	200
Figura C7. 81. Flujograma para abordar el literal s), en esta figura se sigue la ruta que se toma en el caso de la obra piloto Segundo Acceso a San José de la Mariquina. Fuente: Elaboración propia.	210
Figura C7. 82. Proceso de evaluación de impacto ambiental y componentes que aborda el alcance de las herramientas aplicadas en este estudio. Fuente: Adaptada de SEA, 2023.	212
Figura C7. 83. Relaciones entre los (24) aspectos ambientales (partes o acciones) de la obra piloto 3 y los potenciales impactos (19) que pueden producir sobre los objetos de protección de humedal. Este es un listado referencial y no exhaustivo de impactos. Fuente: Elaboración propia.	214
Figura C7. 84. Ubicación propuesta preliminar de las medidas durante la fase constructiva del proyecto.	273
Figura C7. 85. Ubicación propuesta preliminar de las medidas durante la fase operación del proyecto.	274
Figura C7. 86. Referentes de las medidas propuestas para el Segundo Acceso San José de la Mariquina. Fuente: Indicada en cada figura.	276

Índice de tablas

Tablas Capítulo 6

Tabla C6. 1. Herramientas aplicadas en las diferentes obras piloto. Todas las herramientas listadas forman parte del flujo de trabajo para cada obra. Fuente: Elaboración propia.	27
Tabla C6. 2. Relaciones de proximidad para obras de conservación y construcción. Fuente: Elaboración propia.	36
Tabla C6. 3. Herramientas utilizadas en la estrategia para el análisis de susceptibilidad de afectación del literal s). Fuente: Elaboración propia.	37

Tablas Capítulo 7

Tabla C7. 1. Foco de la aplicación de procedimientos o herramientas operativas para la obra piloto 1 “Conservación global de cauces en la cuenca del Río Bueno, sector Crucero”. Todas las herramientas	
--	--

listadas son parte del flujo de trabajo para cada obra. Aquellas indicadas con (*) serán desarrolladas en mayor profundidad. Fuente: Elaboración propia.....	43
Tabla C7. 2. Decisiones para caracterizar el humedal de interés en la obra piloto “Conservación global de cauces en la cuenca del Río Bueno – Sector Crucero”. Fuente: Elaboración propia.....	46
Tabla C7. 3. Listado de especies de plantas, arbustos y árboles potencialmente presentes en la subcuenca del río Chirre. Se indica familia, nombre científico y común y su origen fitogeográfico según es nativo o exótico, y su categoría de conservación. Fuente: Gobierno Regional de Los Ríos – Edáfica, 2024.....	52
Tabla C7. 4. Listado de especies de anfibios potencialmente presentes en la subcuenca del Río Chirre. Se indica familia, nombre científico y común y su origen fitogeográfico según es nativo o exótico, y su categoría de conservación. Fuente: Gobierno Regional de Los Ríos – Edáfica, 2024.	55
Tabla C7. 5. Listado de especies de aves potencialmente presentes en la subcuenca del Río Chirre. Se indica familia, nombre científico y común y su origen fitogeográfico según es nativo o exótico, y su categoría de conservación. Fuente: Gobierno Regional de Los Ríos – Edáfica, 2024.	55
Tabla C7. 6. Listado de especies de mamíferos potencialmente presentes en la subcuenca del Río Chirre. Se indica familia, nombre científico y común y su origen fitogeográfico según es nativo o exótico, y su categoría de conservación. Se destaca con un asterisco (*) especies de mamíferos acuáticos. Fuente: Gobierno Regional de Los Ríos – Edáfica, 2024.....	56
Tabla C7. 7. Listado de especies de peces potencialmente presentes en la subcuenca del Río Lollélhue en La Unión. Se indica nombre científico y común, su origen geográfico según es nativo o exótico, y su categoría de conservación. Fuente: Soto& Arismendi (2005); INDIGENDESA (2007) y Muñoz-Ramírez (2023).....	57
Tabla C7. 8. Equivalencia entre de obras y procedimientos de trabajo abordados en estudio (Capítulo 3, sección .3.3) e ítems mencionados en el contrato. Fuente: Elaboración propia.....	69
Tabla C7. 9. Cronograma de obras Conservación global de cauces naturales en cuenca Río Bueno 2023-2024, sector Crucero. Fuente: Elaboración propia en base a MOP Los Ríos.....	70
Tabla C7. 10. Potenciales factores generadores de impacto (FGI) y aspectos ambientales (AA) generados en la etapa ejecución de la obra piloto 1. Fuente: Elaboración propia.	75
Tabla C7. 11. Listado completo de aspectos ambientales generados durante el transcurso de la obra piloto 1. Fuente: Elaboración propia.	77
Tabla C7. 12. Cambios esperados en Estero Sin Nombre 1 y buenas prácticas seleccionadas para evitarlos en obra de conservación global de cauces en cuenca del Río Bueno, sector Crucero. Resultados de la aplicación de herramientas Matriz de Aspectos Ambientales y Cambios en el Humedal y Matriz de Buenas Prácticas. Fuente: Elaboración propia.	79
Tabla C7. 13. Programación de aplicación de Buena Prácticas en obra para Crucero. Fuente: Elaboración propia.	83
Tabla C7. 14. Foco de la aplicación de procedimientos o herramientas operativas para la obra piloto 1 “Conservación global de cauces en la cuenca del Río Bueno, sector Pichirropulli”. Todas las herramientas listadas son parte del flujo de trabajo para cada obra. Aquellas indicadas con (*) serán desarrolladas en mayor profundidad. Fuente: Elaboración propia.....	86
Tabla C7. 15. Decisiones para caracterizar el humedal de interés en la obra piloto “Conservación global de cauces en la cuenca del Río Bueno – Sector Pichirropulli”. Fuente: Elaboración propia. ...	89
Tabla C7. 16. Listado de especies de plantas, arbustos y árboles potencialmente presentes en la subcuenca del Río Lollélhue en La Unión. Se indica familia, nombre científico y común y su origen fitogeográfico según es nativo o exótico, y su categoría de conservación. Fuente: Gobierno Regional de Los Ríos – Edáfica, 2024	94

Tabla C7. 17. Listado de especies de anfibios potencialmente presentes en la subcuenca del Río Llolelhue en La Unión. Se indica nombre científico y común, su origen geográfico según es nativo o exótico, y su categoría de conservación. Fuente: Gobierno Regional de Los Ríos – Edáfica, 2024.	96
Tabla C7. 18. Listado de especies de aves potencialmente presentes en la subcuenca del Río Llolelhue en La Unión. Se indica nombre científico y común, su origen geográfico según es nativo o exótico, y su categoría de conservación. Fuente: Gobierno Regional de Los Ríos – Edáfica, 2024.	96
Tabla C7. 19. Listado de especies de mamíferos potencialmente presentes en la subcuenca del Río Llolelhue en La Unión. Se indica nombre científico y común, su origen geográfico según es nativo o exótico, y su categoría de conservación. Se destaca con un asterisco (*) especies de mamíferos acuáticos. Fuente: Gobierno Regional de Los Ríos – Edáfica, 2024.	97
Tabla C7. 20. Listado de especies de peces potencialmente presentes en la subcuenca del Río Llolelhue en La Unión. Se indica nombre científico y común, su origen geográfico según es nativo o exótico, y su categoría de conservación. Fuente: Soto & Arismendi (2005) y Muñoz-Ramírez (2023).	98
Tabla C7. 21. Equivalencia entre obras y procedimientos de trabajo abordados en estudio (Capítulo 3, sección 3.3) e ítems mencionados en el contrato. Fuede: Elaboración propia.	111
Tabla C7. 22. Cronograma obras Conservación global de cauces naturales en cuenca Río Bueno 2023-2024, sector Pichirropulli. Fuente: elaboración propia en base a MOP Los Ríos	113
Tabla C7. 23. Potenciales factores generadores de impacto (FGI) y aspectos ambientales (AA) generados por el elemento de apertura de acopio en la obra piloto 2. Fuente: Elaboración propia.	122
Tabla C7. 24. Potenciales factores generadores de impacto (FGI) y aspectos ambientales (AA) generados en la etapa ejecución de la obra piloto 2. Fuente: Elaboración propia.	122
Tabla C7. 25. Potenciales factores generadores de impacto (FGI) y aspectos ambientales (AA) generados en la etapa de finalización de la obra piloto 2.	125
Tabla C7. 26. Listado completo de aspectos ambientales generados durante el transcurso de la obra piloto 2. Fuente: Elaboración propia.	125
Tabla C7. 27: Cambios esperados en los esteros Aguas Turbias y Percán y buenas prácticas seleccionadas para evitarlos en obra de conservación global de cauces en cuenca del Río Bueno, sector Pichirropulli. Resultados de la aplicación de herramientas Matriz de Aspectos Ambientales y Cambios en el Humedal y Matriz de Buenas Prácticas.	128
Tabla C7. 28. Programación de aplicación de Buena Prácticas en obras Pichirropulli	136
Tabla C7. 29. Foco de la aplicación de procedimientos o herramientas operativas para la obra piloto 3 “Puente segundo acceso a San José de la Mariquina”. Todas las herramientas listadas son parte del flujo de trabajo para cada obra. Aquellas indicadas con (*) serán desarrolladas en profundidad. Fuente: Elaboración propia.	141
Tabla C7. 30. Decisiones para caracterizar el humedal de interés en la obra piloto “Construcción de obra nueva: Puente Segundo Acceso a San José de la Mariquina”. Fuente: Elaboración propia.	143
Tabla C7. 31. Listado de especies de plantas, arbustos y árboles potencialmente presentes en la subcuenca del Río Cruces. Se indica familia, nombre científico y común y su origen fitogeográfico según es nativo o exótico. Fuente: MOP y CFC Ingeniería, 2017; MOP, 2023.	147
Tabla C7. 32. Listado de especies de mamíferos potencialmente presentes en la subcuenca del Río Cruces. Se indica nombre científico y común, su origen geográfico según es nativo o exótico, y su categoría de conservación. Se destaca con un asterisco (*) especies de mamíferos acuáticos. Fuente: Celulosa Arauco (1995 Y 1997); Universidad Austral de Chile (2004-2023).	148
Tabla C7. 33. Listado de especies de peces potencialmente presentes en la subcuenca del Río Cruces. Se indica nombre científico y común, su origen geográfico según es nativo o exótico, y su	

categoría de conservación. Fuente: Celulosa Arauco (1995 Y 1997); Universidad Austral de Chile (2004-2023).	149
Tabla C7. 34. Listado de especies de anfibios potencialmente presentes en la subcuenca del Río Cruces. Se indica nombre científico y común, su origen geográfico según es nativo o exótico, y su categoría de conservación. Fuente: MOP y CFC Ingeniería (2017), Universidad Austral de Chile (2004-2023).	149
Tabla C7. 35. Listado de especies de aves potencialmente presentes en la sección urbana del Río Cruces. Se indica nombre científico y común, su origen geográfico según es nativo o exótico, y su categoría de conservación. Fuente: Elaboración propia, con información extraída de https://ebird.org/ .	150
Tabla C7. 36. Descripción de los polígonos próximos a la obra tipo puente, según el Inventario Nacional de Humedales.	166
Tabla C7. 37. Decisiones para discernir qué polígono requiere Análisis de Susceptibilidad. Fuente: Elaboración propia.	169
Tabla C7. 38. Mediciones de las secciones transversales de cada segmento. T: nombre de la transecta. VFW: ancho de la planicie de inundación. CBW: ancho de cauce lleno.	179
Tabla C7. 39. Promedios de ancho de planicie de inundación y cauce lleno. Luego, las dos medidas de confinamiento: el índice de confinamiento (una proporción) y el grado de confinamiento (un porcentaje). Elaboración: Fuente propia.	179
Tabla C7. 40. Valores de variables de cada segmento: longitud, pendiente y número de canales.	180
Tabla C7. 41. Valor de los índices calculados para cada segmento en este paso. Estos índices permiten identificar el tipo de geometría planar.	180
Tabla C7. 42. Tipos de discontinuidades naturales que pueden indicar una sub división adicional en el Paso 4.	181
Tabla C7. 43. Tipos de discontinuidades artificiales que pueden indicar una sub división adicional en el Paso 4.	181
Tabla C7. 44. Caracterización geomorfológica de los segmentos identificados en el caso del Río Cruces la extensión de la red fluvial de interés y su clasificación resultante en tramos homogéneos. Fuente: Elaboración propia.	182
Tabla C7. 45. Equivalencia entre de obras y procedimientos de trabajo abordados en estudio (Capítulo 3, sección .3.3) e ítems mencionados en consulta de pertinencia. Fuente: Elaboración propia.	188
Tabla C7. 46. Cronograma obra piloto 3. Fuente: Elaboración propia en base MOP Los Ríos.	189
Tabla C7. 47. Estructuración de alternativas de pavimentos para el proyecto. Fuente: Consulta de Pertinencia Segundo acceso a San José de a Mariquina, DGOP. 2013.	192
Tabla C7. 48. Potenciales FGI y AA generados en la etapa de instalación de la empresa constructora y entrega de terrenos de la obra piloto 3. Fuente: Elaboración propia.	201
Tabla C7. 49. Potenciales factores generadores de impacto (FGI) y aspectos ambientales (AA) generados en la etapa ejecución de la obra piloto 3. Fuente: Elaboración propia.	202
Tabla C7. 50. Potenciales factores generadores de impacto (FGI) y aspectos ambientales (AA) generados en la etapa de finalización de la obra piloto 3. Fuente: Elaboración propia.	208
Tabla C7. 51. Potenciales factores generadores de impacto (FGI) y aspectos ambientales (AA) asociados a la etapa de operación de la obra piloto 3. Fuente: Elaboración propia.	208
Tabla C7. 52. Listado completo de aspectos ambientales generados durante el transcurso de la obra piloto 3. Fuente: Elaboración propia.	209
Tabla C7. 53. Información sobre el polígono dentro del cual se ubica la obra piloto 3, según el Inventario Nacional de Humedales. Fuente: Inventario Nacional de Humedales, 2024.	211

Tabla C7. 54. Listado de potenciales impactos generados en las etapas del ciclo de vida de la obra piloto 3 “Puente segundo acceso a San José de La Mariquina”. Fuente: Elaboración propia.	215
Tabla C7. 55. Medidas propuestas para la obra Construcción Segundo Acceso San José de la Marquina y los impactos que buscan mitigar o reparar. La numeración corresponde a la Matriz de Medidas.	260
Tabla C7. 56. Medidas propuestas para la obra Construcción Segundo Acceso San José de la Marquina y los AA vinculados propios de la obra.	264
Tabla C7. 57. Buenas Prácticas sugeridas para la fase constructiva de la Obra Construcción Segundo Acceso San José de la Marquina.	268
Tabla C7. 58. Cronograma preliminar para las medidas de mitigación y reparación.	271

Siglas y acrónimos

- AA Aspecto ambiental.
- AEC Atributo ecológico clave (de cada objeto de protección).
- AI Área de influencia (de cada objeto de protección).
- BBPP Buenas prácticas.
- BIP Banco Integrado de Proyectos del MOP.
- CA Componentes ambientales.
- CEHUM Centro de Humedales Río Cruces.
- CH Cambio en el humedal.
- DGA Dirección General de Aguas.
- DGC Dirección General de Concesiones.
- DIA Declaración de Impacto Ambiental.
- DOH Dirección de Obras Hidráulicas.
- DV Dirección de Vialidad.
- EIA Estudio de impacto ambiental (de la obra).
- FGI Factor generador de impacto (de acciones de la obra).
- MMA Ministerio de Medio Ambiente.
- MOP Ministerio de Obras Públicas.
- MP Mercado Público.
- NPCA Normas primarias de calidad de agua.
- NSCA Normas secundarias de calidad de agua.
- OP Objeto de protección (del humedal).
- RSEIA Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.
- SEA Servicio de Evaluación Ambiental.
- SEIA Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.
- TDR Términos de Referencia (del estudio).

RESUMEN EJECUTIVO | Informe Volumen II

El presente informe, correspondiente al Volumen II del estudio, tiene por objetivo realizar una aplicación práctica de la estrategia para abordar el literal s) y los lineamientos para DIA/EIA de proyectos que ingresan al SEIA, elementos desarrollados en el Volumen I. Para ello, se consideran tres obras piloto:

- **Obra tipo puente:** Puente segundo acceso a San José de la Mariquina.
- **Obra tipo conservación de cauces:** Conservación global de cauces en la cuenca del Río Bueno – Sector Crucero, comuna de Río Bueno.
- **Obra tipo conservación de cauces:** Conservación global de cauces en la cuenca del Río Bueno – Sector Pichirropulli, comuna de Paillaco.

Considerando el alcance de este estudio, cabe mencionar que el abordaje de las obras piloto no implica la preparación de antecedentes para una consulta de pertinencia, ni el desarrollo de una EIA o DIA. Las obras piloto consisten en la **aplicación de gabinete** de los procedimientos desarrollados en el estudio. El objetivo es una aplicación pedagógica para problemáticas recurrentes que enfrenta el MOP con respecto a la interpretación y aplicación del literal s). En este sentido, en cada obra piloto se aplican diferentes procedimientos y estándares para abordar las interrogantes que plantea el literal s) y contribuir a la conservación de los humedales en obras de conservación y construcción del tipo fluvial y vial.

Cada obra piloto considera la aplicación de las dos fases de la estrategia, considerando para una serie de procedimientos y herramientas desarrolladas en el Volumen I:

- **Fase 1. Caracterización base:** caracterización del humedal, la obra y su relación de proximidad mediante procedimientos e instructivos prácticos.
- **Fase 2. Análisis de susceptibilidad:** Considera los chequeos necesarios para determinar la susceptibilidad de afectación del literal s) mediante la aplicación de una serie de herramientas operativas.

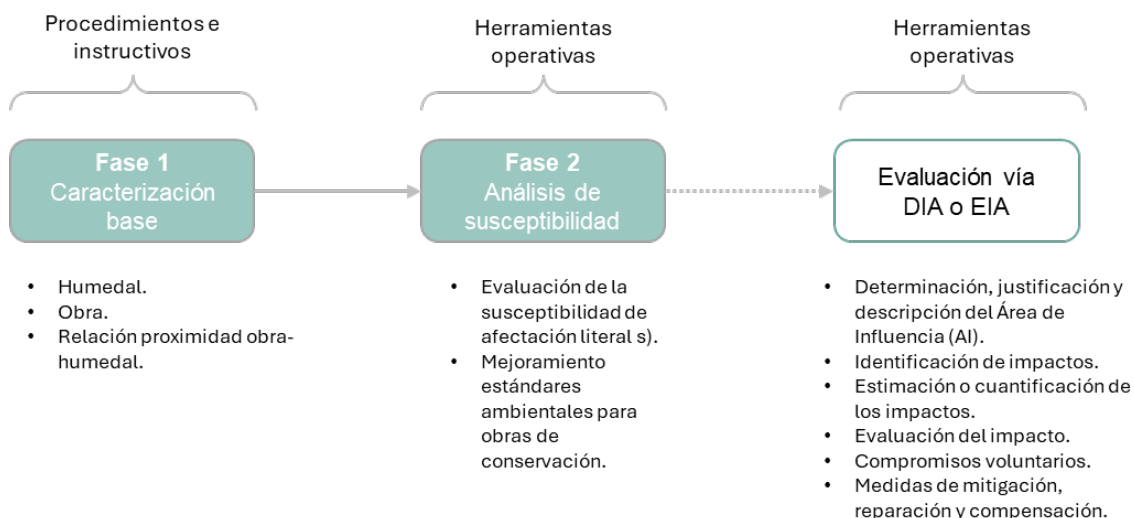


Figura RE. 1. Estructura de la estrategia para abordar el literal s). Fuente: Elaboración propia.

Una vez realizado el análisis de susceptibilidad (Fase 2), y dependiendo de si la obra es de conservación o construcción (que ingresa al SEIA), se da paso a la selección de buenas prácticas (BBPP) o la identificación de impactos y medidas, respectivamente.

En la **Figura RE. 2** se muestra el proceso de abordaje para las obras de conservación. Se observan las herramientas que se utilizan y con qué fin. Dado que para efectos del ejemplo las obras de conservación no ingresan al SEIA, el objetivo es poder determinar BBPP en función de los Factores Generadores de Impacto (FGI) y Aspectos Ambientales (AA) identificados. En el caso de que existan AA que no puedan ser abordados por las BBPP, es decir, cuyas alteraciones no pueden ser manejadas por estos, se proponen estrategias que pueden ser consideradas en el diseño de la obra.

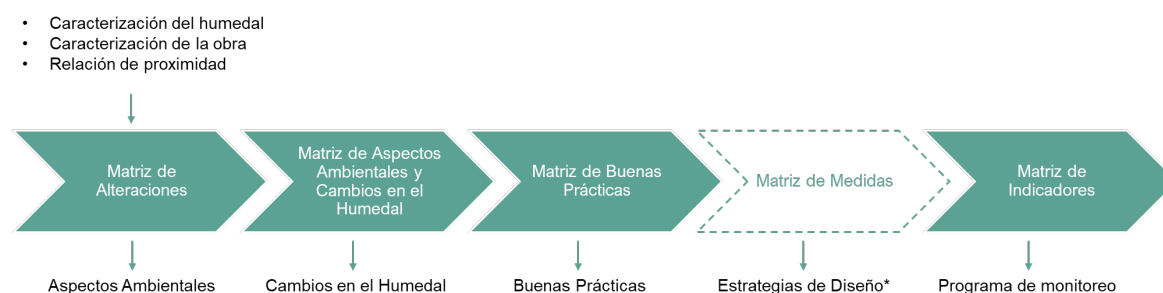


Figura RE. 2. Herramientas utilizadas para abordar las obras de conservación. Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, la obra de construcción se aborda teóricamente dentro del SEIA, en el contexto de una EIA. En este sentido, una vez identificadas los FGI y AA, el foco se pone en entregar **lineamientos** para la determinación del área de influencia, identificación y cuantificación de impactos (predicción y evaluación) y, finalmente, la selección de medidas apropiadas, incluyendo consideraciones para el seguimiento de estas. La Figura RE. 3 resume el proceso, las herramientas y el resultado de su aplicación.

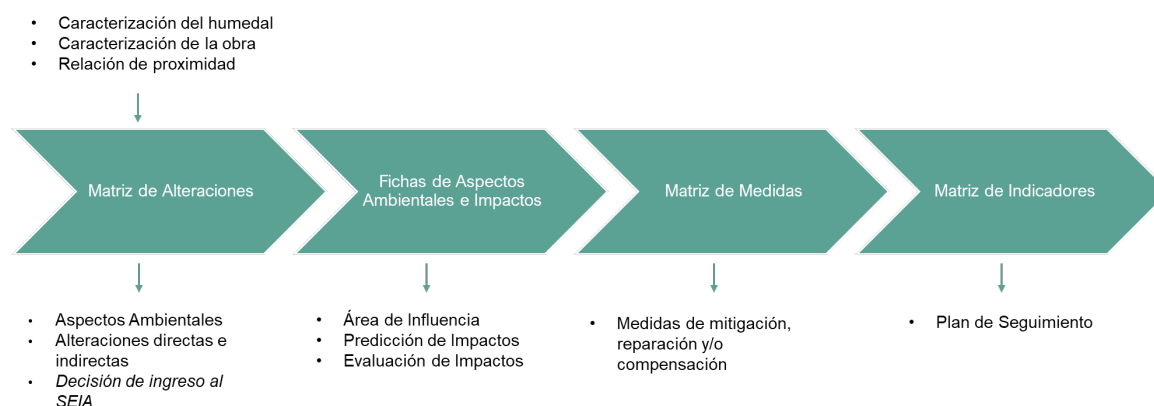


Figura RE. 3. Herramientas utilizadas para abordar las obras de construcción. Fuente: Elaboración propia.

El Volumen II cuenta con dos capítulos que siguen una numeración consecutiva a los capítulos del Volumen I:

Capítulo 6. Estrategia para el abordaje de las obras piloto: Introduce las obras piloto, incluyendo el proceso de selección y el alcance de la aplicación práctica. Además, se provee un resumen de la estrategia para abordar el literal s) desarrollada en el Volumen I, de manera que el lector tenga los antecedentes suficientes para entender los procesos y herramientas aplicadas.

Capítulo 7. Aplicación práctica de la estrategia: Tal como lo indica su título, en este capítulo se desarrolla cada obra piloto como caso de estudio por separado. En cada caso se procura seguir un orden lógico dado por los pasos de la estrategia para abordar el literal s), de manera de facilitar la comparación entre estos y propiciar la generación de lecciones y aprendizajes.

Finalmente, el informe cuenta con dos anexos. El **Anexo 1 Selección de Obras Piloto**, presenta el proceso de selección de las obras piloto. Estas fueron seleccionadas en base una evaluación integral incorporando siete criterios que permitieron priorizar casos pertinentes. Adicionalmente, cada proyecto fue descrito en una ficha con información relevante, tal como: tipología del humedal, asociación a límite urbano, proximidad de obra con humedal, plazo de la obra, estado de la obra, cantidad y permanencia de los aspectos ambientales de la obra. Esta caracterización permitió crear un ranking de las obras prioritarias lo que guio la selección. De forma complementaria, el **Anexo 2 Actas de Terreno** incorpora las actas de las visitas a terreno de las obras seleccionadas. El objetivo de las visitas a terreno fue conocer en detalle los procedimientos de trabajo, identificar potenciales alteraciones y realizar un levantamiento fotográfico.

CAPÍTULO 6 | Estrategia para el abordaje de las obras piloto

6.1 Introducción

En este volumen se aplica la estrategia desarrollada en el Capítulo 2 (**Volumen I**) a distintos proyectos piloto del MOP. La aplicación práctica de la estrategia varía en función del tipo de obra: los casos corresponden a obras de conservación, las que generalmente no se someten al SEIA, o bien obras de construcción que deben ingresar al SEIA.

6.2 Obras piloto

De acuerdo a los TdR, corresponde abordar dos obras piloto⁴; no obstante, se incorporó una obra de conservación fluvial adicional (tres obras piloto en total). El conjunto de casos a evaluar fue definido por la DGOP-MOP en consulta con la DV y DOH del MOP Los Ríos⁵.

Los pilotos fueron seleccionados en base una evaluación integral incorporando siete criterios que permitieron priorizar casos pertinentes. Adicionalmente, cada proyecto fue descrito en una ficha con información relevante, tal como: tipología del humedal, asociación a límite urbano, proximidad de obra con humedal, plazo de la obra, estado de la obra, cantidad y permanencia de los aspectos ambientales de la obra. Esta caracterización permitió crear un ranking de las obras prioritarias, las cuales responden a las problemáticas más frecuentes que se enfrenta el MOP al desarrollar obras o actividades que afecten humedales urbanos. El detalle de la evaluación y priorización de proyectos piloto se puede revisar en el **Anexo 1 Selección de Obras Piloto**.

⁴ Una obra tipo de conservación de cauces y una obra tipo puente en condiciones de ingreso al SEIA.

⁵ El listado de proyectos piloto se definió en una reunión entre el equipo del CEHUM, la contraparte DGOP-MOP y personal de la SEREMI MOP de Los Ríos. Dicha instancia fue realizada en las dependencias del CEHUM en Valdivia el 23 de agosto de 2023.

6.3 Selección de obras piloto

La priorización y selección de obras piloto se basó en la evaluación integral antes mencionada. Las obras seleccionadas y que son abordadas son las siguientes:

1. **Obra tipo puente:** Puente segundo acceso a San José de la Mariquina.
2. **Obra tipo conservación de cauces:** Conservación global de cauces en la cuenca del Río Bueno – Sector Crucero, comuna de Río Bueno.
3. **Obra tipo conservación de cauces:** Conservación global de cauces en la cuenca del Río Bueno – Sector Pichirropulli, comuna de Paillaco.

Los aspectos técnicos del abordaje de los pilotos, así como la coordinación de las visitas a terreno fueron discutidos con las contrapartes DGOP-MOP y MOP Los Ríos⁶. Si bien las obras 2 y 3 corresponden al mismo proyecto, éstas serán consideradas por separado, dado que son sectores diferentes y poseen diseños diferentes.

6.4 Visitas a terreno

Se realizaron visitas⁷ a terreno a las tres obras seleccionadas en compañía de profesionales de la DV y DHO del MOP Los Ríos. El objetivo de las visitas a terreno fue conocer en detalle los procedimientos de trabajo, identificar potenciales alteraciones y realizar un levantamiento fotográfico. Las actas de los terrenos se incluyen en el **Anexo 2 Actas de Terreno** y dan cuenta de los objetivos, los asistentes, impresiones generales y fotografías de campo.

6.5 Alance y objetivo de las obras piloto

Cabe mencionar que el abordaje de las obras piloto no implica⁸ la preparación de antecedentes para una consulta de pertinencia, ni el desarrollo de una EIA o DIA. Las obras piloto consisten en la aplicación de gabinete de los procedimientos desarrollados en el estudio. El objetivo es una **aplicación pedagógica para problemáticas recurrentes que enfrenta el MOP con respecto a la interpretación y aplicación del literal s)**. En este sentido, en cada obra piloto se aplican diferentes procedimientos y estándares para abordar las interrogantes que plantea el literal s) y contribuir a la conservación de los humedales, ya sea mediante la aplicación de buenas prácticas o medidas de mitigación, reparación y/o compensación en el caso de que la obra involucre una EIA.

⁶ En reunión presencial en el CEHUM el 27 de junio de 2024. Contraparte DGOP-MOP: Jorge Oñate, Coordinador Ambiental, Departamento de Gestión Ambiental, División de Infraestructura Sustentable. Contraparte DV Los Ríos: Pablo Pérez, Jefe Subdepartamento de Medio Ambiente y Territorio, Departamento de Proyectos, Dirección de Vialidad. Contraparte DOH Los Ríos: Sebastián Oyarzun Jefe Departamento Recursos Hídricos, Dirección de Obras Hidráulicas.

⁷ Las visitas a terreno se realizaron los días 18, 24 y 25 de julio.

⁸ Según lo establecido en los TdR de este estudio.

El abordaje de cada obra piloto se basa en la “**Estrategia para abordar el literal s)**”, desarrollada en el **Volumen I, Capítulo 2**. Bajo este marco, cada obra se enfoca en herramientas aplicadas específicas detalladas en la estrategia. Las herramientas aplicadas en cada piloto se detallan en la **Tabla C6. 1**.

Tabla C6. 1. Herramientas aplicadas en las diferentes obras piloto. Todas las herramientas listadas forman parte del flujo de trabajo para cada obra. Fuente: Elaboración propia.

Obra	Capítulos asociados	Herramientas y procedimientos aplicados
1. Obra tipo conservación de cauces: Conservación global de cauces en la cuenca del Río Bueno – Sector Crucero	Volumen I capítulos 2, 3 y 4	• Matriz de Indicadores • Matriz de AA y CH • Matriz de Alteraciones • Matriz de Buenas Prácticas
2. Obra tipo conservación de cauces: Conservación global de cauces en la cuenca del Río Bueno – Sector Pichirropulli	Volumen I capítulos 2, 3 y 4	• Matriz de Indicadores • Matriz de AA y CH • Matriz de Alteraciones • Matriz de Buenas Prácticas
3. Obra tipo puente: Puente segundo acceso a San José de la Mariquina ⁹.	Volumen I capítulos 2, 3, y 5	• Instructivo de Segmentación y Clasificación • Matriz de Indicadores • Matriz de AA y CH • Matriz de Alteraciones • Matriz de Buenas Prácticas • Fichas de Aspectos Ambientales e Impactos • Fichas de Medidas

Observaciones para obras de conservación:

- El alcance de este estudio no contempla un análisis de pertinencia de ingreso al SEIA para obras de conservación. Se aplica la **Estrategia para abordar el literal s)**, únicamente para ilustrar el proceso propuesto en este estudio. La utilidad de esta estrategia radica en la posibilidad de identificar potenciales alteraciones de una obra. Esto permite identificar Buenas Prácticas (BBPP) para minimizar esas alteraciones.
- El SEA tiene la autoridad para excluir obras de conservación del SEIA¹⁰:
 - Obras de conservación que debido a su menor magnitud y potencial impacto en los OP.
 - Obras de conservación para salvaguardar la vida de la población ante riesgos producidos por crecidas de cuerpos de agua que justifique su exclusión.

⁹ De acuerdo a la Resolución de Consulta de Pertinencia realizada al SEA el proyecto “requiere ingresar obligatoriamente al SEIA en forma previa a su ejecución”. Esto se resuelve en base a la consideración del literal p) y s) de la Ley N° 19.300 y del análisis efectuado que determina que “el proyecto se pretende emplazar en el humedal Sist. de Ríos Valdivianos- Ríos Cruces, Calle- Calle y Trib.” según consta en el Inventario Nacional de Humedales del MMA, el cual se encuentra asociado a límite urbano de la provincia de Valdivia. Documento Digital N° 20231410157 – Fecha: 30/06/2023 Servicio de Evaluación Ambiental (2023) ID: PERTI-2023-5630

¹⁰ Según lo especificado en la respuesta del SEA a DGOP sobre pronunciamiento respecto a consultas de pertinencia de ingreso de proyectos o actividades o sus modificaciones al SEIA (Documento Digital N° 202399102991).

6.6 Estrategia para abordar el literal s) en las obras piloto

A continuación, se describen en forma resumida los pasos de la estrategia aplicados a las obras piloto. Los procedimientos e instructivos, así como las herramientas operativas mencionadas asociadas a la estrategia, pueden ser revisadas en profundidad en el cuerpo y anexos del Volumen I del estudio.

El análisis de pertinencia de ingreso al SEIA de acuerdo al literal s) (**Figura C6. 1**) está guiado por las instrucciones del SEA presentadas en su ORD N°20229910238. El flujograma consiste en una serie de preguntas para determinar la potencial alteración que generen actividades y procedimientos de obras MOP sobre los objetos de protección (OP ¹¹). de un humedal de interés.

Para responder las preguntas planteadas por el flujograma del SEA de forma técnica y sistemática, se propone una estrategia general que consta de diversos pasos divididos en dos fases. El objetivo último es contar con antecedentes para determinar si la obra MOP podría generar una alteración¹² física o química mediante un análisis de susceptibilidad. Cabe mencionar que la estrategia para abordar el literal s) es específica a las obras viales y fluviales que son objeto del estudio y funcional a una diversidad de humedales posibles con los que podrían interactuar. Las fases de la estrategia anteriormente mencionada son (**Figura C6. 2**):

1. **Fase 1. Caracterización base:** caracterización del humedal, la obra y su relación de proximidad mediante **procedimientos e instructivos prácticos**.
2. **Fase 2. Análisis de susceptibilidad:** Considera los chequeos necesarios para determinar la susceptibilidad de afectación del literal s) mediante la aplicación de una serie de **herramientas operativas**.

Este procedimiento es aplicable tanto para obras de conservación como obras de construcción. En el caso de que una obra de conservación no requiera ingresar al SEIA por disposición previa de la autoridad ambiental, el titular podrá, de igual forma, mejorar los estándares de la obra siguiendo los pasos indicados en la estrategia. En cada obra piloto se presenta este diagrama (**Figura C6. 2**), señalando la ruta correspondiente para el análisis de susceptibilidad del literal s).

¹¹ Es objeto de protección cualquier humedal, sus flujos ecosistémicos, sus componentes y las interacciones entre éstos. (Dictamen CGR N° E420195).

¹² Se entenderá por alteración física a aquellos cambios en la estructura y funcionamiento del humedal y que afecten a sus componentes bióticos (flora, vegetación y fauna), sus interacciones o sus flujos ecosistémicos. Por otra parte, se entenderá por alteración química a aquellos cambios en componentes abióticos (por ejemplo, agua o aire), y cuyas concentraciones y/o características se vean alteradas de forma tal que sobrepasen la capacidad del humedal de procesar naturalmente dicho cambio, afectando a sus componentes bióticos, sus interacciones o sus flujos ecosistémicos (ORD SEA N°20229910238).

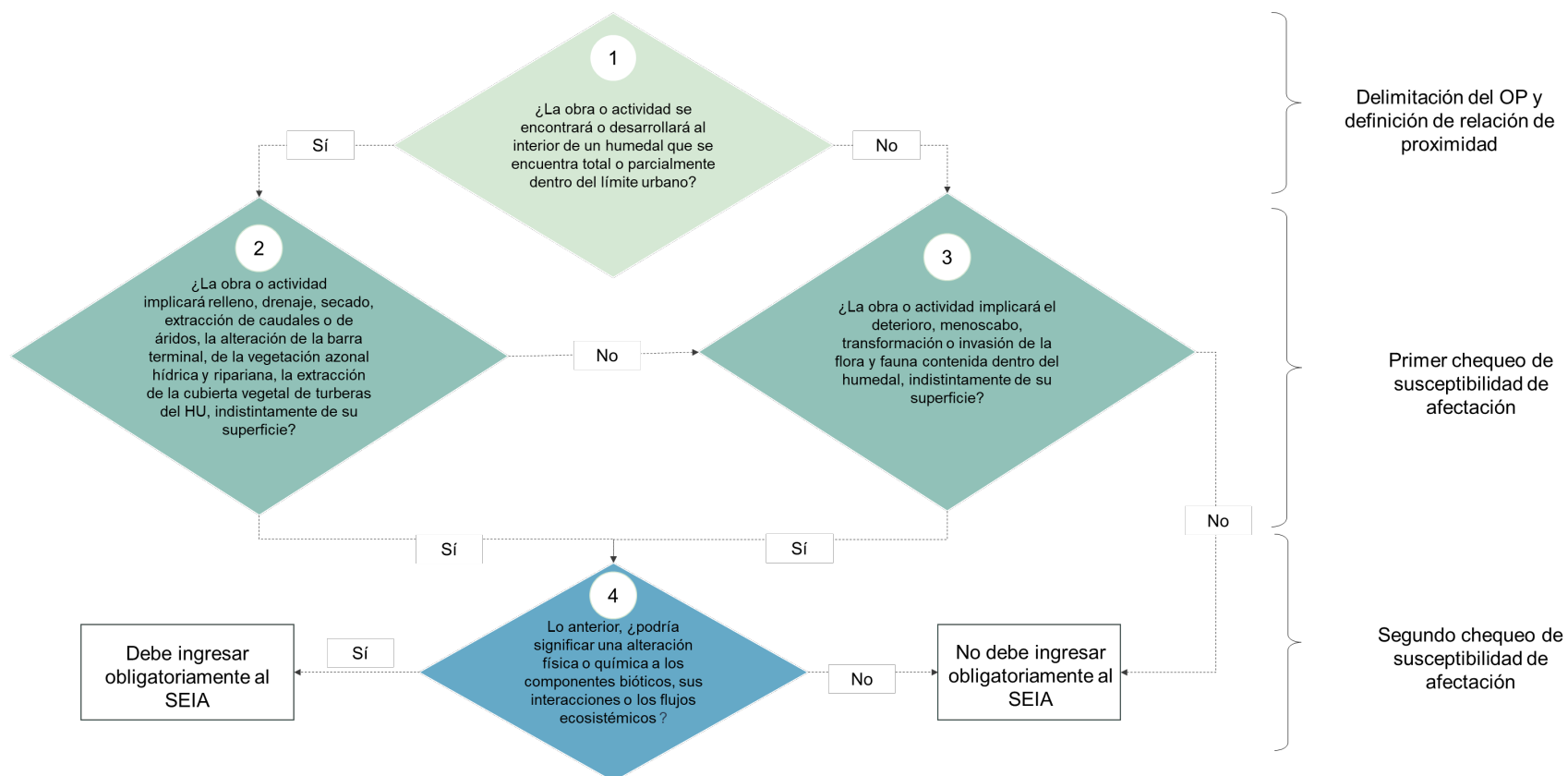


Figura C6. 1. Flujograma para determinar pertinencia de ingreso al SEIA de acuerdo al literal s). Fuente: Elaboración propia, adaptado de Oficio ORD SEA N°20229910238.

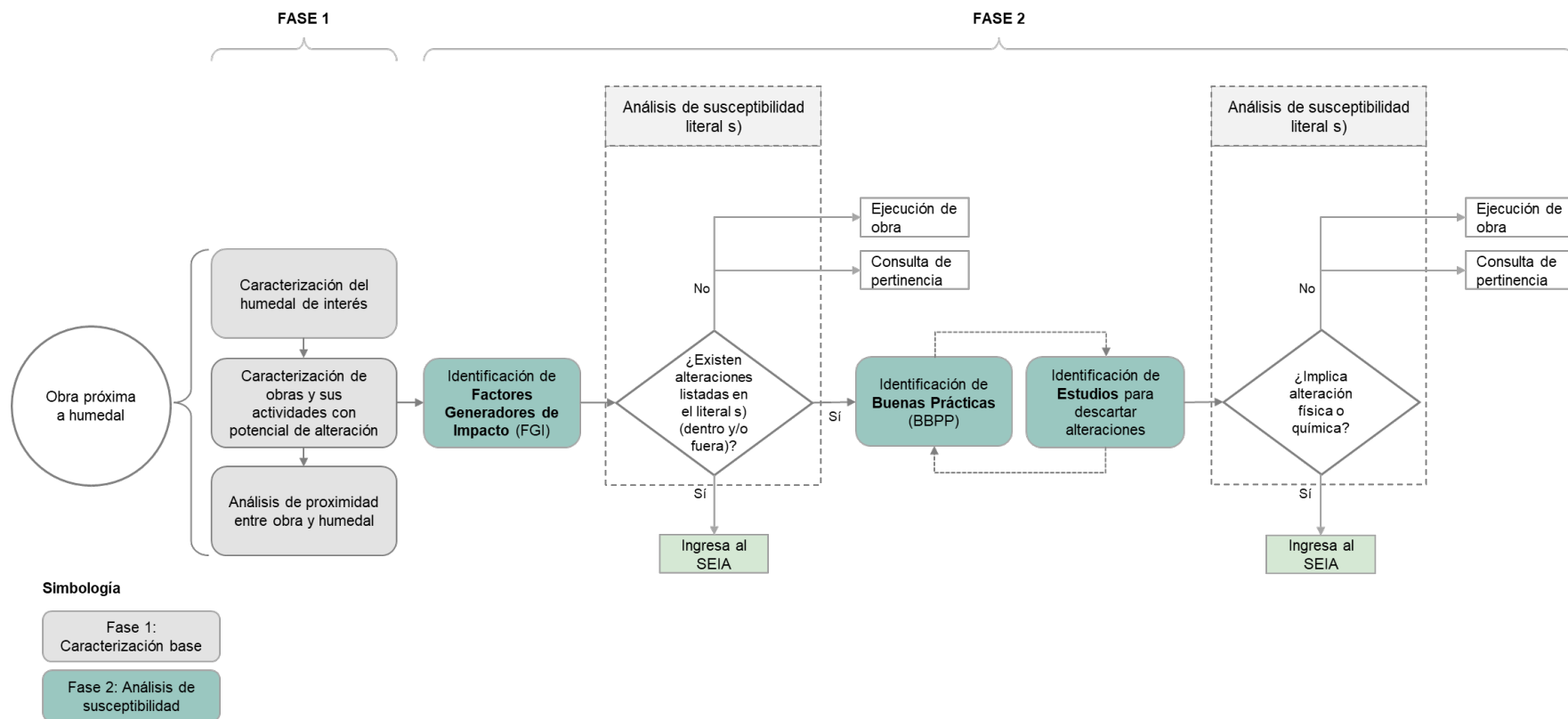


Figura C6. 2. Estrategia para abordar el análisis del literal s). Fuente: Elaboración propia.

6.6.1 Fase 1: Caracterización del humedal, la obra y su relación de proximidad

La Fase 1 consiste en **procedimientos e instructivos** para realizar tres caracterizaciones que sirven como insumos base para abordar el literal s): el humedal, la obra y su relación de proximidad. Consisten en un trabajo de gabinete estratégico y rápido para recopilar información necesaria para enfrentarse al análisis de susceptibilidad del literal s) en la fase dos. Se destaca la importancia de realizar estas caracterizaciones independientemente del ingreso al SEIA, puesto que aportarán al entendimiento del humedal como ecosistema y las formas en que la obra interactúa con este en la generación de alteraciones potenciales.

Caracterización del humedal

La caracterización del humedal se guía por una serie de pasos indicados en la **Figura C6. 4**, la cual presenta dos secciones.

1. **Sección izquierda:** Decisiones lógicas que dependen de las características del humedal y que permitirán definir el Objeto de Protección (OP) para efectos de la Ley 21.202. Las preguntas clave de esta sección son:
 - a. ¿Se encuentra declarado como humedal urbano?
 - b. ¿Se encuentra reconocido en el Inventario Nacional de Humedales?
 - c. ¿Se clasifica como un humedal de tipo Río/Ribereño?
 - d. ¿El humedal se encuentra asociado a un límite urbano?
2. **Sección derecha:** Propone pasos para caracterizar el humedal en tres escalas:
 - a. Escala polígono del humedal de interés
 - b. Escala área de sustento del humedal
 - c. Escala subcuenca (según la DGA) en la cual se encuentra inserto el humedal.
 - d. Por último, la caracterización del humedal considera el paso de selección de indicadores de viabilidad ecológica

Los **Indicadores** se organizan según **Objetos de Protección** (OP) asociados a humedales, los que a su vez se componen de **Atributos Ecológicos Clave** (AEC). Estos conceptos son compatibles y homólogos con el lenguaje técnico y legal utilizado en el SEIA (**Volumen 1, Anexo 1 Glosario de terminología legal**).

- **Objeto de Protección** (OP): Componente ambiental que se busca proteger de potenciales alteraciones de un proyecto u obra. En caso de humedales, se consideran 5 OP (SEA, 2023): agua, suelo, flora y vegetación, fauna y ecosistema.
- **Atributos Ecológicos Clave** (AEC): Componentes de un OP que determinan el estado actual de un humedal y son “clave”, ya que, sin ellos, el OP no tiene viabilidad ecológica.
- **Indicador:** Variables específicas que miden la condición física, química y biológica del humedal. Sus rangos o umbrales para la salud del ecosistema son diferentes para cada caso y tipo de humedal, por lo que no es posible determinarlos a priori.

La identificación de indicadores es **estratégica para el titular**, ya que establece un marco de estándares que puede ser utilizado en diferentes procesos interrelacionados, como la evaluación de impacto ambiental o el seguimiento de buenas prácticas (**Figura C6. 3**).



Figura C6. 3. Versatilidad de los indicadores de viabilidad ecológica para aplicar en diferentes procesos del MOP para ejecutar obras viales y fluviales en proximidad de humedales afectos al literal s). Fuente: Elaboración propia.

Dado que los indicadores se pueden aplicar a estos diversos procesos, esto permite optimizar el trabajo invertido. Al elegir los indicadores adecuados, el titular puede usarlos a continuación en las etapas que necesite sin repetir la selección.

La selección de los indicadores se apoya en el **Anexo Digital 1 Matriz de Indicadores** en la que se explica detalladamente el listado de indicadores indicando los siguientes campos:

- El OP y AEC al que corresponde.
- Tipo de ecosistema en el que aplican
- Descripción.
- Importancia.
- Unidad de medición.
- Instrumento de medición.
- Aspectos del diseño de monitoreo.
- Consideración en guías del SEA.
- Nivel de factibilidad de implementar el indicador.

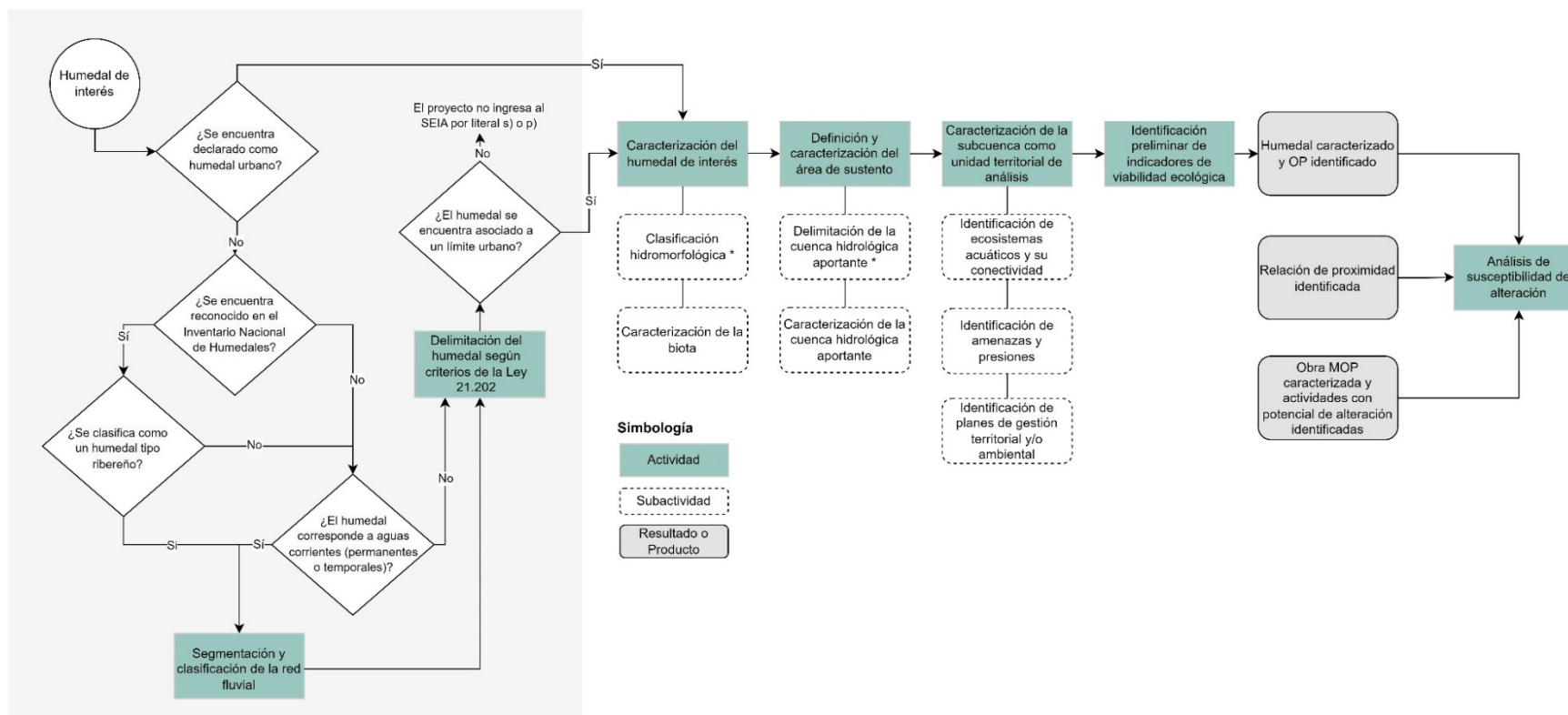


Figura C6. 4. Estrategia de caracterización del humedal de interés, su área de sustento y subcuencas. Fuente: Elaboración propia.

Caracterización de la obra

La caracterización de las obras de conservación y construcción busca identificar aquellos procedimientos de trabajo que pueden generar potenciales alteraciones sobre el humedal y sus componentes. La caracterización contempla el análisis en las siguientes etapas del ciclo de vida:

- Etapa de instalación de la empresa constructora y entrega de terrenos.
- Etapa de ejecución de obras.
- Etapa de finalización de los trabajos.

Para cada obra indicada para este estudio se provee un pormenorizado y descripción de las actividades y procedimientos de trabajo. Esto se acompaña con un diagrama de flujo (**Figura C6. 5**), en donde es posible identificar: el inicio y fin de las operaciones, diferentes procedimientos o actividades y cómo se relacionan, momentos que implican una toma decisión o alternativas de cursos de acción, productos de un proceso a actividad y las actividades que pudiesen generar alguna alteración en el humedal de interés, es decir, el objeto de protección o en otro humedal. Toda esta información ya está desarrollada en el Capítulo 3 y Anexo 8 del Volumen I del estudio. De esta forma, el análisis de las obras piloto sólo requiere contrastar el diseño real de la obra con la documentación base.

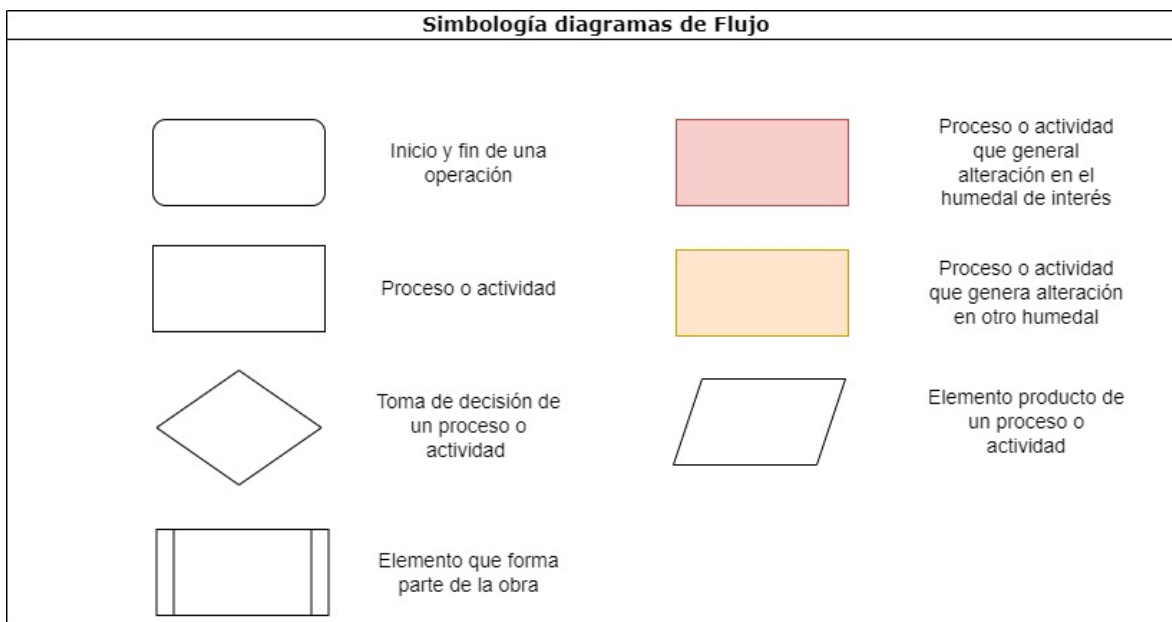


Figura C6. 5. Simbología empleada en diagramas de flujo de descripción de procedimientos de trabajo. Fuente: Elaboración propia.

En lo específico, la caracterización de la obra permite identificar en la Fase 2 aquellos aspectos propios de la obra susceptibles de interactuar con el humedal o **Aspectos Ambientales (AA)** y los **Cambios en el Humedal (CH)** potenciales. Al integrar el análisis de la obra, es posible identificar los **Factores Generadores de Impacto (FGI)** para los distintos procedimientos de trabajo, los que se sistematizan en una matriz de alteraciones **potenciales**. Los conceptos anteriores se definen a continuación:

- **Factor Generador de Impacto (FGI):** Partes, acciones o procesos de la obra que pueden causar impacto ambiental en alguna fase del proyecto.
- **Aspecto Ambiental (AA):** Aspectos propios de una obra, susceptible a interactuar con el medio ambiente.
- **Cambio en el Humedal (CH):** Alteraciones que ocurren en el humedal como efecto de los FGI. Pueden ser positivos o negativos. Pueden ser significativos o no significativos.

El análisis de la documentación de las obras, que incluye descripciones y diagramas, se apoya en herramientas operativas de la Fase 2. Estas son: (a) Matriz de Aspectos Ambientales (AA) y Cambios en el Humedal (CH) y (b) Matriz de Alteraciones. Dichas herramientas permiten identificar los AA, FGI y CH para cada procedimiento de trabajo identificado para las obras que son objeto de este estudio. La **Figura C6. 6** muestra el flujo de trabajo para la identificación de AA, CH y FGI

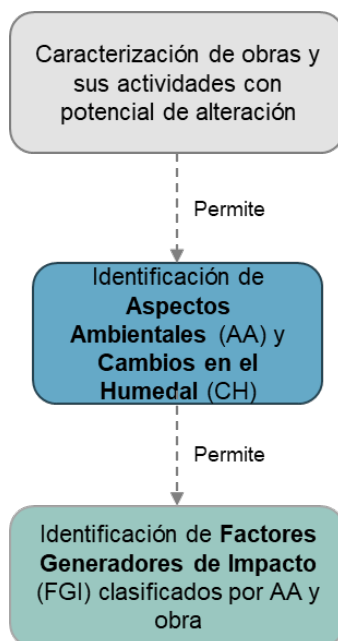


Figura C6. 6. Relación entre la caracterización de obras y la identificación de Aspectos Ambientales (AA), Cambios en el Humedal (CH) y Factores Generadores de Impacto (FGI). Fuente: elaboración propia.

Relación de proximidad

El último paso de la Fase 1 consiste en determinar la ubicación relativa de la obra con respecto al humedal. Este paso es importante, puesto que permite evaluar en la Fase 2 que las alteraciones identificadas puedan generar las afectaciones listadas en el instructivo del literal s).

La relación de proximidad depende de las siguientes consideraciones:

- La relación de proximidad se refiere a la ubicación relativa de la obra **con respecto** al humedal asociado a un límite urbano.
- Las relaciones están conceptualizadas **para cada intersección o cercanía** entre obra y humedal.
- Las relaciones no son excluyentes. Es decir, una misma intersección o cercanía, puede tener más de una relación de proximidad con un humedal o más de un humedal.
- Estas relaciones aplican tanto obras de conservación como a obras de construcción.

Las relaciones de proximidad son cuatro y se definen en la **Tabla C6. 2**.

Tabla C6. 2. Relaciones de proximidad para obras de conservación y construcción. Fuente: Elaboración propia.

Tipo de relación	Descripción de la intersección
Dentro	La obra se ubica dentro, sobre o atravesando el humedal. Aplica para humedales con espejo de agua permanente y/o estacional.
Aguas arriba	La obra se ubica aguas arriba del humedal de interés. Incluye aguas arriba por el cauce y aguas arriba en la cuenca.
Aguas abajo	La obra se ubica aguas abajo del humedal de interés, a lo largo del cauce
Alrededor	La obra se ubica en los alrededores del humedal de interés. Aplica en obras localizadas cerca del humedal o su cuenca aportante, sin necesariamente estar dentro de la cuenca o en contacto directo con el humedal.

6.6.2 Fase 2: Análisis de susceptibilidad del literal s)

La Fase 2 provee una serie de **herramientas operativas** (Tabla C6. 3) para realizar los dos chequeos asociados al análisis de susceptibilidad del literal s) que forman parte de la estrategia general propuesta en el Capítulo 2, Volumen I.

La estrategia **Figura C6. 2** utiliza herramientas transversales a las diferentes obras pero que deberán ser aplicadas según las características propias de la obra y del humedal. La estrategia tiene una línea central y pasa por dos chequeos, el primero de estos se vincula a los rombos 2 y 3 de la **Figura C6. 1** que representa el instructivo del SEIA para el literal s) y el segundo chequeo con el rombo 4 del mismo instructivo.

Las herramientas y chequeos están concebidos para que, de forma estratégica, el titular cuente con los insumos necesarios para tomar una decisión informada respecto del literal s), ya sea para ejecutar la obra directamente, realizar una consulta de pertinencia o ingresar al SEIA. En cualquier caso, la incorporación de BBPP se considera apropiada desde el punto de vista de mejorar los estándares ambientales de las obras, especialmente aquellas obras de conservación que, generalmente, no se evalúan ambientalmente.

Tabla C6. 3. Herramientas utilizadas en la estrategia para el análisis de susceptibilidad de afectación del literal s). Fuente: *Elaboración propia.*

Herramienta	Tipo	Anexo	Formato
 Matriz de Indicadores	Base de datos	Anexo digital 1	Excel (.xlsx)
 Matriz de aspectos ambientales y cambios en el humedal	Tabla	Anexo digital 2	Excel (.xlsx)
 Matriz de alteraciones	Base de datos	Anexo digital 3	Excel (.xlsx)
 Matriz de buenas prácticas	Base de datos	Anexo digital 4	Excel (.xlsx)
 Fichas de buenas prácticas	Fichas	Anexo 9	N/A
 Matriz de estudios	Tabla	Anexo digital 5	Excel (.xlsx)
 Fichas de estudios para descartar alteraciones	Fichas	Anexo 10	N/A

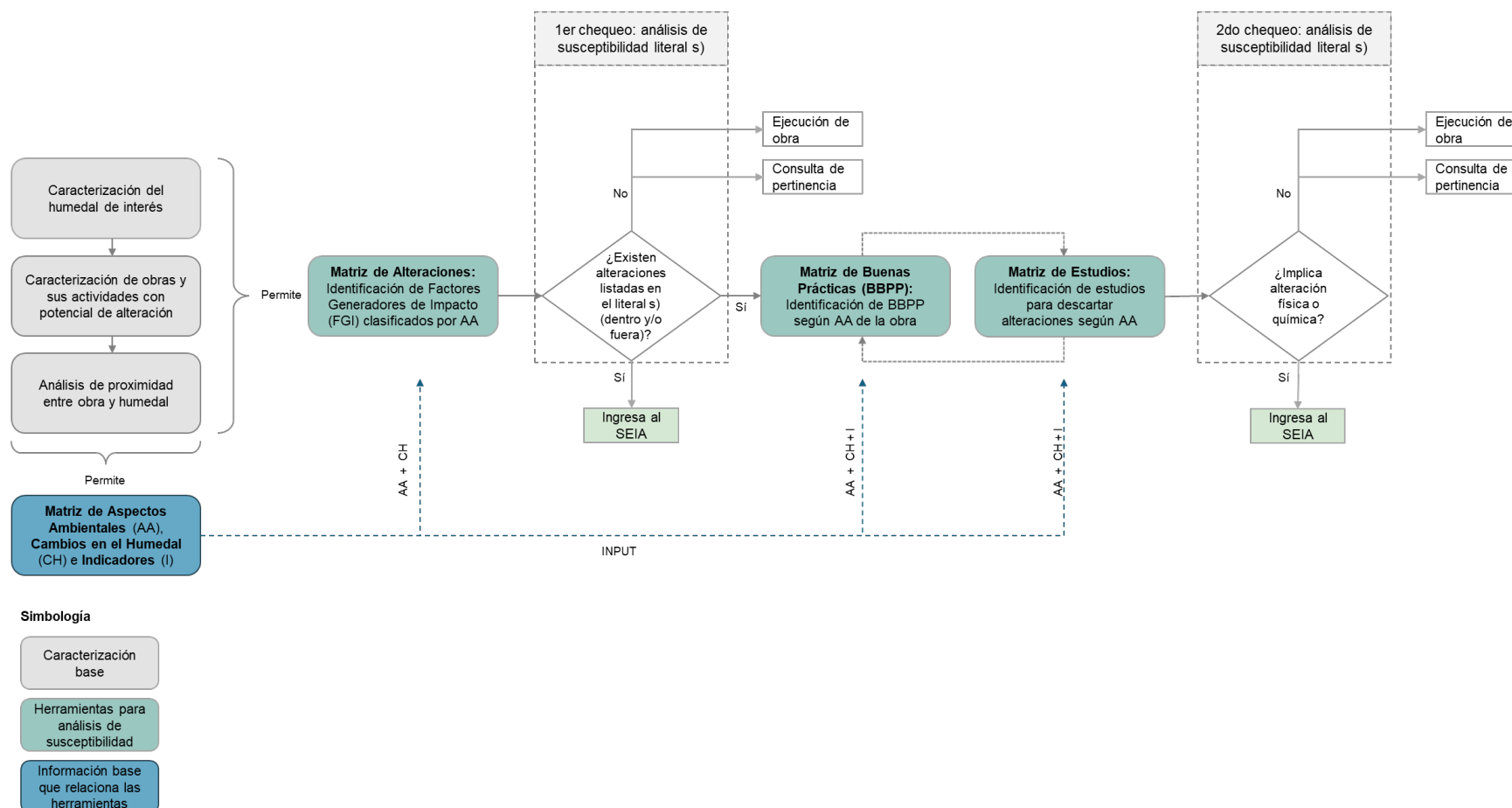


Figura C6. 7. Diagrama de flujo que presenta la estrategia para abordar el análisis de susceptibilidad de afectación según el literal s). Fuente: Elaboración propia.

Identificación de Factores Generadores de Impacto y Aspectos Ambientales

La identificación de FGI y AA corresponde al primer paso de la Fase 2 de la estrategia general. Se apoya en diversos insumos de información, incluyendo el análisis descriptivo de las obras y procedimientos de trabajo, la relación de proximidad entre las obras y el humedal y otros como la visita a terreno y las comunicaciones con profesionales de la obra. Los insumos anteriores se cruzan con tres herramientas operativas desarrolladas para este estudio: (a) Matriz de Aspectos Ambientales (AA) y Cambios en el Humedal (CH) y (b) Matriz de Alteraciones; esta última es posteriormente utilizada para el primer análisis de susceptibilidad del literal s). La identificación de FGI y AA es el principal insumo para poder realizar el primer análisis de susceptibilidad indicado en la estrategia general para abordar el literal s). Cabe recordar que un FGI puede tener múltiples AA y un AA puede estar asociado a múltiples FGI.

Identificación de Buenas Prácticas

El alcance de este estudio no contempla el análisis de pertinencia de ingreso al SEIA para obras de conservación. La utilidad de realizar el análisis de susceptibilidad de afectación del literal s) radica en poder caracterizar el humedal e identificar posibles alteraciones para así poder seleccionar BBPP adecuadas para la obra.

6.6.3 Evaluación ambiental en el SEIA

La obra de construcción se aborda teóricamente dentro del SEIA, en el contexto de una EIA. En este sentido, una vez identificadas los FGI y AA, el foco se pone en entregar lineamientos para la determinación del área de influencia, identificación y cuantificación de impactos (predicción y evaluación) y, finalmente, la selección de medidas apropiadas, incluyendo consideraciones para el seguimiento de estas.

Los procedimientos y herramientas utilizados de forma teórica para el caso de la obra de construcción se muestran destacados en la **Figura C6. 8** Los principales pasos se describen a continuación.

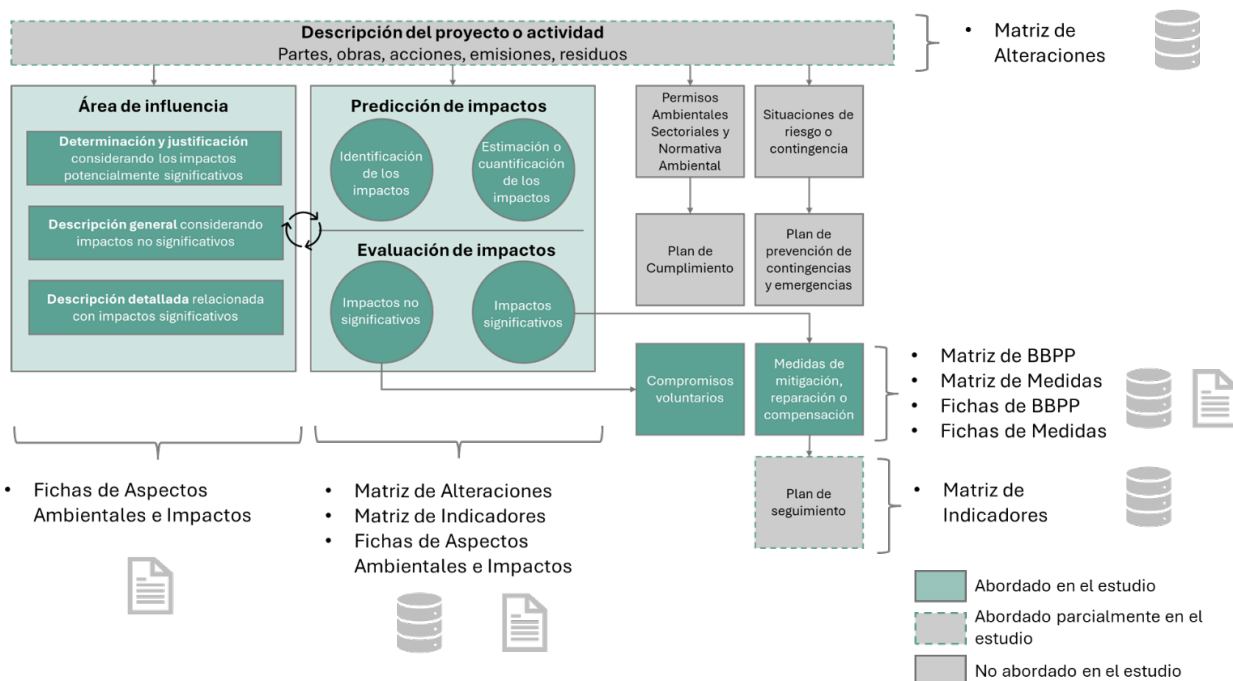


Figura C6. 8. Proceso de evaluación de impacto ambiental y componentes que aborda el alcance de las herramientas aplicadas en este estudio. Fuente: Adaptada de SEA, 2023.

Área de influencia y predicción y evaluación de impactos

La principal herramienta para estos procesos son las **Fichas de Aspectos Ambientales e Impactos**. En estas se establecen lineamientos y consideraciones, dentro de un marco procedimental, para la evaluación ambiental de proyectos que ingresen al SEIA con titularidad de MOP y que afecten a humedales, así como también para el desarrollo de medidas de mitigación, reparación y compensación. Dicha información se organiza de forma sistemática y consecutiva en base a procesos o etapas clave de la EIA en el SEIA:

- Consideraciones para determinar el área de influencia (AI)
- Consideraciones para describir los OP en el AI
- Lineamientos para identificar el impacto
- Lineamientos para estimar y cuantificar el impacto
- Criterios para evaluar la significancia del impacto.

Cabe destacar que, debido a la aplicación teórica del caso, no se llevan a cabo los estudios necesarios ni los levantamientos en terreno requeridos para realizar la evaluación ambiental. Solo se entregan directrices técnicas y lineamientos para la toma de decisiones.

Selección de medidas

La selección de medidas utiliza la herramienta **Matriz de Medidas**. Aquí se sugieren medidas de mitigación y reparación para todos los impactos identificados en el paso anterior. Una vez seleccionadas las medidas, las **Fichas de Medidas** permiten profundizar en aspectos técnicos de estas.

Programa de monitoreo y mantención

Se proponen lineamientos de monitoreo y mantenimiento para algunas medidas seleccionadas a modo de ejemplo. Estas incluyen medidas representativas que abordan impactos característicos de diferentes OP, así como medidas con distintas escalas de tiempo: algunas aplicables solo durante la fase constructiva y otras de carácter permanente, vigentes a lo largo de toda la vida útil del proyecto. Estos lineamientos podrán ser parte del programa de seguimiento de las medidas para la evaluación ambiental.

CAPÍTULO 7 | Aplicación práctica de la estrategia

7.1 Obra piloto 1: Conservación global de cauces naturales cuenca del Río Bueno, Sector Crucero

En esta obra de conservación se aplicará la Fase 1 completa y la Fase 2 hasta la aplicación de la **Matriz de Buenas Prácticas** tal como se indica en la **Figura C7. 1**. No considera análisis de susceptibilidad de afectación del literal s).

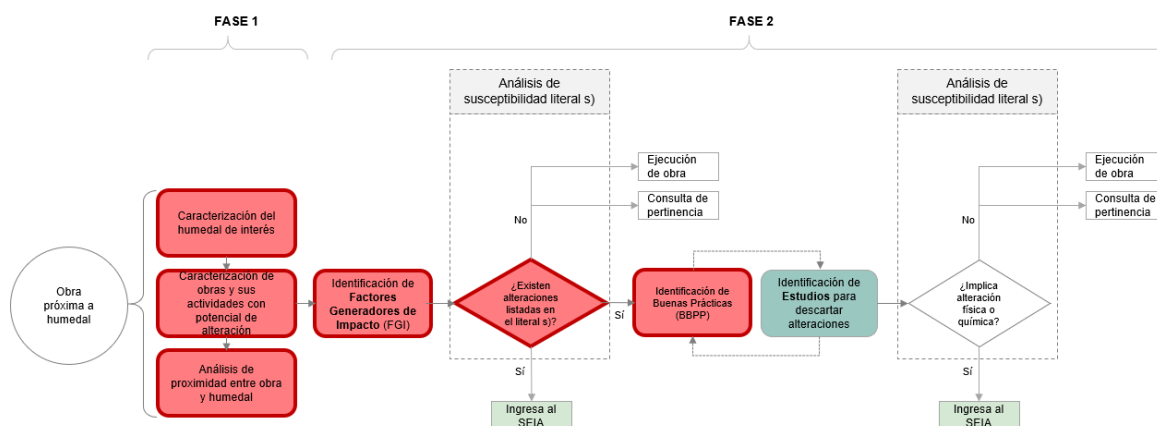


Figura C7. 1. Aplicación de la estrategia de análisis sobre literal s) en Obra Piloto 1. Fuente: Elaboración propia

Para el ejemplo de la obra piloto 1, se desarrollarán en profundidad ciertas herramientas (**Tabla C7. 1**).

Tabla C7. 1. Foco de la aplicación de procedimientos o herramientas operativas para la obra piloto 1 “Conservación global de cauces en la cuenca del Río Bueno, sector Crucero”. Todas las herramientas listadas son parte del flujo de trabajo para cada obra. Aquellas indicadas con (*) serán desarrolladas en mayor profundidad. Fuente: Elaboración propia.

Obra	Capítulos asociados	Herramientas y procedimientos aplicados
Obra tipo conservación de cauces: Conservación global de cauces en la cuenca del Río Bueno – Sector Crucero	Volumen I capítulos 2, 3 y 4	• Matriz de Indicadores • Matriz de AA y CH • Matriz de Alteraciones (*) • Matriz de Buenas Prácticas (*)

7.1.1 Indicación sobre Literal s)

Considerando que, hasta a fecha de presentación de este **Informe Volumen II**, no existe una determinación definitiva sobre el ingreso de obras de conservación al SEIA, el alcance de este ejemplo no contempla un análisis de pertinencia de ingreso al SEIA para la obra “Conservación global de cauces en la cuenca del Río Bueno.”

Se aplica la **Estrategia para abordar el literal s)**”, únicamente para ilustrar el proceso de identificar potenciales alteraciones de una obra. Esto permite identificar Buenas Prácticas (BBPP) adecuadas para la obra y que permitan minimizar las potenciales alteraciones.

Es el SEA el organismo con la autoridad para decidir sobre la exclusión del SEIA de obras de conservación bajo cierto tipo de circunstancias:

- Obras de conservación que pueden ser excluidas del SEIA debido a su menor magnitud y potencial impacto en los OP.
- Obras de conservación para salvaguardar la vida de la población ante riesgos producidos por crecidas de cuerpos su agua que justifique su exclusión.¹³

¹³ Según lo especificado en la respuesta del SEA a DGOP sobre pronunciamiento respecto a consultas de pertinencia de ingreso de proyectos o actividades o sus modificaciones al SEIA (Documento Digital N° 202399102991).

7.1.2 Fase 1

Identificación del humedal de interés

El humedal de interés comprende dos esteros sin nombre, tributarios del Río Currileufú, parte de la subcuenca del Río Pilmaiquén, cuenca del Río Valdivia. Corresponde a una sección urbana de ambos tributarios, en la comuna de Río Bueno, sección en la que el Ministerio de Obras Públicas considera la conservación de cauces naturales, habilitación de enrocado y mejoramiento de atravesos viales (**Figura C7. 2**). Corresponde a un humedal de tipo Ribereño/Río no declarado como urbano, pero asociado a límite urbano.

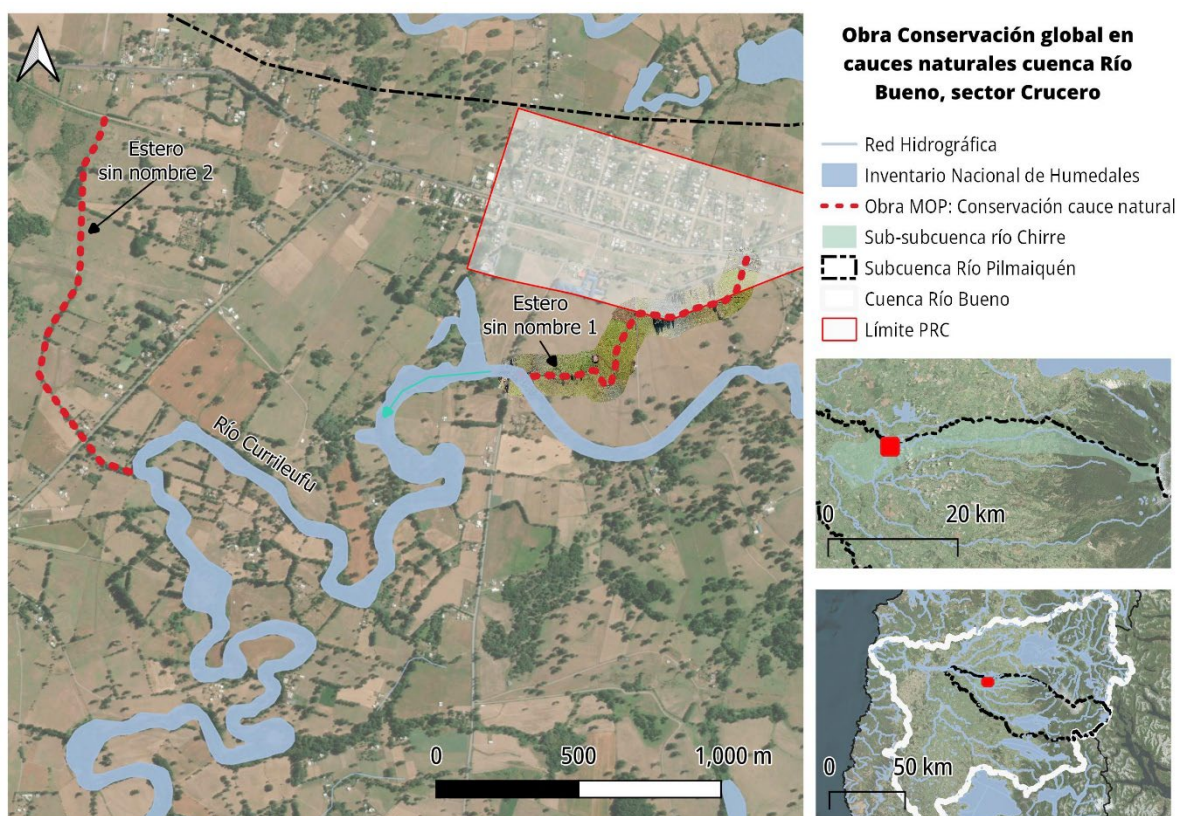


Figura C7. 2. Cartografía de emplazamiento de obras de conservación global en cauces naturales de la cuenca del Río Bueno en el sector Crucero de la comuna de Río Bueno, en dos esteros sin nombre. Se indica la red vial, la red hidrográfica, el área de sustento del humedal, la subcuenca del Río Pilmaiquén y la cuenca del Río Bueno. Fuente: Elaboración propia.

Para la obra piloto 1 en el Sector Crucero, las preguntas provenientes de la estrategia de caracterización de humedal (**Figura C6. 4**), se abordan en la **Tabla C7. 2** para el Estero Sin Nombre 1 y el Estero Sin Nombre 2

Tabla C7. 2. Decisiones para caracterizar el humedal de interés en la obra piloto “Conservación global de cauces en la cuenca del Río Bueno – Sector Crucero”. Fuente: Elaboración propia.

Pregunta	Respuesta Esteros Sin Nombre 1	Decisión Esteros Sin Nombre 1	Respuesta Esteros Sin Nombre 2	Decisión Esteros Sin Nombre 2
1. ¿Se encuentra declarado como humedal urbano?	No	Pregunta 2	No	Pregunta 2
2. ¿Se encuentra reconocido en el Inventario Nacional de Humedales?	No	Pregunta 4	No	Pregunta 4
3. ¿Se clasifica como un humedal tipo Río / Ribereño?	N/A	N/A	N/A	N/A
4. ¿El humedal corresponde a aguas corrientes (permanentes o temporales)?	Si	Segmentación y clasificación ¹⁴	Si	El humedal se encuentra completamente fuera del límite urbano ¹⁵
5. ¿El humedal se encuentra asociado a un límite urbano?	Si	Caracterización del humedal	No	No está afecto al literal s)

¹⁴ Aunque este humedal, Estero Sin Nombre 1, cumple con la característica de ser de tipo Río/Ribereño, no se aplicará el Instructivo de Segmentación y Clasificación del estudio, ya que esta herramienta operativa, será aplicada en el caso de San José de la Mariquina.

¹⁵ En el caso del Estero Sin Nombre 2, es clara la extensión del humedal hacia aguas arriba (inicio del canal) y hacia aguas abajo (confluencia con el siguiente curso de agua de igual o mayor orden hidrológico). Considerando lo anterior, este humedal no se encuentra dentro del límite urbano por lo cual no está afecto al literal s).

Caracterización del humedal urbano de interés

El humedal corresponde a un humedal de tipo Ribereño/Río, asociado a límite urbano no declarado oficialmente, emplazado en la Cuenca del Río Bueno, subcuenca del Río Pilmaiquén, Para efectos de la caracterización hidro-geomorfológica y de la biota, se tomó como área de **referencia** la sub-subcuenca del Río Chirre, ubicada a escasos kilómetros aguas abajo del humedal de interés.

Caracterización hidro-geomorfológica

La sub-subcuenca del Río Chirre está definida por un clima húmedo lluvioso. Es un sistema fluvial de origen pluvial y lacustre que mantiene una estación seca bien definida, registrando un promedio de precipitaciones de 2294 mm al año (**Figura C7. 3**). Durante los meses de verano, disminuye considerablemente la precipitación, registrando entre 90 y 120 mm al mes. El registro histórico muestra una marcada estacionalidad, donde la mayoría de las precipitaciones ocurre entre abril y septiembre, los meses más fríos. La precipitación durante los meses de otoño y primavera supera los 100 mm mensuales, registrando un promedio mensual máximo durante junio, de 350 mm mensuales, y una máxima histórica registrada durante junio, alcanzando 620 mm mensuales.

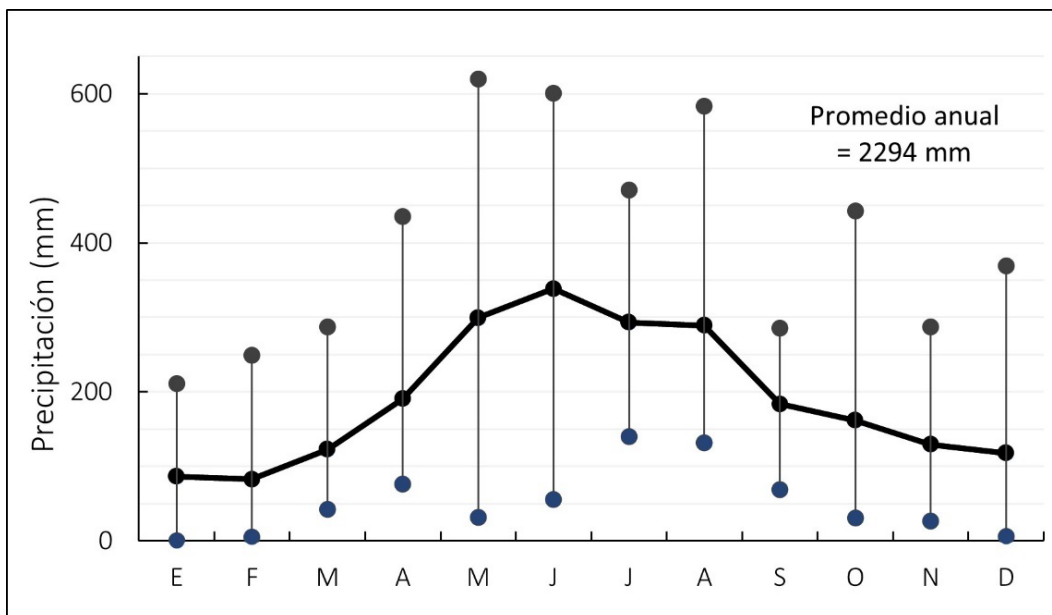


Figura C7. 3. Precipitación promedio, mínima y máxima mensual según el set de datos nacional de CR2MET, en el Río Chirre, antes de la confluencia con el Río Pilmaiquén. Se indica el promedio de precipitación anual para el mismo periodo. Fuente: <https://camels.cr2.cl>

De la misma manera, el hidrograma de la sub-subcuenca del Río Chirre nos muestra una marcada estacionalidad, gobernada por el régimen de precipitaciones, sin influencia lacustre, a diferencia de la subcuenca del Río Pilmaiquén (**Figura C7. 4**). En este caso, presenta un caudal medio anual de 15 m³/s, presentando caudales medios mensuales por debajo de ese valor entre los meses de noviembre y mayo. Durante los meses de invierno, el caudal supera el caudal medio anual, llegando hasta 35 m³/s durante el mes de agosto. El caudal máximo registrado también es durante el mes de agosto, y alcanzó 183 m³/s.

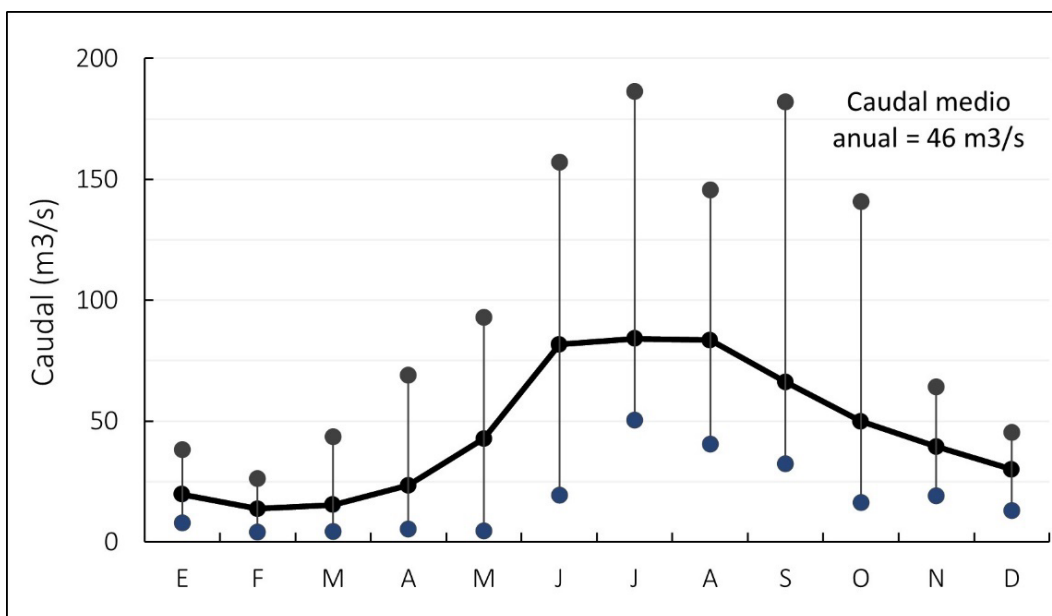


Figura C7. 4. Caudal promedio, mínimo y máximo mensual del en el Río Chirre, antes de la confluencia con el Río Pilmaiquén en estación fluviométrica de la Dirección General de Aguas. Elaboración propia. Fuente: <https://camels.cr2.cl/>

Caracterización de la biota del humedal

Es posible describir un ecosistema ribereño conformado por dos microcuencas de dos esteros sin nombre, como tributarios del Río Currileufú. Los esteros son de caudal indeterminado durante la época seca. Sin embargo, es posible observar la presencia de vegetación permanente en sus riberas, a pesar de emplazarse en un ambiente urbano y de actividades agropecuarias.

Respecto a la caracterización de la biota local, existen referencias técnicas recientes en el marco del estudio encargado por el Gobierno Regional de Los Ríos de “Diagnóstico integral de los humedales de la Región de Los Ríos” (<https://humedaleslosrios.cl/>) y ejecutado por Edáfica Consultores. De dicho estudio es posible extraer información biológica de las comunidades naturales presentes en ecosistemas **similares** al humedal de interés (**Figura C7. 5**, polígonos color verde claro).



Figura C7. 5. Ecosistemas de referencia (A y B) para la descripción de comunidades presentes en el humedal de interés (círculo rojo). Fuente: <https://humedaleslosrios.cl/>

Flora y Vegetación

El área de estudio pertenece a la región hiperhúmeda de Chile y aloja la formación vegetal Bosque Caducifolio del Sur¹⁶. En específico, el área corresponde al piso vegetal bosque caducifolio templado de *Nothofagus obliqua* (roble) - *Laurelia sempervirens* (tepa)¹⁷. El área circundante al humedal de interés se compone principalmente de praderas con fines agropecuarios, con abundante vegetación arbórea en zonas ribereñas arbóreas alrededor de los cauces naturales, compuestas por especies nativas y exóticas (**Figura C7. 6**).

¹⁶ Gajardo Michell, R. (1994). La vegetación natural de Chile. Clasificación y distribución geográfica. Santiago, Chile: Editorial Universitaria.

¹⁷ Luebert, Federico & Patricio Pliscoff. Sinopsis bioclimática y vegetal de Chile (2018). Editorial Universitaria.



Figura C7. 6. Vegetación circundante al humedal de interés. Arriba el Estero Sin Nombre 1, y abajo el Estero Sin Nombre 2. Fuente: Elaboración propia.

Las especies de flora presentes en los ecosistemas de referencia, y que potencialmente pueden estar en el humedal de interés son un total de 94 especies, de las cuales 70 son nativas y 24 introducidas (**Tabla C7. 3**). De las especies nativas, 11 de ellas son endémicas, es decir, habitan exclusivamente el territorio nacional, 12 tienen categoría de conservación Casi Amenazada, 8 tienen categoría Vulnerable.

Tabla C7. 3. Listado de especies de plantas, arbustos y árboles potencialmente presentes en la subcuenca del río Chirre. Se indica familia, nombre científico y común y su origen fitogeográfico según es nativo o exótico, y su categoría de conservación. Fuente: Gobierno Regional de Los Ríos – Edáfica, 2024

Familia	Nombre científico	Nombre común	Origen	Categoría de conservación
Aextoxicaceae	<i>Aextoxicon punctatum</i>	Olivillo	Nativa	Casi Amenazada
Apiaceae	<i>Hydrocotyle cf. poeppigii</i>	Paraguaita	Endémica	Casi Amenazada
Apiaceae	<i>Osmorhiza chilensis</i>	Asta de cabra	Nativa	Casi Amenazada
Aspleniaceae	<i>Asplenium dareoides</i>	Filu lahuén	Nativa	Preocupación Menor
Asteraceae	<i>Achillea millefolium</i>	Milenrama	Introducida	No evaluado
Asteraceae	<i>Baccharis sphaerocephala</i>	Rari	Endémica	Vulnerable
Asteraceae	<i>Dasyphyllum diacanthoides</i>	Tayu	Nativa	Casi Amenazada
Asteraceae	<i>Hypochaeris radicata</i>	Hierba del chancho	Introducida	No evaluado
Asteraceae	<i>Senecio aquaticus</i>		Introducida	No evaluado
Asteraceae	<i>Tripleurospermum inodorum</i>	Manzanilla inodora	Introducida	No evaluado
Berberidaceae	<i>Berberis darwinii</i>	Michay	Nativa	Preocupación Menor
Bignoniaceae	<i>Campsidium valdivianum</i>	Pilpilvoqui	Nativa	Casi Amenazada
Blechnaceae	<i>Blechnum chilense</i>	Costilla vaca	Nativa	Preocupación Menor
Blechnaceae	<i>Blechnum hastatum</i>	Palmilla	Nativa	Preocupación Menor
Blechnaceae	<i>Blechnum magellanicum</i>	Katalapi	Nativa	Preocupación Menor
Blechnaceae	<i>Blechnum mochaenum</i>	Iquide	Nativa	Preocupación Menor
Brassicaceae	<i>Cardamine vulgaris</i>	Berro amargo	Nativa	Preocupación Menor
Brassicaceae	<i>Nasturtium officinale</i>	Berro de agua	Introducida	No evaluado
Bromeliaceae	<i>Fascicularia bicolor</i>	Chupalla	Endémica	Vulnerable
Caryophyllaceae	<i>Sagina procumbens</i>	Musgo de sol	Introducida	No evaluado
Celastraceae	<i>Maytenus boaria</i>	Maitén	Nativa	Preocupación Menor
Coriariaceae	<i>Coriaria ruscifolia</i>	Matarratones	Nativa	Preocupación Menor
Cunoniaceae	<i>Caldcluvia paniculata</i>	Tiaca	Nativa	Preocupación Menor
Cunoniaceae	<i>Eucryphia cordifolia</i>	Ulmo	Nativa	Preocupación Menor
Cyperaceae	<i>Carex excelsa</i>	Cortadera	Nativa	Preocupación Menor
Cyperaceae	<i>Cyperus eragrostis</i>	Cortadera	Nativa	Preocupación Menor
Cyperaceae	<i>Isolepis varians</i>		Nativa	Preocupación Menor
Cyperaceae	<i>Eleocharis sp.</i>	Junquillo	Nativa	Preocupación Menor
Dioscoreaceae	<i>Dioscorea brachybotrya</i>	Poñi	Nativa	Preocupación Menor
Dryopteridaceae	<i>Megalastrum spectabile</i>	Pesebre	Nativa	Preocupación Menor
Elaeocarpaceae	<i>Aristotelia chilensis</i>	Maqui	Nativa	Preocupación Menor

Equisetaceae	<i>Equisetum bogotense</i>	Hierba del platero	Nativa	Preocupación Menor
Escalloniaceae	<i>Escallonia rubra</i>	Ñipa rosada	Endémica	Vulnerable
Fabaceae	<i>Lotus pedunculatus</i>	Alfalfa chilota	Introducida	No evaluado
Fabaceae	<i>Trifolium repens</i>	Trébol blanco	Introducida	No evaluado
Fabaceae	<i>Trifolium pratense</i>	Trébol rosado	Introducida	No evaluado
Gesneriaceae	<i>Mitraria coccinea</i>	Botellita	Nativa	Casi Amenazada
Gesneriaceae	<i>Sarmienta scandens</i>	Medallita	Endémica	Vulnerable
Gunneraceae	<i>Gunnera tinctoria</i>	Nalca	Nativa	Preocupación Menor
Hymenophyllaceae	<i>Hymenophyllum dentatum</i>	Shushu lahuén	Nativa	Preocupación Menor
Hymenophyllaceae	<i>Hymenophyllum plicatum</i>	Helecho película	Nativa	Preocupación Menor
Hypericaceae	<i>Hypericum androsaemum</i>	Toda buena	Introducida	No evaluado
Iridaceae	<i>Libertia chilensis</i>	Calle calle	Nativa	Preocupación Menor
Juncaceae	<i>Juncus cf. bufonius</i>	Junquillo	Nativa	Preocupación Menor
Juncaceae	<i>Juncus microcephalus</i>	Junquillo	Nativa	Preocupación Menor
Juncaceae	<i>Juncus procerus</i>	Junco	Nativa	Preocupación Menor
Lamiaceae	<i>Prunella vulgaris</i>	Hierba mora	Introducida	No evaluado
Lardizabalaceae	<i>Boquila trifoliolata</i>	Voqui blanco	Nativa	Preocupación Menor
Lauraceae	<i>Persea lingue</i>	Lingue	Nativa	Preocupación Menor
Loranthaceae	<i>Tristerix corymbosus</i>	Quintral	Nativa	Preocupación Menor
Luzuriagaceae	<i>Luzuriaga radicans</i>	Quilineja	Nativa	Preocupación Menor
Monimiaceae	<i>Laureliopsis philippiana</i>	Tepa	Nativa	Preocupación Menor
Myrtaceae	<i>Luma apiculata</i>	Arrayán	Nativa	Casi Amenazada
Myrtaceae	<i>Amomyrtus meli</i>	Meli	Endémica	Vulnerable
Myrtaceae	<i>Blepharocalyx cruckshanksii</i>	Temu	Endémica	Vulnerable
Myrtaceae	<i>Luma chequen</i>	Chequen	Endémica	Vulnerable
Myrtaceae	<i>Myrceugenia exsucca</i>	Pitra	Nativa	Casi Amenazada
Nothofagaceae	<i>Nothofagus dombeyi</i>	Coihue	Nativa	Preocupación Menor
Nothofagaceae	<i>Nothofagus obliqua</i>	Roble	Nativa	Casi Amenazada
Onagraceae	<i>Fuchsia magellanica</i>	Chilco	Nativa	Preocupación Menor
Orobanchaceae	<i>Parentucellia viscosa</i>	Algaravía	Introducida	No evaluado
Phrymaceae	<i>Erythranthe glabrata</i>	Oqororo	Nativa	Preocupación Menor
Plantaginaceae	<i>Digitalis purpurea</i>	Dedalera	Introducida	No evaluado
Plantaginaceae	<i>Limosella australis</i>	Limosela	Nativa	Preocupación Menor
Plantaginaceae	<i>Ourisia sp.</i>	Flor de la cascada	Nativa	Preocupación Menor
Plantaginaceae	<i>Plantago lanceolata</i>	Llantén	Introducida	No evaluado
Plantaginaceae	<i>Veronica serpyllifolia</i>	Verónica	Introducida	No evaluado
Plantaginaceae	<i>Veronica anagallis</i>	No me olvides del campo	Introducida	No evaluado
Poaceae	<i>Agrostis cf. stolonifera</i>	Chépica	Introducida	No evaluado
Poaceae	<i>Chusquea quila</i>	Quila	Endémica	Casi Amenazada

Poaceae	<i>Paspalum vaginatum</i>	Chépica	Nativa	Preocupación Menor
Poaceae	<i>Polypogon australis</i>	Cola de ratón	Nativa	Preocupación Menor
Podocarpaceae	<i>Saxegothea conspicua</i>	Mañío de hoja corta	Nativa	Preocupación Menor
Polygonaceae	<i>Muehlenbeckia hastulata</i>	Quilo	Nativa	Preocupación Menor
Polygonaceae	<i>Polygonum hydropiperoides</i>	Duraznillo	Introducida	No evaluado
Polygonaceae	<i>Rumex acetosella</i>	Vinagrillo	Introducida	No evaluado
Polygonaceae	<i>Rumex cf. obtusifolius</i>	Romaza	Introducida	No evaluado
Polypodiaceae	<i>Synammia feuillei</i>	Calahuala	Nativa	Preocupación Menor
Proteaceae	<i>Gevuina avellana</i>	Avellano	Nativa	Preocupación Menor
Proteaceae	<i>Lomatia dentata</i>	Avellanillo	Nativa	Preocupación Menor
Proteaceae	<i>Lomatia hirsuta</i>	Radal	Nativa	Preocupación Menor
Pteridaceae	<i>Adiantum cf. chilense</i>	Palito negro	Nativa	Preocupación Menor
Ranunculaceae	<i>Ranunculus repens</i>	Botón de oro	Introducida	No evaluado
Rosaceae	<i>Rubus ulmifolius</i>	Zarzamora	Introducida	No evaluado
Rubiaceae	<i>Galium hypocarpium</i>	Relbún	Nativa	Preocupación Menor
Rubiaceae	<i>Nertera granadensis</i>	Coralito	Nativa	Preocupación Menor
Salicaceae	<i>Azara lanceolata</i>	Aromo	Nativa	Preocupación Menor
Salicaceae	<i>Salix caprea</i>	Sauce gatito	Introducida	No evaluado
Santalaceae	<i>Myoschilos oblongum</i>	Orocoipo	Nativa	Preocupación Menor
Urticaceae	<i>Pilea elliptica</i>	Coyanlahuén	Endémica	Vulnerable
Urticaceae	<i>Urtica dioica</i>	Ortiga	Introducida	No evaluado
Verbenaceae	<i>Rhaphithamnus spinosus</i>	Repu	Nativa	Casi Amenazada
Vitaceae	<i>Cissus striata</i>	Voqui colorado	Nativa	Preocupación Menor
Winteraceae	<i>Drimys winteri</i>	Canelo	Endémica	Casi Amenazada

Fauna

Para la elaboración de listados de especies de fauna, se utilizó la información de ecosistemas de referencia proveniente del “Diagnóstico integral de los humedales de la Región de Los Ríos” (<https://humedaleslosrios.cl/>) del Gobierno Regional de Los Ríos y Edáfica (2024).

Anfibios

La comunidad de anfibios está potencialmente compuesta por cuatro especies nativas, una en categoría Casi Amenazada y tres especies en categoría Preocupación Menor (**Tabla C7. 4**).

Tabla C7. 4. Listado de especies de anfibios potencialmente presentes en la subcuenca del Río Chirre. Se indica familia, nombre científico y común y su origen fitogeográfico según es nativo o exótico, y su categoría de conservación. Fuente: Gobierno Regional de Los Ríos – Edáfica, 2024.

Nombre científico	Nombre común	Origen	Categoría de conservación
<i>Batrachyla leptopus</i>	Rana moteada	Nativo	Preocupación Menor
<i>Batrachyla taeniata</i>	Rana de Antifaz	Nativo	Casi Amenazada
<i>Eupsophus calcaratus</i>	Rana de hojarasca austral	Nativo	Preocupación Menor
<i>Hylorina sylvatica</i>	Rana esmeralda	Nativo	Preocupación Menor

Aves

La comunidad de aves potencialmente presente en el área de interés es de 41 especies (**Tabla C7. 5**), donde 5 especies están en categoría Preocupación Menor, y 2 especies en categoría Casi Amenazada (concón y carpintero negro). No se registran especies en categoría Vulnerable o En Peligro.

Tabla C7. 5. Listado de especies de aves potencialmente presentes en la subcuenca del Río Chirre. Se indica familia, nombre científico y común y su origen fitogeográfico según es nativo o exótico, y su categoría de conservación. Fuente: Gobierno Regional de Los Ríos – Edáfica, 2024.

Nombre científico	Nombre común	Origen	Categoría de conservación
<i>Anairetes parulus</i>	Cachudito	Nativo	-
<i>Aphrastura spinicauda</i>	Rayadito	Nativo	-
<i>Bubulcus ibis</i>	Garza bueyera	Exótica	-
<i>Campephilus magellanicus</i>	Carpintero	Nativo	Casi Amenazada
<i>Caracara plancus</i>	Traro	Nativo	-
<i>Cathartes aura</i>	Jote cabeza colorada	Nativo	-
<i>Cinclodes patagonicus</i>	Churrete	Nativo	-
<i>Colaptes pitius</i>	Pitío	Nativo	-
<i>Coragyps atratus</i>	Jote cabeza negra	Nativo	-
<i>Curaeus curaeus</i>	Tordo	Nativo	-
<i>Daptrius chimango</i>	Tiuque	Nativo	-
<i>Diuca diuca</i>	Diuca	Nativo	-
<i>Dryobates lignarius</i>	Carpinterito	Nativo	-
<i>Elaenia albiceps</i>	Fio-fio	Nativo	-
<i>Enicognathus leptorhynchus</i>	Choroy	Endémica	Preocupación Menor
<i>Eugralla paradoxa</i>	Churrín de la mocha	Nativo	-
<i>Glaucidium nana</i>	Chuncho	Nativo	-

<i>Leistes loyca</i>	Loica	Nativo	-
<i>Megaceryle torquata</i>	Martín pescador	Nativo	-
<i>Mimus thenca</i>	Tenca	Nativo	-
<i>Molothrus bonariensis</i>	Mirlo	Nativo	-
<i>Nannopterum brasilianum</i>	Yeco	Nativo	-
<i>Patagioenas araucana</i>	Torcaza	Nativo	Preocupación Menor
<i>Phrygilus patagonicus</i>	Cometocino patagónico	Nativo	-
<i>Pterotochos tarnii</i>	Hued-hued	Nativo	Preocupación Menor
<i>Pygarrhichas albogularis</i>	Comesebo grande	Nativo	-
<i>Pyrope pyrope</i>	Diucón	Nativo	-
<i>Scelorchilus rubecula</i>	Chucazo	Nativo	Preocupación Menor
<i>Scytalopus magellanicus</i>	Churrín del sur	Nativo	-
<i>Sephanoides sephaniodes</i>	Picaflor chico	Nativo	-
<i>Sicalis luteola</i>	Chirihue	Nativo	-
<i>Spinus barbatus</i>	Jilguero	Nativo	-
<i>Strix rufipes</i>	Concon	Nativo	Casi Amenazada
<i>Sylviothorhynchus desmursii</i>	Colilarga	Nativo	-
<i>Tachycineta leucopyga</i>	Golondrina chilena	Nativo	-
<i>Theristicus melanopis</i>	Bandurria	Nativo	Preocupación Menor
<i>Troglodytes aedon</i>	Chercán	Nativo	-
<i>Turdus falcklandii</i>	Zorzal	Nativo	-
<i>Vanellus chilensis</i>	Queltehue	Nativo	-
<i>Zenaida auriculata</i>	Tórtola	Nativo	-
<i>Zonotrichia capensis</i>	Chincol	Nativo	-

Mamíferos

La comunidad de mamíferos está potencialmente compuesta por 6 especies, 3 nativas y 3 introducidas. Destacan una especie nativa en categoría Vulnerable (guiña). Respecto a la comunidad de mamíferos acuáticos (destacadas con asterisco (*)) **Tabla C7. 6**), se logra describir 1 especie (coipo).

Tabla C7. 6. Listado de especies de mamíferos potencialmente presentes en la subcuenca del Río Chirre. Se indica familia, nombre científico y común y su origen fitogeográfico según es nativo o exótico, y su categoría de conservación. Se destaca con un asterisco (*) especies de mamíferos acuáticos. Fuente: Gobierno Regional de Los Ríos – Edáfica, 2024.

Nombre científico	Nombre común	Origen	Categoría de conservación
<i>Canis familiaris</i>	Perro	Exótico	-
<i>Leopardus guigna</i>	Guiña	Nativo	Vulnerable
<i>Lepus europaeus</i>	Liebre	Exótico	-
<i>Lycalopex sp.</i>	Zorro	Nativo	-
<i>Rattus sp.</i>	Guarén o rata	Exótico	-
<i>Myocastor coypus</i>	Coipo *	Nativo	Preocupación Menor

Peces

Se listaron las especies de peces descritas para el Río Bueno, logrando describir la comunidad de ictiofauna potencialmente presente en la subcuenca del Río Pilmaiquén¹⁸ destacando el descubrimiento de una especie nueva en 2023 (*Diplomystes habitae*)¹⁹. Adicionalmente, se consideró la información proveniente de Estudios de Impacto Ambiental del proyecto “Central Hidroeléctrica Osorno” y “Central Hidroeléctrica Los Lagos”²⁰, indicados en **Tabla C7. 7** y destacada con un asterisco (<https://seia.sea.gob.cl>). La comunidad está compuesta por 18 especies de peces, 11 de ellas nativas y 7 exóticas. Oficialmente, 6 especies están en alguna categoría de protección: 2 En Peligro; 4 Vulnerable y 1 Casi Amenazada. Adicionalmente, para la especie recientemente descrita (*Diplomystes habitae*) se sugiere considerar la categoría En Peligro crítico.

Tabla C7. 7. Listado de especies de peces potencialmente presentes en la subcuenca del Río Lollehue en La Unión. Se indica nombre científico y común, su origen geográfico según es nativo o exótico, y su categoría de conservación. Fuente: Soto & Arismendi (2005); INDIGENDESA (2007) y Muñoz-Ramírez (2023)

Nombre científico	Nombre común	Origen	Categoría de conservación
<i>Diplomystes habitae</i> sp. nov.	Tollo de agua dulce	Nativo	En Peligro Crítico (sugerida)
<i>Trichomycterus aerolatus</i>	Bagre	Nativo	Vulnerable
<i>Geotria australis</i>	Lamprea	Nativo	Vulnerable
<i>Basilichthys australis</i>	Pejerrey	Nativo	Casi Amenazada
<i>Aplochiton zebra</i>	Peladilla	Nativo	En Peligro
<i>Percichthys trucha</i>	Perca	Nativo	Preocupación Menor
<i>Cheirodon australe</i>	Pocha	Nativo	Vulnerable
<i>Brachygalaxias bullocki</i>	Puye	Nativo	Vulnerable
<i>Galaxias maculatus</i>	Puye chico	Nativo	Preocupación Menor
<i>Galaxias platei</i>	Puye grande	Nativo	Preocupación Menor
<i>Percilia gillisi</i>	Carmelita	Nativo	En Peligro
<i>Oncorhynchus tshawytscha</i>	Chinook	Exótico	-
<i>Oncorhynchus kisutch</i>	Salmón Coho	Exótico	-
<i>Salmo salar</i>	Salmón del Atlántico	Exótico	-
<i>Salmo trutta fario</i>	Trucha Café	Exótico	-
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Trucha Arcoiris	Exótico	-
<i>Cyprinus carpio</i>	Carpa	Exótico	-
<i>Gambusia affinis</i>	Gambusia	Exótico	-

¹⁸ Soto & Arismendi (2005). Fauna íctica de la cuenca del Río Bueno: relevancia de los afluentes en la conservación de especies nativas. En: Historia, Ecología y Biodiversidad de los Bosques de la Cordillera de la Costa de Chile. Eds. C Smith-Ramírez, J Armesto & C Valdovinos. Editorial Universitaria, Chile. 418-426 p.

¹⁹ Muñoz-Ramírez, *et al.* (2023) Species Tree Analyses and Speciation-Based Species Delimitation Support New Species in the Relict Catfish Family Diplomystidae and Provide Insights on Recent Glacial History in Patagonia. Molecular Phylogenetics and Evolution 189, no. September

²⁰ INGENDESA (2007). Estudio de Impacto Ambiental Central Hidroeléctrica Osorno.

Definición y caracterización del área de sustento

Para el caso de esta obra piloto no se realizó la delimitación del área de sustento porque no es el foco del ejercicio aplicado de esta obra.

Según lo descrito anteriormente, el humedal de interés es un estero de origen artificial que drena el área urbana de Crucero. El régimen hidrológico de saturación de este estero depende de la escorrentía superficial, proveniente a su vez de la precipitación captada en la microcuenca urbana de Crucero

Caracterización de la subcuenca como unidad de análisis territorial

Identificación de ecosistemas y su conectividad

La subcuenca del Río Pilmaiquén mantiene un área protegida en la zona cordillerana andina, siendo este el Parque Nacional Puyehue (**Figura C7. 7**, letra A). Destaca la ausencia de otras áreas protegidas en el resto de la subcuenca.

La Estrategia Regional de Conservación de la Biodiversidad para la Región de Los Ríos²¹ no propone sitios prioritarios para la subcuenca del Río Pilmaiquén.

Finalmente, el “Diagnóstico integral de los humedales de la Región de Los Ríos” (<https://humedaleslosrios.cl/>) del Gobierno Regional de Los Ríos y Edáfica (2024), propone la conservación de 34 humedales a nivel regional, que fueron seleccionados a partir de un análisis multi criterio que consideró las dimensiones ambientales, económicas, socioculturales y políticos institucionales, determinando que deben iniciarse esfuerzos públicos y privados para la conservación de una sección del Río Chirre, que forma parte de la subcuenca del Río Pilmaiquén (**Figura C7. 5**, letra B).

²¹ Pino, Andrea (2009). Estrategia de Conservación de la Biodiversidad de la Región de Los Ríos. Comisión Nacional Del Medio Ambiente GEF SIRAP – PNUD.

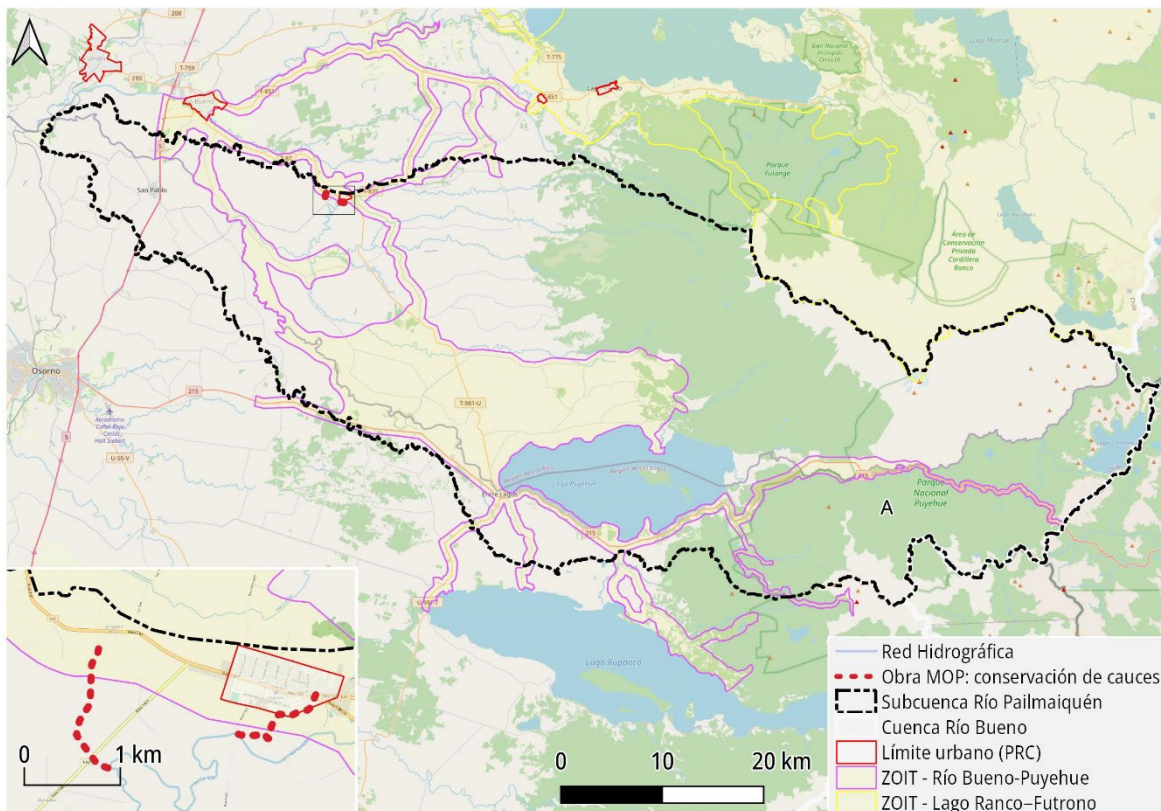


Figura C7. 7. Cartografía que indica áreas protegidas en la subcuenca del Río Pilmaiquén. Fuente: Elaboración propia, con información extraída de Open Street Map.

Respecto a los ecosistemas presentes dentro de la subcuenca del Río Pilmaiquén, la **Figura C7. 8** indica que la subcuenca es dominada por una matriz principalmente forestal en sectores cordilleranos y precordilleranos, sin embargo, en la zona donde se emplazan las obras predomina una matriz de terrenos agrícolas con fragmentos de bosque nativo y de bosque mixto, distribuido a lo largo de franjas ribereñas.

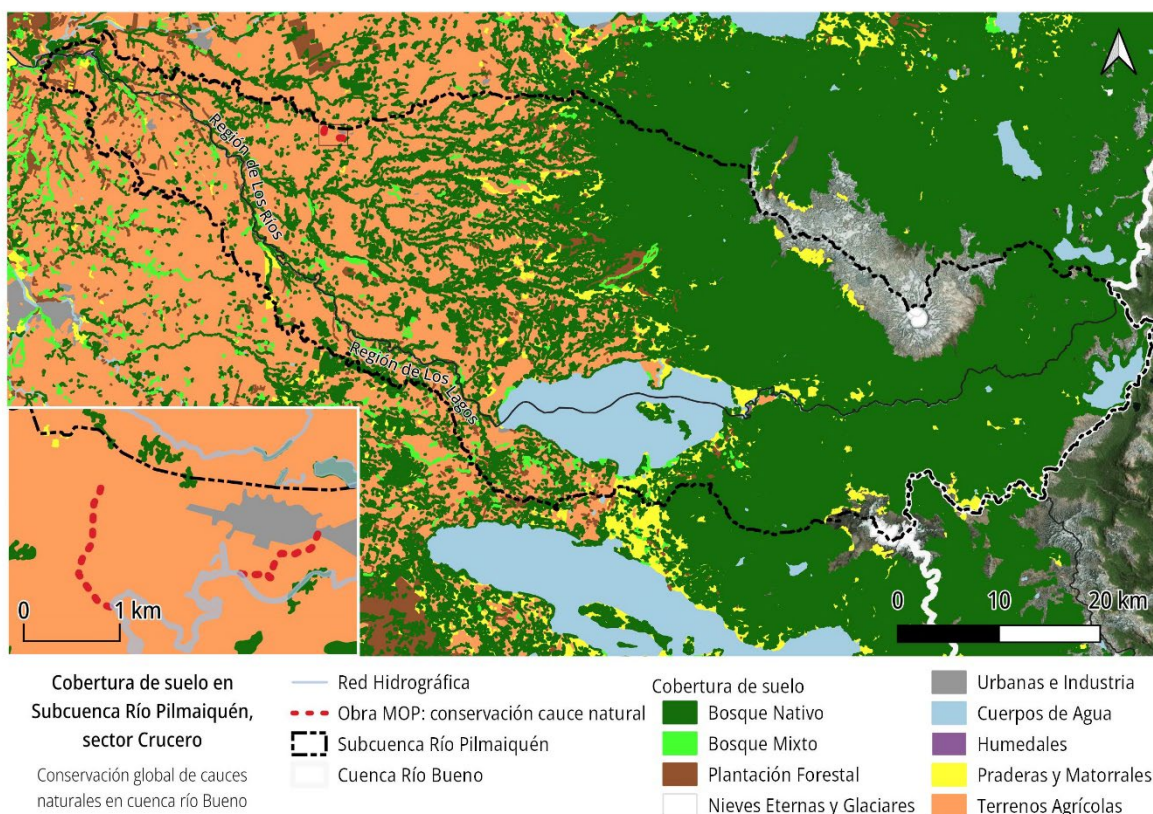


Figura C7. 8. Cartografía de cobertura de suelo en la subcuenca del Río Pilmaiquén, sector Crucero en el área de obras de conservación global de cauces naturales en cuenca Río Bueno. Fuente: Elaboración propia con información de CONAF <https://sit.conaf.cl>.

Identificación de amenazas y presiones

Para la subcuenca del Río Pilmaiquén, y al igual que para la subcuenca del Río Bueno, existen diversas amenazas, donde destacan los siguientes fenómenos que pueden amenazar y presionar el humedal de interés:

- **Cambio climático.** Las proyecciones contenidas en el Plan de Acción Regional de Cambio Climático para la Región de Los Ríos (Ministerio del Medio Ambiente y Gobierno Regional de Los Ríos, 2023) definen que para la subcuenca del Río Pilmaiquén se expresarán tres componentes de riesgo: un alto índice de aumento en la temperatura media anual (entre 0,8 y 1,4°C al año), una disminución de la precipitación media anual (entre 10 y 11%), y un aumento en la frecuencia de sequía para los próximos 50 años (entre 10 y 13%).

- **Generación hidroeléctrica.** El Río Pilmaiquén presenta una cadena de represas o centrales hidroeléctricas en su eje ribereño, que reemplazó el ecosistema de río por una serie de muros y lagos artificiales, alterando el flujo natural del río, fragmenta los hábitats, y afecta la migración de especies acuáticas. En específico, son tres proyectos hidroeléctricos de Statkraft S.A., la central hidroeléctrica Rucatayo, Los Lagos y Osorno (Figura C7. 9, letras A, B y C respectivamente).
- **Cultivos acuícolas.** Constituyen una amenaza para los ecosistemas acuáticos de la subcuenca del Río Pilmaiquén y la cuenca del Río Bueno completa, debido a la liberación de nutrientes y químicos al agua, como antibióticos y pesticidas, que pueden causar eutrofización, disminución de la calidad del agua y afectación de la vida silvestre local. En **Figura C7. 9** se indican algunos centros de cultivo, principalmente en la ribera del Río Pilmaiquén.

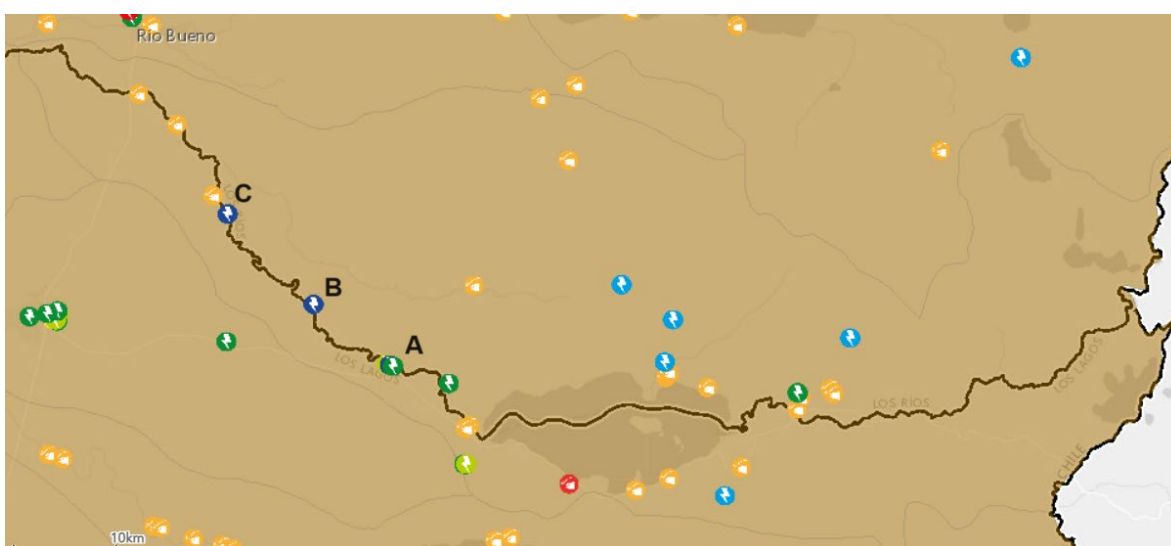


Figura C7. 9. Cartografía de ubicación de centrales hidroeléctricas de represas Rucatayo, Los Lagos y Osorno (A, B y C respectivamente) y centros de cultivo acuícola o pisciculturas (en naranja) en la subcuenca del Río Pilmaiquén. Fuente: www.ide.sma.gob.

Identificación de planes de gestión territorial y/o ambiental

La localidad de Crucero cuenta con un límite urbano establecido por Decreto (N° 758 de octubre, 1968), sin embargo, dicha zonificación no es categorizada en detalle (**Figura C7. 10**).

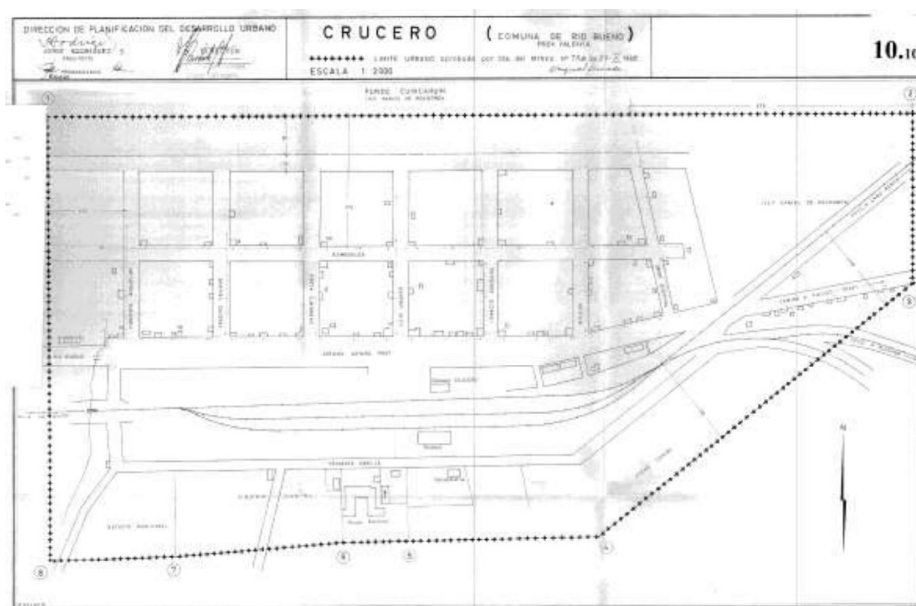


Figura C7. 10. Límite urbano de la localidad de Crucero. Fuente: <https://municipalidadderiobueno.cl>

Selección de indicadores de viabilidad ecológica

El humedal de interés corresponde al Estero Sin Nombre 1, tributario del Río Currileufú, parte de la subcuenca del Río Pilmaiquén, cuenca del Río Valdivia. Las obras a desarrollarse en dicho estero corresponden principalmente a limpieza de cauce y perfilado en caso de ser necesario, además de la construcción de un enrocado en la confluencia con el Río Currileufú. La selección de los indicadores para el presente caso se basa principalmente en la identificación de aquellos necesarios para cada AEC parte de los OP del humedal de interés a fin de entender su condición actual y proyección de acuerdo con la ejecución de las obras. Cabe destacar que esta es sólo una preselección estratégica de indicadores relevantes, los que podrán ser utilizados, por ejemplo, en el seguimiento de Buenas Prácticas.

Agua

El Estero Sin Nombre 1, confluye con el Río Currileufú en un sector que será instalado un enrocado durante el desarrollo de las obras. El sector de intervención presenta vegetación en las zonas aledañas (árboles y arbustos), los cuales eventualmente significan un ingreso de materia orgánica al humedal de interés y potencial arrastre hacia el Río Currileufú.

Calidad de agua

Los indicadores seleccionados y listados a continuación son pensados teniendo en cuenta las características del entorno recientemente mencionadas, pensando en la caracterización del curso de agua, sus microorganismos y los procesos que estos desarrollan en los ciclos de nutrientes.

- pH.
- Saturación de oxígeno.
- Oxígeno disuelto.
- Demanda química de oxígeno.
- Nitrógeno total.
- Temperatura.
- Potencial redox.
- Conductividad eléctrica.
- Sulfatos.
- Cloruros.
- DBO.
- Nitrato y nitrito.
- Fósforo total.
- Sólidos Suspendidos Totales (SST).
- Sólidos suspendidos totales.
- Macroinvertebrados bentónicos.
- Transparencia.
- Hidrocarburos (fijos y volátiles).

Cantidad de agua

Este atributo ecológico clave es de gran importancia para el caso, debido a que se desconoce la variabilidad del contenido de agua en el flujo durante el transcurso del año. Los indicadores seleccionados para evidenciar las características del humedal de interés corresponden a:

- Magnitud mensual de las condiciones del agua.
- Magnitud y duración de los extremos anuales.
- Tiempo de ocurrencia de caudal extremo.
- Tasa y frecuencia de cambio en el flujo.

Suelo

Calidad de suelo

Los indicadores asociados a calidad del suelo pueden definirse cuando se está en presencia de suelo hídrico. Frente a lo anterior, es importante mencionar que el suelo es uno de los OP que se verá afectado en gran medida por la ejecución de las obras dado que requiere el tránsito de maquinaria pesada y vehículos a fin de ejecutar los trabajos.

- Horizontes del perfil del suelo.
- Potencial óxido reducción.
- Densidad aparente.
- Granulometría.

Flora y vegetación

La vegetación circundante es dominada principalmente por praderas franjas de vegetación ribereña y parches de vegetación arbóreas nativas. Según los ecosistemas de referencia del humedal de interés, la comunidad de plantas del área está compuesta por 94 especies de las cuales 70 son nativas, 11 son endémicas, y 12 tienen categoría de conservación Casi Amenazada y 8 categoría Vulnerable. En la visita terreno se pudo registrar la presencia de flora acuática y palustre en el humedal.

Estructura de la vegetación ribereña

Se propone considerar los indicadores:

- Vegetación funcional en la franja ribereña.
- Extensión lineal de la franja ribereña.

Flora hidrófila

Se propone considerar los indicadores:

- Vegetación funcional en la franja ribereña.
- Extensión lineal de la franja ribereña.

Fauna

Peces

La Comunidad de peces potencialmente presentes en la subcuenca de la humedad de interés Está compuesta por 11 especies nativas, 1 especie en categoría Casi Amenazada, 4 especies en categoría Vulnerable, 2 especies En Peligro, y 1 especie En Peligro Crítico. Los esteros considerados dentro del área de la obra se conectan directamente a un cuerpo fluvial mayor (Río Llollehue), por lo que estos esteros podrían significar refugio para algunas de estas especies. En específico, se ha podido documentar la presencia de especies del género *Trichomycterus* en esteros y canales artificiales. Por lo anterior, se sugiere considerar los siguientes indicadores:

- Riqueza específica.
- Abundancia total y específica.
- Presencia de peces en categoría de conservación.
- Evidencia de reclutamiento.

Aves

La descripción de la comunidad de aves según los ecosistemas de referencia del área de estudio, dan cuenta de 41 especies, sin embargo, corresponden principalmente a especies dependientes de ecosistemas terrestres y ecosistemas forestales. Adicionalmente, no se registran especies en categoría Vulnerable o En Peligro. Por lo anterior se sugiere no considerar indicadores asociados este AEC, en el área de esta obra.

Anfibios y reptiles

La descripción de la comunidad de anfibios y reptiles para este AEC no registra especies en categoría de conservación Vulnerable o En Peligro. Por lo anterior se sugiere no considerar indicadores asociados este AEC, en el área de esta obra.

Mamíferos

La comunidad de mamíferos descritas por este AEC, incluye una especie catalogada como Vulnerable. Esta especie puede depender de la existencia de ecosistemas boscosos y corredores ribereños. Por lo anterior, se propone considerar los siguientes indicadores:

- Riqueza específica.
- Abundancia total y específica.
- presencia de especies de mamíferos en categoría de conservación.
- evidencia de reproducción o crianza.

Ecosistema

Conectividad hidrogeomorfológica

Se puede caracterizar la conectividad hidromorfológica del Estero Sin Nombre 1, a fin de identificar el rol que cumple en la red hidrográfica y en la cuenca. A través de indicadores son determinadas las características en cuanto a la dinámica de su comportamiento y los posibles cambios que sufre el caudal de acuerdo con la estacionalidad del año. En base a esta

información, también se genera una aproximación a las características de los ciclos de nutrientes e indicadores asociados a las características de la calidad del agua. Los indicadores seleccionados son:

- Patrón del canal.
- Conectividad lateral.
- Conectividad longitudinal.
- Sección transversal.

Conectividad del paisaje

El Estero Sin Nombre 1 comienza en la localidad de Crucero y posteriormente dividiendo predios particulares. La avifauna y las especies de vegetación nativa presente en el área utiliza la zona para su distribución, por lo cual se hace necesario el uso de los siguientes indicadores a fin de caracterizar los humedales de interés:

- Tamaño de los parches del hábitat.
- Forma de los parches.
- Presencia de corredores biológicos.

Caracterización de la obra

Las obras proyectadas en el sector Crucero tienen como objetivo principal la limpieza de cauces con maquinaria en los esteros Sin Nombre 1 y Sin Nombre 2, además de la construcción de un enrocado en la confluencia con el Río Currileufú.

En la **Figura C7. 11**, se presenta la ubicación de la localidad de Crucero en relación con la comuna de Río Bueno y la Región de Los Ríos. Por otro lado, en la **Figura C7. 12**, son presentadas las obras demarcadas en línea segmentada con respecto al límite urbano de Crucero y finalmente en la **Figura C7. 13**, un detalle de las obras, la red hidrográfica, esteros y elementos de la obra. Se puede apreciar que parte de la extensión a intervenir en el Estero Sin Nombre 1 está asociado al límite urbano. Por otro lado, en el caso del Estero Sin Nombre 2, este se encuentra totalmente fuera del límite urbano. Considerando que las obras en el Estero Sin Nombre 2 no están afectas al literal s), no se consideran en el análisis. En la **Tabla C7. 8** se presenta una equivalencia entre las obras abarcadas por el contrato en el sector Crucero y las obras de conservación y procedimientos de trabajo abordados en este estudio. En **Tabla C7. 9** se presenta un cronograma de la obra.

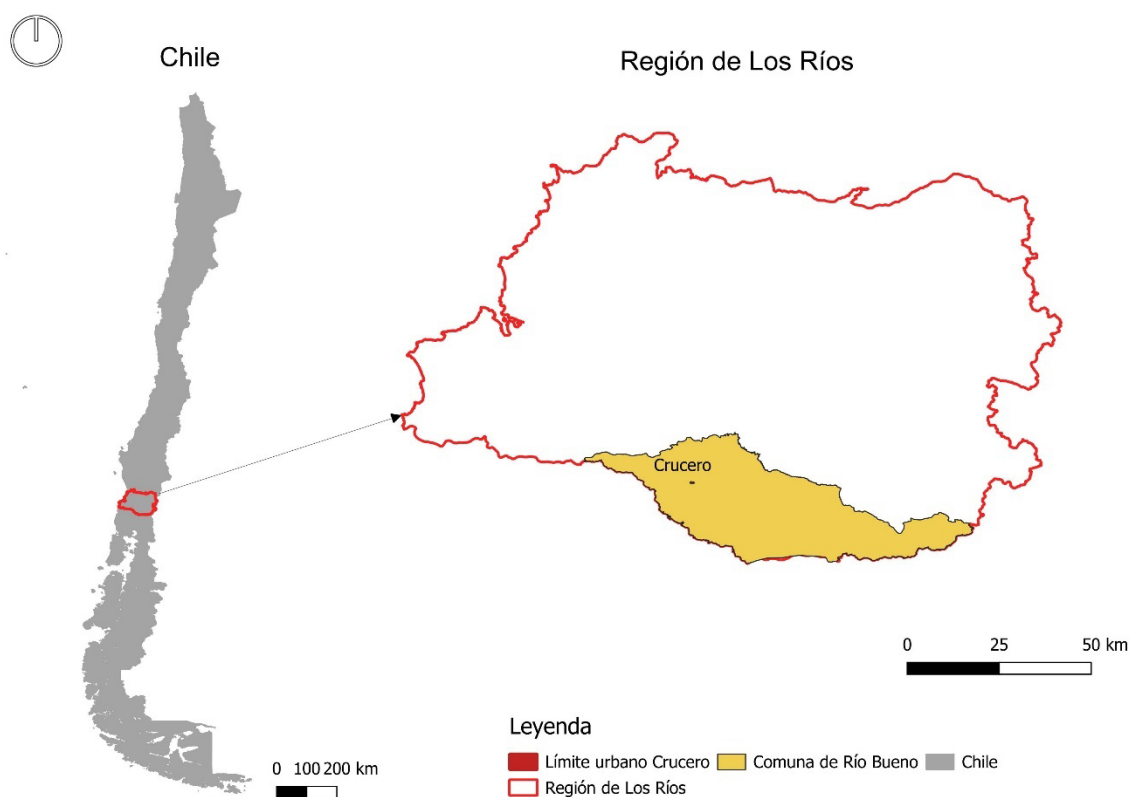


Figura C7. 11. Se presenta en color rojo la localidad de Crucero, perteneciente a la comuna de Río Bueno. Región de Los Ríos. Fuente: Elaboración propia



Leyenda

- Enrocado
- Botadero Crucero
- ++ Obra estero Sin Nombre 1
- ++ Obra Estero Sin Nombre 2
- Sistema hídrico
- Límite Urbano Crucero

Figura C7. 12. Ubicación de las obras a ejecutar respecto del límite urbano de la localidad de Crucero. Fuente: Elaboración propia



Leyenda

- Enrocado
- Botadero Crucero
- ++ Obra estero Sin Nombre 1
- ++ Obra Estero Sin Nombre 2
- Sistema hídrico
- Límite Urbano Crucero

Figura C7. 13. Detalle de la ubicación de las obras a ejecutar en la localidad de Crucero. Fuente: Elaboración propia.

Tabla C7. 8. Equivalencia entre de obras y procedimientos de trabajo abordados en estudio (Capítulo 3, sección .3.3) e ítems mencionados en el contrato. Fuente: Elaboración propia.

Etapa	Ítem contrato	Obras y procedimientos abordados en el estudio
Instalación empresa constructora y entrega de terrenos		Apertura de empréstitos (indicar materiales)
		Apertura de instalación de faenas (oficinas)
		Apertura centro de acopio
		Apertura de botaderos autorizados
Ejecución obras	Actualización topográfica	Rebajes, rectificaciones, perfiladuras, encauzamientos y semi encauzamientos
	Limpieza de cauce con maquinaria	
	Retiro y traslado de excedentes	
	Camada de apoyo	Revestimiento de ribera, muros transversales, espigones, revestimiento de fondos, etc.
	Filtro geotextil	
	Relleno de Roca 300 kg (incluye camada de apoyo y filtro geotextil)	
Finalización de los trabajos		Cierre de empréstitos (Roca 300 kg)
		Cierre de instalación de faenas (oficinas)
		Cierre centro de acopio
		Cierre de botaderos autorizados

Tabla C7. 9. Cronograma de obras Conservación global de cauces naturales en cuenca Río Bueno 2023-2024, sector Crucero. Fuente: Elaboración propia en base a MOP Los Ríos.

Etapa	Obras y procedimientos	Ítem de contrato	M 1	M 2	M 3	M 4
Instalación empresa constructora y entrega de terrenos	Tramitación y apertura de elementos solicitados por bases	Apertura de empréstitos (indicar materiales)				
		Apertura de instalación de faenas (oficinas)				
		Apertura centro de acopio				
		Apertura de botaderos autorizados				
Ejecución obras	Rebajes, rectificaciones, perfiladuras, encauzamientos y semi encauzamientos	Actualización topográfica				
		Limpieza de cauce con maquinaria				
		Retiro y traslado de excedentes				
	Revestimiento de ribera, muros transversales, espigones, revestimiento de fondos, etc.	Camada de apoyo				
		Filtro geotextil				
		Relleno de Roca 300 kg (incluye camada de apoyo y filtro geotextil)				
Finalización de los trabajos	Cierre de elementos requeridos por bases	Cierre de empréstitos (Roca 300 kg)				
		Cierre de instalación de faenas (oficinas)				
		Cierre centro de acopio				
		Cierre de botaderos autorizados				

Descripción de la obra

Etapas instalación de empresa constructora y entrega de terrenos

Las obras de esta etapa de acuerdo con las obras proyectadas y las bases del contrato corresponden a:

- Apertura de empréstitos (roca de cantera).
- Apertura de instalación de faenas (oficinas administrativas).
- Apertura de botaderos autorizados.

El empréstito de roca de cantera no se especifica en la documentación de la obra por lo que se asume que este material es adquirido por empresa externa, y la instalación de faenas corresponde a la misma que la presentada en el caso de la obra de Pichirropulli (comuna de Paillaco), por lo que no se encuentran cercanos al área del humedal de interés. Por lo anterior, estos elementos lejanos al área de trabajo **no** son considerados en la identificación de AA y FGI en la Fase 2 de la estrategia. Si bien el botadero se encuentra cercano al Estero Sin Nombre 2, este no es considerado en el análisis por no estar afecto al literal s).

Etapas ejecución de obras

Rebajes, rectificaciones, perfiladuras, encauzamientos y semi encauzamientos

Las obras proyectadas en el Estero Sin Nombre 1 parten con la actualización topográfica lo que da paso a la posterior limpieza del cauce con maquinaria. Dado que estas actividades son las iniciales dentro de las obras de conservación fluviales, al momento de ir a terreno el día 24 de julio de 2024 las obras estaban en su mayoría ejecutadas como se puede apreciar en la **Figura C7. 14**. Además, el equipo contratista indicó que la limpieza fue realizada en su mayoría con mano de obra.



Figura C7. 14. La Imagen de la izquierda muestra el trabajo con maquinaria en aquellos sectores en que no fue posible realizar la limpieza de manera manual. Fuente: Elaboración propia.

Revestimiento de ribera, muros transversales, espigones, revestimiento de fondos, etc.

Las obras responden principalmente a la construcción de un enrocado en la confluencia del Estero Sin Nombre 1 con el Río Currileufú a fin de proteger la ribera de la erosión frente a crecidas. En la **Figura C7. 15** se aprecia la confluencia del Estero Sin Nombre 1 con el Río Currileufú, lugar en el cual se va a construir el enrocado. Al momento de la visita a terreno, no se presentaban trabajos asociados a la construcción de enrocado.



Figura C7. 15. Fotografías en sector de enrocado proyectado en la confluencia de Estero Sin Nombre 1 y Río Currileufú. Fuente: Elaboración propia.

Etapas finalización de los trabajos

Corresponde al cierre de las obras que fueron implementadas en la etapa de instalación, por lo cual se considera:

- Cierre de empréstitos (roca de cantera).
- Cierre de instalación de faenas (oficinas administrativas).
- Cierre centro de acopio.
- Cierre de botaderos autorizados.

Como se indicó en la etapa de instalación de empresa constructora y entrega de terrenos, estos elementos no se encuentran cercanos al área de trabajo. Por lo anterior, los elementos lejanos al área de trabajo **no** son considerados en la identificación de AA y FGI en la Fase 2.

Relación de proximidad

La obra piloto “Conservación global de cauces en la cuenca del Río Bueno – Sector Crucero” se encuentra **dentro** del humedal de interés (**Figura C7. 16**).

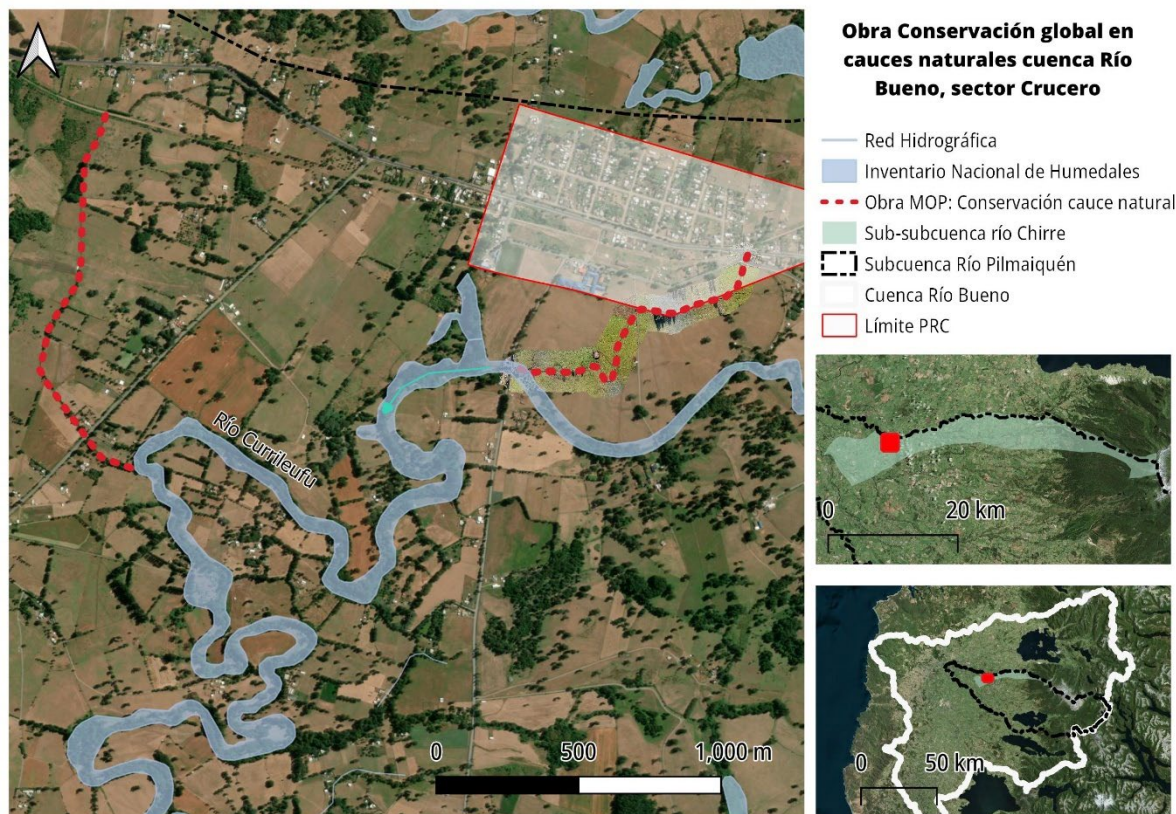


Figura C7. 16. La relación de proximidad de la obra piloto 1: de conservación global en cauces naturales de la cuenca del Río Bueno en el sector Crucero. La obra se encuentra dentro del humedal. Fuente: Elaboración propia.

7.1.3 Fase 2

A continuación, se muestra el proceso de aplicación de las herramientas vinculadas a la fase 2 según lo detallado en la **Figura C7. 1** en la obra de conservación de cauces en el sector de Crucero. Un resumen de las herramientas aplicadas en esta fase se muestra en la **Figura C7. 17**.

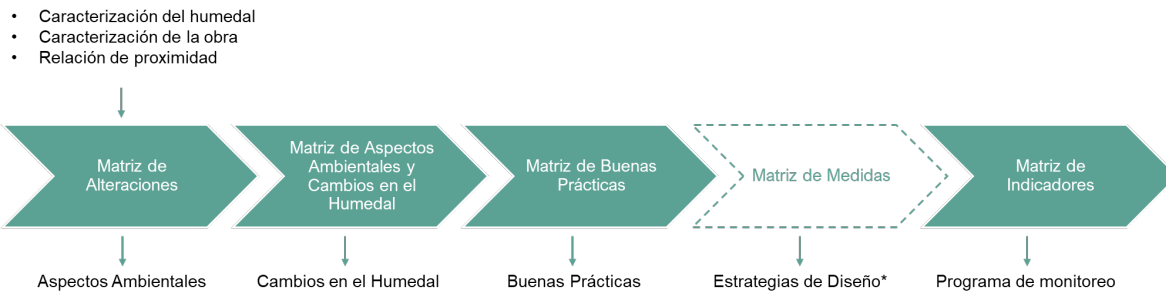


Figura C7. 17. Herramientas aplicadas en Fase 2 de la obra de conservación global de cauces naturales en la cuenca de Río Bueno. (*) Estrategias de diseño utilizadas para aquellos AA que no pueden ser abordados por BBPP. Fuente: Elaboración propia.

Identificación de FGI y AA

A continuación, se identifican los Factores Generadores de Impacto (FGI) y Aspectos Ambientales (AA) utilizando la **Matriz de Alteraciones**.

Etapla instalación de empresa constructora y entrega de terrenos

Como se mencionó en la caracterización de la obra, los elementos de esta etapa de la obra no se encuentran cercanos al área de trabajo ni al humedal de interés. Por lo anterior, los elementos **no** son considerados en la identificación de AA y FGI

Etapla ejecución de obras

Las obras que se encuentran contenidas dentro del contrato corresponden a rebajes, rectificaciones y perfiladuras, y revestimiento de ribera, muros transversales, espigones, revestimiento de fondos, etc. En base a las obras mencionadas, se presenta en la **Tabla C7. 10** los FGI y AA asociados.

Tabla C7. 10. Potenciales factores generadores de impacto (FGI) y aspectos ambientales (AA) generados en la etapa ejecución de la obra piloto 1. Fuente: Elaboración propia.

Obra	Potencial FGI (partes, obras y acciones)	Aspecto ambiental (asociado a la obra)
Revestimientos de riberas, protecciones de cepas, espigones, muros guardaradieres, muros transversales, revestimiento de fondos	Limpieza de terreno	Extracción de vegetación en el humedal
	Limpieza de terreno	Perturbación de suelo aledaño al humedal
	Desvío de cauce	Movimiento de tierra en el humedal
	Desvío de cauce	Transformación temporal de la sección transversal, sinuosidad y rugosidad
	Desvío de cauce	Instalación temporal de barrera transversal
	Desvío de cauce	Transformación temporal de la zona y frecuencia de inundación
	Desvío de cauce	Derrame de compuestos o sustancias tóxicas en el humedal o aledaño
	Preparación de taludes y excavación	Extracción de suelo
	Preparación de taludes y excavación	Generación de material particulado sedimentable
	Preparación de taludes y excavación	Perturbación de suelo aledaño al humedal
	Construcción de pretil	Disposición permanente de material en el humedal o relleno
	Construcción de pretil	Transformación permanente de la zona y frecuencia de inundación
	Construcción de pretil	Transformación permanente de la sección transversal, sinuosidad y rugosidad
	Construcción de pretil	Uso de material agregado
	Eliminación del desvío cauce	Movimiento de tierra en el humedal

Obra	Potencial FGI (partes, obras y acciones)	Aspecto ambiental (asociado a la obra)
	Eliminación del desvío cauce	Derrame de compuestos o sustancias tóxicas en el humedal o aledaño
Rebajes, rectificaciones, perfiladuras, encauzamiento, semi encauzamiento	Limpieza de terreno	Extracción de vegetación en el humedal
	Limpieza de terreno	Perturbación de suelo aledaño al humedal
	Desvío de cauce	Movimiento de tierra en el humedal
	Desvío de cauce	Transformación temporal de la sección transversal, sinuosidad y rugosidad
	Desvío de cauce	Transformación temporal de la zona y frecuencia de inundación
	Desvío de cauce	Derrame de compuestos o sustancias tóxicas en el humedal o aledaño
	Desvío de cauce	Instalación temporal de barrera transversal
	Rebaje y retiro de material fluvial	Transformación permanente de la sección transversal, sinuosidad y rugosidad
	Rebaje y retiro de material fluvial	Extracción de suelo
	Rebaje y retiro de material fluvial	Movimiento de tierra en el humedal
	Nivelación de lecho con excavadora	Transformación permanente de la sección transversal, sinuosidad y rugosidad.
	Nivelación de lecho con excavadora	Transformación permanente de la zona y frecuencia de inundación
	Nivelación de lecho con excavadora	Generación de ruido.
	Nivelación de lecho con excavadora	Derrame de compuestos o sustancias tóxicas en el humedal o aledaño
	Nivelación de lecho con excavadora	Compactación del suelo del humedal
	Eliminación del desvío cauce	Movimiento de tierra en el humedal
	Eliminación del desvío cauce	Derrame de compuestos o sustancias tóxicas en el humedal o aledaño

Etapa finalización de los trabajos

Como se mencionó en la caracterización de la obra, los elementos de esta etapa de la obra no se encuentran cercanos al área de trabajo ni al humedal de interés. Por lo anterior, los elementos **no** son considerados en la identificación de AA y FGI

Resumen de aspectos ambientales generados durante el proyecto

En la **Tabla C7. 11** resume los principales AA generados durante la ejecución de la obra, siendo los más frecuentes el movimiento de tierra en el humedal y derrame de compuestos o sustancias tóxicas en el humedal o aledaño.

Tabla C7. 11. Listado completo de aspectos ambientales generados durante el transcurso de la obra piloto 1.

Fuente: Elaboración propia.

Etiquetas de fila	
1.	Compactación del suelo del humedal.
2.	Derrame de compuestos o sustancias tóxicas en el humedal o aledaño.
3.	Disposición permanente de material en el humedal o relleno.
4.	Extracción de suelo.
5.	Extracción de vegetación en el humedal.
6.	Generación de material particulado sedimentable.
7.	Generación de ruido.
8.	Instalación temporal de barrera transversal.
9.	Movimiento de tierra en el humedal.
10.	Perturbación de suelo aledaño al humedal.
11.	Transformación permanente de la sección transversal, sinuosidad y rugosidad.
12.	Transformación permanente de la zona y frecuencia de inundación.
13.	Transformación temporal de la sección transversal, sinuosidad y rugosidad.
14.	Transformación temporal de la zona y frecuencia de inundación.
15.	Uso de material agregado.

Identificación de BBPP

Según lo indicado en secciones anteriores y a través del uso de la **Matriz de Alteraciones**, se identificaron 15 AA las obras de conservación de cauces en el sector Crucero. Estos están vinculados a dos procedimientos de trabajo:

- Rebajes, rectificaciones, perfiladuras, encauzamiento, semi encauzamiento.
- Revestimientos de riberas, protecciones de cepas, espigones, muros guardaradiers, muros transversales, revestimiento de fondos.

Habiendo identificado claramente los AA propios de la obra es posible utilizar la **Matriz de Aspectos Ambientales y Cambios en el Humedal** para entender qué cambios pueden producirse en el Estero Sin Nombre 1 producto de estos AA. Para esto es clave conocer previamente las características del humedal, de la obra y su relación de proximidad. Según la existencia de potenciales cambios en el humedal se seleccionaron una serie de BBPP aplicables usando la **Matriz de Buenas Prácticas** y sus respectivas **Fichas de Buenas Prácticas**. En el caso de que no existieran BBPP aplicables para evitar estos cambios en el humedal, se sugieren algunas estrategias de diseño con el fin de repensar la obras desde un punto de vista más integral. Para este último paso se utilizó la **Matriz de Medidas**.

La **Tabla C7. 12** muestra un resumen de los resultados obtenidos luego de la aplicación de las herramientas Matriz de Alteraciones, Matriz de Aspectos Ambientales y Cambios en el Humedal, Matriz de Buenas Prácticas y Matriz de Medidas. Esta última únicamente para recomendar algunos lineamientos de diseño. Notar que para el caso de selección de BBPP se listan una serie de alternativas aplicables, el criterio de selección final puede recaer en criterios de factibilidad, económicos o bien, pueden modificarse luego del monitoreo de la efectividad de las buenas prácticas seleccionadas en primera instancia.

Tabla C7. 12. Cambios esperados en Estero Sin Nombre 1 y buenas prácticas seleccionadas para evitarlos en obra de conservación global de cauces en cuenca del Río Bueno, sector Crucero. Resultados de la aplicación de herramientas Matriz de Aspectos Ambientales y Cambios en el Humedal y Matriz de Buenas Prácticas. Fuente: Elaboración propia.

Aspecto Ambiental	FGI	Cambio en el humedal	Buena Práctica
Compactación del suelo del humedal	Nivelación de lecho con la excavadora	Deterioro del suelo y de su capacidad de sustento de flora y fauna a lo largo de los esteros perfilados. Disminución de la tasa de infiltración de los esteros. Alteración de los procesos de arrastre, levantamiento y acumulación de sedimentos en los esteros y áreas inundables.	(BBPP 2) Priorizar el uso de mano de obra en lugar de maquinaria pesada (BBPP 65) Definir senderos o zonas de tránsito Por otro lado, se recomienda repensar el diseño de la obra considerando medidas como: (M 11.1.2) Mejoramiento del lecho del cauce
Derrame de compuestos o sustancias tóxicas en el humedal o aledaño	Desvío de cauce	Contaminación de las aguas superficiales de los esteros por potenciales derrames de hidrocarburos de las maquinarias trabajando dentro del cauce. Los hidrocarburos podrán arrastrarse hacia aguas abajo por la red fluvial.	(BBPP 22) Limpiar derrames de contaminantes inmediatamente (BBPP 29) Inspeccionar maquinarias diariamente y reparar cualquier fuga o derrame de fluidos peligrosos (BBPP 45) Barreras flotantes
	Eliminación del desvío de cauce		
	Nivelación de lecho con excavadora		
Disposición permanente de material en el humedal o relleno	Construcción de pretil	La construcción del pretil en la zona de confluencia entre el Estero Sin Nombre 1 y el Río Currileufú provoca una modificación de la morfología y régimen de saturación en el estero. Además, otros cambios provocados por la transformación de la sección transversal se discuten en su respectivo AA.	No existen BBPP que permitan descartar estos cambios. Aun así, la construcción del pretil busca proteger las riberas de la erosión. Existen diferentes estrategias de bajo impacto y que apoyan la restauración hidrogeomorfológica que cumplen el mismo objetivo. Se recomienda repensar el diseño considerando medidas como: (M 11.2.1) Uso de árboles y ramas en riberas erosionables (M 11.2.2) Revestimientos vegetales
Extracción de suelo	Preparación de taludes y excavación	Pérdida de la estructura de y capacidad de sustentar biodiversidad en la ribera del estero.	No existen BBPP que permitan mitigar las alteraciones vinculadas a la extracción de suelo producto de ambas acciones. Se recomienda modificar el diseño de la obra considerando medidas como: (M 11.1.1) Mejoramiento de sinuosidad en cauces rectificadas (M 11.1.2) Mejoramiento del lecho del cauce (M 11.2.2) Revestimientos vegetales O bien, se recomienda considerar un diseño integral con obras que atenúen los caudales máximos pasantes y por ende el riesgo de inundación y así no tener la necesidad de
	Rebaje y retiro de material fluvial	Pérdida de la estructura de y capacidad de sustentar biodiversidad en la ribera y cauce del estero.	

Aspecto Ambiental	FGI	Cambio en el humedal	Buena Práctica
			perfilar el estero. Se sugiere revisar las subcategorías de medidas: (M 8.1) Estrategias de almacenamiento (M 8.2) Estrategias de infiltración (M 8.3) Estrategias de conducción Estas medidas deberán implementarse en la cuenca aportante del estero de interés. Además, cabe destacar que la implementación de esta obra puede justificarse por ser necesaria para la protección de la población frente al riesgo de inundación.
Extracción de vegetación en el humedal	Limpieza de terreno	Extracción de especies hidrófilas presentes en esteros lo que se traduce en pérdida de hábitat para la fauna y deterioro de la calidad del agua. Por ejemplo la vegetación hidrófila es especialmente importante para anfibios y peces que requieren de hábitat de aguas someras y con vegetación para el refugio, alimentación y reproducción.	(BBPP 13 – 66) Planificar el trabajo según ciclos de biota (Aves, Peces y Anfibios) Donde sea posible: (BBPP 1) Delimitar un área de amortiguación en torno al humedal (BBPP 72) Delimitación física del humedal y hábitats de relevancia y/o sensibles (BBPP 48) Preservación de la vegetación existente También se recomiendan algunas estrategias descritas en el catastro de medidas: (M 16.1.1) Exclusión de obras en las zonas del humedal, zona de amortiguación, hábitats sensibles y red de drenaje. (M16.1.2) Controlar que la remoción de suelo o vegetación se realice en el área estrictamente necesaria
Generación de material particulado sedimentable	Preparación de taludes y excavación	Los taludes se ubican en zonas húmedas donde no existirá levantamiento de MPS.	No aplica
Generación de ruido	Nivelación de lecho con excavadora	Perturbación en el comportamiento y potenciales daños fisiológicos en la fauna. Por ejemplo, en el caso de aves migratorias que utilizan estas zonas con mayor refugio para descansar y alimentarse, la generación de ruido durante etapa de nidificación puede generar el abandono de nidos.	(BBPP 2) Priorizar el uso de mano de obra en lugar de maquinaria pesada (BBPP 5) Uso de silenciadores de escape (BBPP 7) Priorizar maquinaria menos ruidosa (BBPP 13) Planificar el trabajo según los ciclos de la biota – Aves (BBPP 14) Planificar el trabajo según los ciclos de la biota – Horarios críticos

Aspecto Ambiental	FGI	Cambio en el humedal	Buena Práctica
Instalación temporal de barrera transversal	Desvío de cauce	Secado temporal de un tramo del estero.	Se recomienda evaluar si existe fauna que se podrá ver afectada en ese tramo, de ser así: (BBPP 13 – 66) Planificar el trabajo según ciclos de biota (Aves – Peces y Anfibios)
Movimiento de tierra en el humedal	Desvío de cauce	Deterioro de la calidad del agua en los esteros (aumento de turbidez y disminución de actividad fotosintética) y del suelo (levantamiento, arrastre y acumulación de sedimentos a lo largo de los esteros)	(BBPP 13 – 66) Planificar el trabajo según ciclos de biota (Aves – Peces y Anfibios)
	Eliminación del desvío de cauce		(BBPP 13 – 66) Planificar el trabajo según ciclos de biota (Aves – Peces y Anfibios) O bien, se recomienda considerar un diseño integral con obras que atenúen los caudales máximos pasantes y reduzcan los sedimentos aportante y por ende el riesgo de inundación y así no tener la necesidad de rebajar y retirar el material fluvial estero. Se sugiere revisar las subcategorías de medidas: (M 8.1) Estrategias de almacenamiento (M 8.2) Estrategias de infiltración (M 8.3) Estrategias de conducción Estas medidas deberán implementarse en la cuenca aportante del estero de interés
	Rebaje y retiro de material fluvial		
Perturbación de suelo aledaño al humedal	Limpieza de terreno	Erosión del suelo, arrastre de sedimentos y disminución de la calidad de agua.	(BBPP 58) Barreras vegetales (BBPP 63) Malla o barrera de sedimentos
	Preparación de taludes y excavación		(BBPP 50) Geotextiles, mantas y mallas (BBPP 53) Siembra (BBPP 60) Aplicación de rollos de fibra Se recomienda incorporar estrategias vinculadas a la protección de riberas como: (M 11.2.2) Revestimientos vegetales
Transformación permanente de la sección transversal, sinuosidad y rugosidad	Construcción de pretil	Disminución de la rugosidad en las riberas por cambio de revestimiento. Aumento de la velocidad del flujo y alteración de los procesos erosivos. Alteración de la conectividad hidrológica lateral por impermeabilización.	No existen BBPP que permitan descartar estos cambios. Aun así, la construcción del pretil busca proteger las riberas de la erosión. Existen diferentes estrategias de bajo impacto y que apoyan la restauración hidrogeomorfológica que cumplen el mismo objetivo. Se recomienda repensar el diseño considerando medidas como: (M 11.2.1) Uso de árboles y ramas en riberas erosionables (M 11.2.2) Revestimientos vegetales

Aspecto Ambiental	FGI	Cambio en el humedal	Buena Práctica
	Rebaje y retiro de material fluvial Nivelación de lecho con excavadora	Disminución de la rugosidad por extracción de vegetación. Aumento de la velocidad del flujo y alteración de los procesos erosivos. Alteración de la conectividad hidrológica lateral por rectificación y nivelación.	No existen BBPP que puedan evitar los cambios en el humedal vinculados a la transformación permanente de la sección transversal, sinuosidad y rugosidad conservando el diseño original de la obra. Se recomienda repensar el diseño de la obra tomando estrategias como: (M 11.1.1) Mejoramiento de sinuosidad en cauces rectificandos (M 11.1.2) Mejoramiento del lecho del cauce (M 11.2.2) Revestimientos vegetales Así como también implementar soluciones en la cuenca aportante al estero de tal forma de reducir el caudal pasante y por ende el riesgo de inundación: (M 8.1) Estrategias de almacenamiento (M 8.2) Estrategias de infiltración (M 8.3) Estrategias de conducción
Transformación permanente de la zona y frecuencia de inundación	Construcción de pretil	Cambio en la superficie del humedal debido a una alteración en la frecuencia y duración de la saturación de estratos vegetales y perfiles del suelo producto de la impermeabilización de las riberas y cambio en la sección transversal.	No existen BBPP que permitan descartar estos cambios. Aun así, la construcción del pretil busca proteger las riberas de la erosión. Existen diferentes estrategias de bajo impacto y que apoyan la restauración hidrogeomorfológica que cumplen el mismo objetivo. Se recomienda repensar el diseño considerando medidas como: (M 11.2.1) Uso de árboles y ramas en riberas erosionables (M 11.2.2) Revestimientos vegetales
Transformación temporal de la sección transversal, sinuosidad y rugosidad	Desvío de cauce	Alteración temporal de los procesos erosivos, de transporte y acumulación, pérdida de la conectividad hidrológica lateral y modificación de las condiciones hidráulicas (e.g. peralte del eje hidráulico por disminución de la sección transversal)	(BBPP 13 – 66) Planificar el trabajo según ciclos de biota (Aves – Peces y Anfibios)
Transformación temporal de la zona y frecuencia de inundación	Desvío de cauce	Cambio temporal en la superficie del humedal en la sección del desvío de cauce producto de la alteración en la frecuencia y duración de la saturación de estratos vegetales y perfiles del suelo.	(BBPP 13 – 66) Planificar el trabajo según ciclos de biota (Aves – Peces y Anfibios)
Uso de material agregado	Construcción de pretil	Introducción de flora invasora y potencial modificación de la composición de flora y estructura de la vegetación	(BBPP 68) Flameo para eliminar semillas en agregados

Al revisar de forma general la matriz de BBPP y en función de las características de la obra y de los humedales vinculados, otras BBPP aplicables para reducir potenciales cambios en el humedal que no se identificaron puntualmente en algún AA son:

- **BBPP 6** - Minimizar el uso de alarma de reversa mediante el diseño de zonas de tránsito
- **BBPP 12** – Evitar el uso de bocinas
- **BBPP 18** – Limitar velocidad de tránsito de vehículos
- **BBPP 26** – Lavar maquinaria fuera del sitio de la obra y en lugar designado
- **BBPP 31** – Abastecimiento de combustible fuera del sitio de la obra
- **BBPP 35** – Mantención de vehículos y maquinaria fuera del sitio de la obra
- **BBPP 41** – Ubicación correcta de baños químicos
- **BBPP 69** – Restringir el ingreso de animales domésticos

El listado final de BBPP sugeridas para la obra de conservación global de cauces en cuenca del Río Bueno, sector Crucero se muestra en la **Tabla C7. 13**. Además, en esa se señala una programación preliminar según el cronograma de obras.

Tabla C7. 13. Programación de aplicación de Buena Prácticas en obra para Crucero. Fuente: Elaboración propia.

BBPP	MES			
	1	2	3	4
(BBPP 1) Delimitar un área de amortiguación en torno al humedal				
(BBPP 2) Priorizar el uso de mano de obra en lugar de maquinaria pesada				
(BBPP 5) Uso de silenciadores de escape				
(BBPP 6) Minimizar el uso de alarma de reversa mediante el diseño de zonas de tránsito				
(BBPP 7) Priorizar maquinaria menos ruidosa				
(BBPP 12) Evitar el uso de bocinas				
(BBPP 13-66) Planificar el trabajo según ciclos de biota (Aves – Peces y Anfibios)				
(BBPP 14) Planificar del trabajo según los ciclos de la biota – Horarios críticos				
(BBPP 22) Limpiar derrames de contaminantes inmediatamente				
(BBPP 26) Lavar maquinaria fuera del sitio de la obra y en lugar designado				
(BBPP 29) Inspeccionar maquinarias diariamente y reparar cualquier fuga o derrame de fluidos peligrosos				
(BBPP 31) Abastecimiento de combustible fuera del sitio de la obra				
(BBPP 35) Mantención de vehículos y maquinaria fuera del sitio de la obra				
(BBPP 41) Ubicación correcta de baños químicos				
(BBPP 45) Barreras flotantes				
(BBPP 48) Preservación de la vegetación existente				
(BBPP 50) Geotextiles, mantas y mallas				
(BBPP 58) Barreras vegetales				
(BBPP 53) Siembra				

(BBPP 60) Aplicación de rollos de fibra				
(BBPP 63) Malla o barrera de sedimentos				
(BBPP 65) Definir senderos o zonas de tránsito				
(BBPP 68) Flameo para eliminar semillas en agregados				
(BBPP 69) Restringir el ingreso de animales domésticos				
(BBPP 72) Delimitación física del humedal y hábitats de relevancia y/o sensibles				
Simbología				
	Instalación de la BBPP			
	Implementación y mantención de la BBPP			

Monitoreo de las BBPP

Por último, con el fin de evaluar la eficacia de las buenas prácticas implementadas se sugiere elaborar un **programa de monitoreo y mantención**. En algunos casos, para definir qué indicadores deben ser monitoreados se recomienda utilizar la **Matriz de Indicadores** y en la Fase 1 ya se han identificado indicadores relevantes. A modo de ejemplo, a continuación, se indican lineamientos para el monitoreo y mantención de tres de las buenas prácticas seleccionadas. Este monitoreo y mantención se concentra únicamente durante la fase constructiva del proyecto.

Programa de monitoreo y mantención para planificación del trabajo según los ciclos de la biota – Horarios críticos (BBPP 14)

La obra de conservación conlleva el uso de maquinaria tanto dentro como alrededor del humedal. Debido a que corresponden a fuentes móviles de ruido, no es posible el uso de paneles de ruido o el encierro de estas. Por esto se recomienda considerar algunos factores biológicos para la programación de actividades ruidosas. Por ejemplo, las aves tienden a cantar más intensamente durante el amanecer y el atardecer. Previamente se deberán restringir ciertos rangos horarios para la emisión de ruido y establecer umbrales más exigentes.

Para el monitoreo de esta medida se recomienda realizar mediciones de ruido durante toda la fase constructiva, específicamente en los horarios definidos como críticos. La medición debe realizarse en el límite del humedal, en su zona de amortiguación o bien, alrededor de hábitats de relevancia.

Las mediciones de ruido deberán ser registradas y comparadas con umbrales de referencia definidos para las especies de fauna que habitan el humedal. Se recomienda establecer estos umbrales de tal forma que no se generen modificaciones conductuales. En el caso de que se superen los umbrales de ruido establecidos para el rango horario, se deberán incorporar otras BBPP vinculadas a la generación de ruido.

Programa de monitoreo y mantención para Barreras flotantes (BBPP 45)

Las barreras flotantes se utilizan sobre cuerpos de agua para controlar la propagación de hidrocarburos y así reducir la posibilidad de contaminar hacia aguas abajo o la zona ribereña. Estas barreras concentran los hidrocarburos contaminantes en las capas superficiales facilitando su recuperación.

Se recomienda instalar estas barreras únicamente cuando exista riesgo de derrame de hidrocarburos, en este caso cuando la maquinaria esté dentro del cauce (Desvió de cauce, nivelación de lecho con excavadora y eliminación del desvió de cauce).

Para monitorear la efectividad de la medida se recomienda tomar muestras de agua en las etapas en que la maquinaria está trabajando dentro del cauce. En el caso de un derrame visualmente claro se debe intensificar la frecuencia de monitoreo en los días posteriores al derrame. La muestra de agua se debe tomar aguas debajo de la barrera y se debe medir:

- Hidrocarburos (fijos y volátiles)

Programa de monitoreo y mantenimiento para Geotextiles, mantas y mallas (BBPP 50)

Las mantas y geotextiles buscan controlar la erosión y arrastre de sedimentos. En este caso se recomienda como protección de los taludes pronunciados en el Estero Sin Nombre 1. De tal forma que contenga el suelo y facilite el establecimiento de vegetación.

Además de la inspección visual regular para identificar fallas en la manta o anclado se recomienda el monitoreo de la calidad del agua, especialmente de:

- Sólidos Suspendidos Totales (SST)

Los resultados obtenidos deberán compararse con rangos predefinidos de acuerdo con monitoreos previos a la fase constructiva y a la normativa vigente.

7.2 Obra piloto 2: Conservación global de cauces naturales cuenca del Río Bueno, Sector Pichirropulli

En esta obra de conservación se aplicará la Fase 1 completa y la Fase 2 hasta la aplicación de la **Identificación de Buenas Prácticas** tal como se indica en la **Figura C7. 18**. No se considera análisis de susceptibilidad de afectación del literal s).

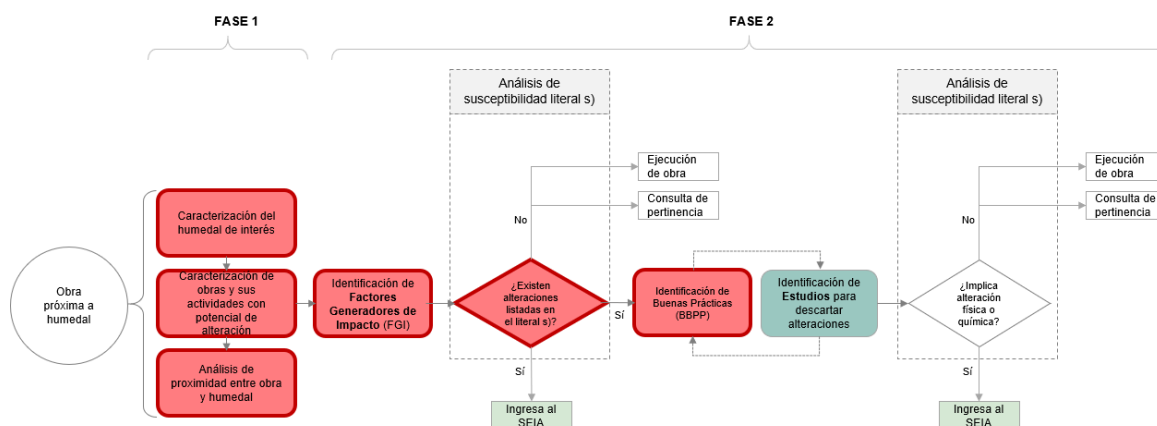


Figura C7. 18. Aplicación de la estrategia de análisis sobre literal s) en Obra Piloto 2. Fuente: Elaboración propia.

Para el ejemplo de la obra piloto 2, se desarrollarán en profundidad ciertas herramientas (**Tabla C7. 14**).

Tabla C7. 14. Foco de la aplicación de procedimientos o herramientas operativas para la obra piloto 1 “Conservación global de cauces en la cuenca del Río Bueno, sector Pichirropulli”. Todas las herramientas listadas son parte del flujo de trabajo para cada obra. Aquellas indicadas con (*) serán desarrolladas en mayor profundidad. Fuente: Elaboración propia.

Obra	Capítulos asociados	Herramientas y procedimientos aplicados
Obra tipo conservación de cauces: Conservación global de cauces en la cuenca del Río Bueno – Sector Pichirropulli	Volumen I capítulos 2, 3 y 4	- Matriz de Indicadores - Matriz de AA y CH - Matriz de Alteraciones (*) - Matriz de Buenas Prácticas (*)

7.2.1 Indicación sobre Literal s

Considerando que, hasta a fecha de presentación de este **Informe Volumen II** no existe una determinación definitiva sobre el ingreso de obras de conservación al SEIA, el alcance de este ejemplo no contempla un análisis de pertinencia de ingreso al SEIA para la obra “Conservación global de cauces en la cuenca del Río Bueno.”

Se aplica la **Estrategia para abordar el literal s)**”, únicamente para ilustrar el proceso de identificar potenciales alteraciones de una obra. Esto permite identificar Buenas Prácticas (BBPP) para minimizar esas alteraciones.

Es el SEA el organismo con la autoridad para decidir sobre la exclusión del SEIA de obras de conservación bajo cierto tipo de circunstancias:

- Obras de conservación que pueden ser excluidas del SEIA debido a su menor magnitud y potencial impacto en los OP.
- Obras de conservación para salvaguardar la vida de la población ante riesgos producidos por crecidas de cuerpos su agua que justifique su exclusión ²²

²² Según lo especificado en la respuesta del SEA a DGOP sobre pronunciamiento respecto a consultas de pertinencia de ingreso de proyectos o actividades o sus modificaciones al SEIA (Documento Digital N° 202399102991).

7.2.2 Fase 1

Identificación del humedal de interés

El humedal de interés se ubica en una sección urbana del sector Pichirropulli, en la comuna de Paillaco, en los esteros Aguas Turbias y Percán, ambos tributarios del Río Llolelhue. En este humedal el Ministerio de Obras Públicas considera la conservación de cauces naturales y mejoramiento de atravesos vehiculares sobre los cauces (Figura C7. 19).

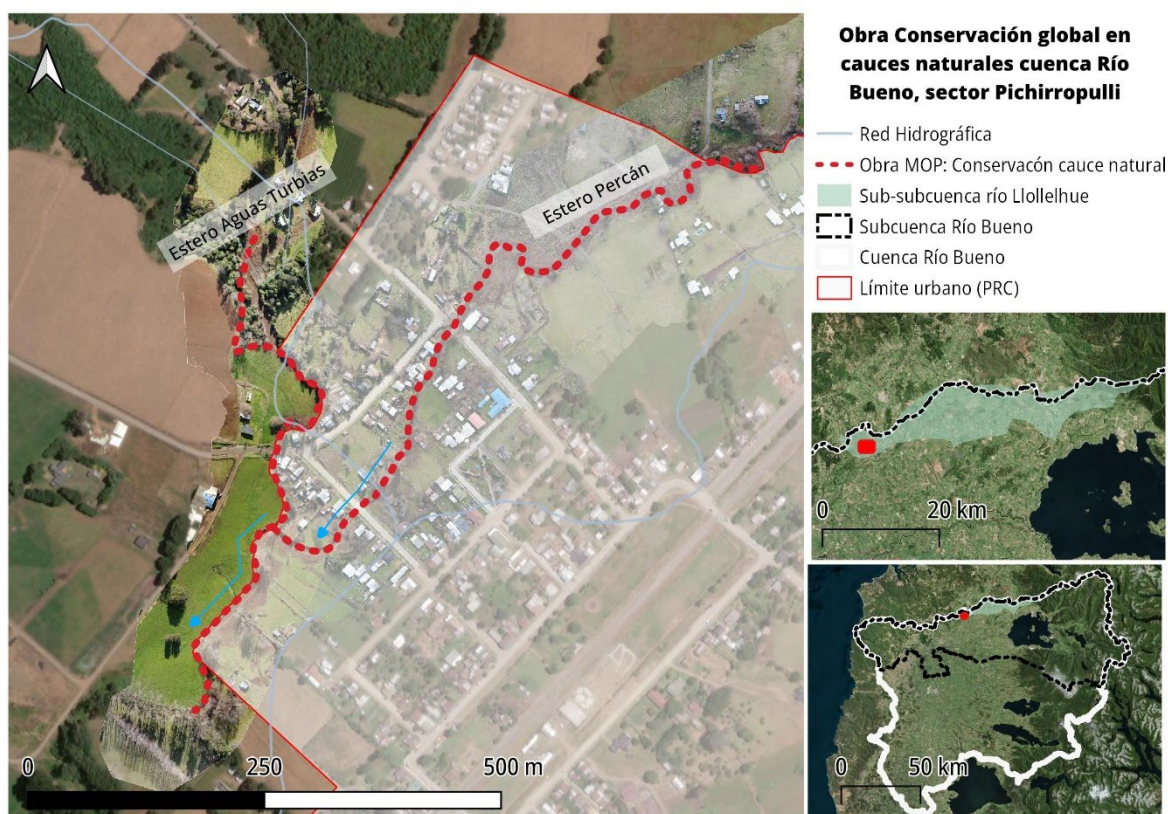


Figura C7. 19. Cartografía de emplazamiento de obras de conservación global en cauces naturales de la cuenca del río Bueno en el sector Pichirropulli de la comuna de Paillaco, en Estero Aguas Turbias y Estero Percán. Se indica la red vial, la red hidrográfica, el área de sustento del humedal (sub-subcuenca del Río Llolelhue), la subcuenca del Río Bueno y la cuenca del Río Bueno. Fuente: Elaboración propia.

Para la obra piloto en el Sector Pichirropulli, las preguntas provenientes de la estrategia de caracterización de humedal (**Tabla C6. 3**), se abordan en la **Tabla C7. 15**.

Tabla C7. 15. Decisiones para caracterizar el humedal de interés en la obra piloto “Conservación global de cauces en la cuenca del Río Bueno – Sector Pichirropulli”. Fuente: Elaboración propia.

Pregunta	Respuesta	Decisión
1. ¿Se encuentra declarado como humedal urbano?	No	Pregunta 2
2. ¿Se encuentra reconocido en el Inventario Nacional de Humedales?	No	Pregunta 4
3. ¿Se clasifica como un humedal tipo Río / Ribereño?	N/A	N/A
4. ¿El humedal corresponde a aguas corrientes (permanentes o temporales)?	Si	Segmentación y clasificación ²³
5. ¿El humedal se encuentra asociado a un límite urbano?	Si	Caracterización del humedal

²³ Aunque este humedal cumple con la característica de ser de tipo Río/Ribereño, no se aplicará el Instructivo de Segmentación y Clasificación del estudio, ya que esta herramienta operativa, será aplicada en el caso de San José de la Mariquina.

Caracterización del humedal urbano de interés

El humedal corresponde a un humedal de tipo Ribereño/Río no declarado como humedal urbano, pero asociado a límite urbano. Está emplazado en la Cuenca del Río Bueno, subcuenca del Río Bueno. Para efectos de la caracterización hidro-geomorfológica y de la biota, se tomó como área de referencia la sub-subcuenca del Río Llollelhue en La Unión, escasos kilómetros aguas abajo del humedal de interés.

Caracterización hidro-geomorfológica

La sub-subcuenca del Río Llollelhue está definida por un clima húmedo con menor precipitación mensual y anual respecto a otras zonas de la región, dada la función de sombra de lluvia que cumple la Cordillera de La Costa. De todas maneras, el sistema fluvial de origen pluvial mantiene una estación seca bien definida, registrando un promedio de precipitaciones de 1591 mm al año (**Figura C7. 20**). Durante los meses de verano, disminuye considerablemente la precipitación, registrando entre 50 y 70 mm al mes durante estos meses. El registro histórico muestra una marcada estacionalidad, donde la mayoría de las precipitaciones ocurre entre abril y octubre, sugiriendo un clima con lluvias concentradas en los meses más fríos. La precipitación durante los meses de otoño e invierno supera los 100 mm mensuales, registrando un promedio mensual máximo durante junio, de 250 mm mensuales, y una máxima histórica registrada durante el mismo mes, alcanzando 550 mm mensuales.

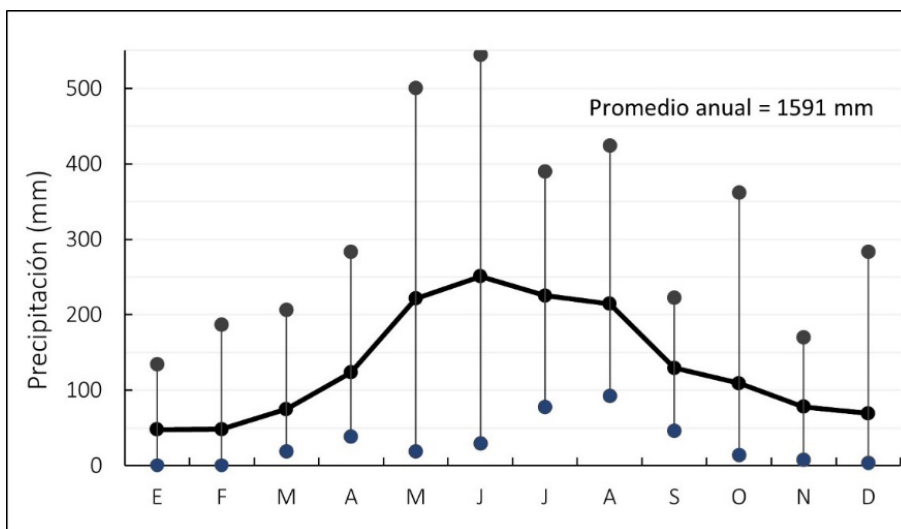


Figura C7. 20. Precipitación promedio, mínima y máxima mensual según el set de datos nacional de CR2MET, de la estación meteorológica Río Llollelhue en La Unión. Se indica el promedio de precipitación anual para el mismo periodo. Fuente: <https://camels.cr2.cl/>. Elaboración propia.

De la misma manera, el hidrograma del Río Llolehue nos muestra una marcada estacionalidad, gobernada por el régimen de precipitaciones (**Figura C7. 21**). En este caso, presenta un caudal medio anual de 46 m³/s, presentando caudales medios mensuales por debajo de ese valor entre los meses de noviembre y mayo. Durante los meses de invierno, el caudal supera el caudal medio anual, llegando hasta 80 m³/s durante el mes de agosto. El caudal máximo registrado también es durante el mes de agosto, y alcanzó 55 m³/s.

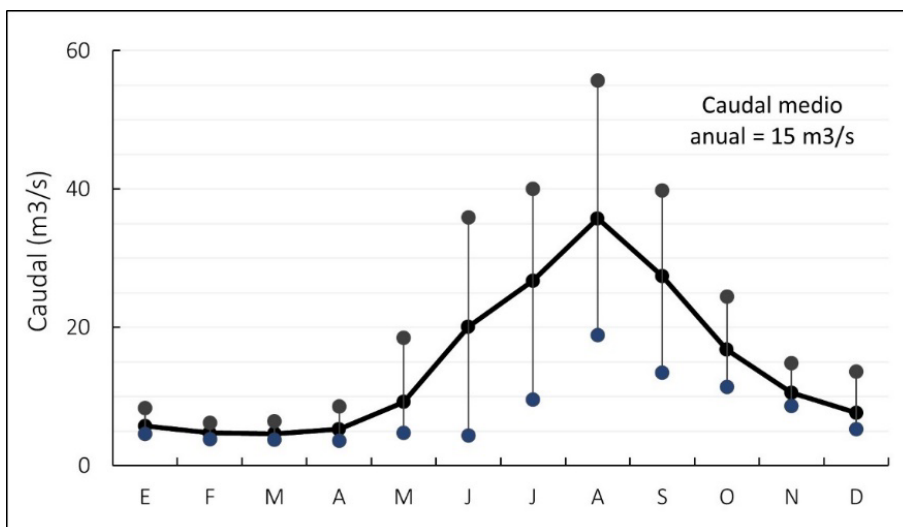


Figura C7. 21. Caudal promedio, mínimo y máximo mensual del en el Río Llolehue en La Unión en estación fluviométrica de la Dirección General de Aguas. Elaboración propia. Fuente: <https://camels.cr2.cl/>

Caracterización de la biota del humedal

Es posible describir un ecosistema ribereño conformado por dos microcuencas del Estero Aguas Turbias y Estero Percán, como tributarios del Río Llolelhue. Los esteros son de caudal indeterminado durante la época seca, sin embargo, es posible observar la presencia de vegetación permanente en sus riberas, a pesar de emplazarse en un ambiente urbano y de actividades agropecuarias.

Respecto a la caracterización de la biota local, existen referencias técnicas en el marco del estudio encargado por el Gobierno Regional de Los Ríos de “Diagnóstico integral de los humedales de la Región de Los Ríos” (<https://humedaleslosrios.cl/>) y ejecutado por Edáfica Consultores. De dicho estudio es posible extraer información biológica de las comunidades naturales presentes en ecosistemas similares al humedal de interés (**Figura C7. 22**, polígonos color verde claro).

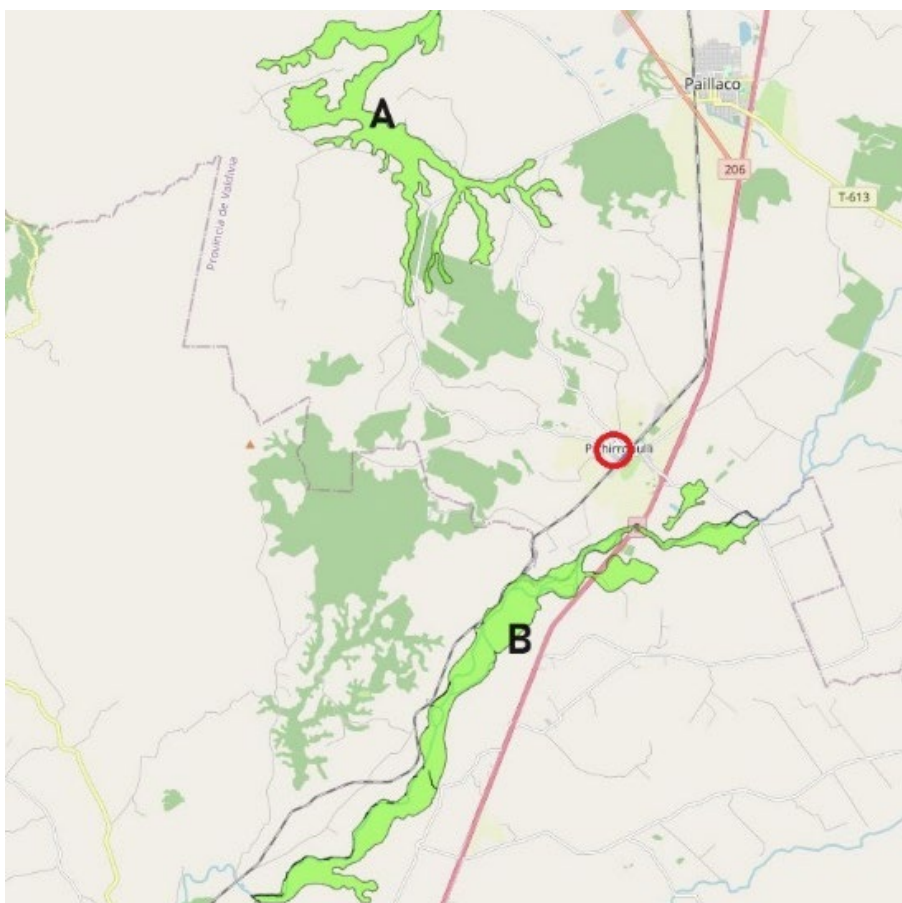


Figura C7. 22. Ecosistemas de referencia (A y B) para la descripción de comunidades presentes en el humedal de interés (círculo rojo). Fuente: <https://humedaleslosrios.cl/>

Flora y Vegetación

El área de estudio pertenece a la región hiperhúmeda de Chile, y aloja la formación vegetal Bosque Caducifolio del Sur ²⁴. En específico, el área corresponde al piso vegetal bosque caducifolio templado de *Nothofagus obliqua* (roble) - *Laurelia sempervirens* (tepa)²⁵.

A escala de paisaje local, el área se caracteriza por estar compuesto por zonas agropecuarias, principalmente praderas con fines ganaderos (**Figura C7. 23**, arriba). Adicionalmente, existen corredores ribereños arbóreos alrededor de los cauces naturales, compuestas por especies nativas y exóticas, conformando lo que podría ser bosque nativo o bosque mixto (**Figura C7. 2**, abajo).



Figura C7. 23. Vegetación circundante al humedal de interés. Arriba el Estero Percán, y abajo el Estero Aguas Turbias. Fuente: Elaboración propia.

²⁴ Gajardo Michell, R. (1994). La vegetación natural de Chile. Clasificación y distribución geográfica. Santiago, Chile: Editorial Universitaria. Luebert y Plischoff, 2017

²⁵ Luebert, Federico & Patricio Plischoff. Sinopsis bioclimática y vegetal de Chile (2018). Editorial Universitaria.

Las especies de flora presentes en los ecosistemas de referencia, y que potencialmente pueden estar en el humedal de interés son un total de 91 especies, de las cuales 74 son nativas y 17 introducidas (**Tabla C7. 16**). De las especies nativas, 17 de ellas son endémicas, es decir, habitan exclusivamente el territorio nacional, y 9 tienen categoría de conservación Vulnerable.

Tabla C7. 16. Listado de especies de plantas, arbustos y árboles potencialmente presentes en la subcuenca del Río Llolelhue en La Unión. Se indica familia, nombre científico y común y su origen fitogeográfico según es nativo o exótico, y su categoría de conservación. Fuente: Gobierno Regional de Los Ríos – Edáfica, 2024

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Origen	Categoría De Conservación
Aextoxicaceae	<i>Aextoxicon punctatum</i>	Olivillo	Nativa	Vulnerable
Apiaceae	<i>Centella asiatica</i>	Centella asiática	Nativa	No evaluada
Apiaceae	<i>Hydrocotyle cf. chamaemorus</i>	Malva del monte	Nativa	No evaluada
Apiaceae	<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>	Paraguaita	Nativa	No evaluada
Aspleniaceae	<i>Asplenium dareoides</i>	Filu lahuén	Nativa	No evaluada
Asteraceae	<i>Achillea millefolium</i>	Milenrama	Nativa	No evaluada
Asteraceae	<i>Baccharis racemosa</i>	Chilco	Nativa	No evaluada
Asteraceae	<i>Baccharis sagittalis</i>	Chilco	Nativa	No evaluada
Asteraceae	<i>Centipeda elatinoides</i>		Nativa	No evaluada
Asteraceae	<i>Cirsium vulgare</i>	Cardo negro	Introducida	No evaluada
Asteraceae	<i>Hypochaeris radicata</i>	Hierba del chancho	Introducida	No evaluada
Asteraceae	<i>Leptinella scariosa</i>	Pasto de chancho	Nativa	No evaluada
Asteraceae	<i>Senecio aquaticus</i>		Introducida	No evaluada
Asteraceae	<i>Acrisione denticulata</i>	Palpalén	Nativa	No evaluada
Asteraceae	<i>Baccharis sphaerocephala</i>	Rari	Endémica	Vulnerable
Asteraceae	<i>Leptocarpha rivularis</i>	Palo negro	Endémica	Vulnerable
Berberidaceae	<i>Berberis cf. serratodentata</i>	Michay	Nativa	No evaluada
Berberidaceae	<i>Berberis darwinii</i>	Michay	Nativa	No evaluada
Blechnaceae	<i>Blechnum chilense</i>	Costilla vaca	Nativa	No evaluada
Blechnaceae	<i>Blechnum hastatum</i>	Palmilla	Nativa	No evaluada
Blechnaceae	<i>Blechnum mochaenum</i>	Iquide	Nativa	No evaluada
Blechnaceae	<i>Blechnum pennamarina</i>	pinque	Nativa	No evaluada
Boraginaceae	<i>Myosotis scorpioides</i>	No me olvides	Introducida	No evaluada
Bromeliaceae	<i>Fascicularia bicolor</i>	Chupalla	Endémica	No evaluada
Bromeliaceae	<i>Greigia sphacelata</i>	Chupón	Endémica	No evaluada
Celastraceae	<i>Maytenus boaria</i>	Maitén	Nativa	No evaluada
Celastraceae	<i>Maytenus magellanica</i>	Leña dura	Nativa	No evaluada
Cunoniaceae	<i>Caldcluvia paniculata</i>	Tiaca	Nativa	No evaluada
Cyperaceae	<i>Cyperus eragrostis</i>	Cortadera	Nativa	No evaluada
Cyperaceae	<i>Eleocharis macrostachya</i>	Junquillo	Nativa	No evaluada
Cyperaceae	<i>Isolepis varians</i>		Nativa	No evaluada
Cyperaceae	<i>Uncinia sp.</i>		Nativa	No evaluada
Elaeocarpaceae	<i>Aristotelia chilensis</i>	Maqui	Nativa	No evaluada
Ericaceae	<i>Gaultheria mucronata</i>	Chaura	Nativa	No evaluada
Escalloniaceae	<i>Escallonia revoluta</i>	Lun	Endémica	No evaluada
Fabaceae	<i>Lotus pedunculatus</i>	Alfalfa chilota	Introducida	No evaluada
Fabaceae	<i>Sophora cassioides</i>	Pelu	Endémica	No evaluada
Gesneriaceae	<i>Mitraria coccinea</i>	Botellita	Nativa	No evaluada
Gesneriaceae	<i>Sarmienta scandens</i>	Medallita	Endémica	No evaluada
Griselinaceae	<i>Griselinia ruscifolia</i>	Lilinguen	Nativa	No evaluada
Hymenophyllaceae	<i>Hymenophyllum plicatum</i>	Helecho película	Nativa	No evaluada
Iridaceae	<i>Libertia chilensis</i>	Calle calle	Nativa	No evaluada

Juncaceae	<i>Juncus effusus</i>	Junquillo	Nativa	No evaluada
Juncaceae	<i>Juncus involucratus</i>	Junquillo	Nativa	No evaluada
Juncaceae	<i>Juncus procerus</i>	Junco	Nativa	No evaluada
Juncaceae	<i>Juncus cyperoides</i>	Junquillo	Nativa	No evaluada
Lamiaceae	<i>Mentha pulegium</i>	Poleo	Introducida	No evaluada
Lamiaceae	<i>Prunella vulgaris</i>	Hierba mora	Introducida	No evaluada
Lardizabalaceae	<i>Boquila trifoliolata</i>	Voqui blanco	Nativa	No evaluada
Loranthaceae	<i>Tristerix corymbosus</i>	Quintral	Nativa	No evaluada
Luzuriagaceae	<i>Luzuriaga radicans</i>	Quilineja	Nativa	No evaluada
Monimiaceae	<i>Peumus boldus</i>	Boldo	Endémica	No evaluada
Myrtaceae	<i>Amomyrtus luma</i>	Luma	Nativa	No evaluada
Myrtaceae	<i>Amomyrtus meli</i>	Meli	Endémica	Vulnerable
Myrtaceae	<i>Blepharocalyx cruckshanksii</i>	Temu	Endémica	Vulnerable
Myrtaceae	<i>Luma apiculata</i>	Arrayán	Nativa	No evaluada
Myrtaceae	<i>Luma chequen</i>	Chequen	Endémica	Vulnerable
Myrtaceae	<i>Myrceugenia exsucca</i>	Pitra	Nativa	No evaluada
Myrtaceae	<i>Myrceugenia parvifolia</i>	Chilcon	Endémica	No evaluada
Nothofagaceae	<i>Nothofagus dombeyi</i>	Coihue	Nativa	No evaluada
Nothofagaceae	<i>Nothofagus obliqua</i>	Roble	Nativa	No evaluada
Philesiaceae	<i>Lapageria rosea</i>	Copihue	Endémica	Vulnerable
Plantaginaceae	<i>Gratiola peruviana</i>	Contrayerba	Nativa	No evaluada
Plantaginaceae	<i>Plantago lanceolata</i>	Llantén	Introducida	No evaluada
Poaceae	<i>Chusquea quila</i>	Quila	Endémica	No evaluada
Poaceae	<i>Lolium multiflorum</i>	Ballica	Introducida	No evaluada
Poaceae	<i>Poa cf. holciformis</i>	Coirón	Nativa	No evaluada
Podocarpaceae	<i>Podocarpus saligna</i>	Maño de hoja larga	Endémica	Vulnerable
Polygonaceae	<i>Muehlenbeckia hastulata</i>	Quilo	Nativa	No evaluada
Polygonaceae	<i>Polygonum hydropiperoides</i>	Duraznillo	Introducida	No evaluada
Polygonaceae	<i>Rumex acetosella</i>	Vinagrillo	Introducida	No evaluada
Polygonaceae	<i>Rumex cf. obtusifolius</i>	Romaza	Introducida	No evaluada
Polypodiaceae	<i>Synammia feuillei</i>	Calahuala	Nativa	No evaluada
Primulaceae	<i>Anagallis alternifolia</i>	Pimpinela	Nativa	No evaluada
Proteaceae	<i>Embothrium coccineum</i>	Notro	Nativa	No evaluada
Proteaceae	<i>Lomatia ferruginea</i>	Fuinque	Nativa	No evaluada
Proteaceae	<i>Lomatia dentata</i>	Avellanillo	Nativa	No evaluada
Pteridaceae	<i>Adiantum cf. chilense</i>	Palito negro	Nativa	No evaluada
Ranunculaceae	<i>Ranunculus repens</i>	Botón de oro	Introducida	No evaluada
Rosaceae	<i>Malus domestica</i>	Manzano	Introducida	No evaluada
Rosaceae	<i>Rosa rubiginosa</i>	Rosa mosqueta	Introducida	No evaluada
Rosaceae	<i>Rubus ulmifolius</i>	Zarzamora	Introducida	No evaluada
Rosaceae	<i>Fragaria chiloensis</i>	Frutilla	Nativa	No evaluada
Rubiaceae	<i>Galium hypocarpium</i>	Relbún	Nativa	No evaluada
Rubiaceae	<i>Nertera granadensis</i>	Coralito	Nativa	No evaluada
Salicaceae	<i>Azara microphylla</i>	Chinchín	Nativa	No evaluada
Salicaceae	<i>Salix caprea</i>	Sauce gatito	Introducida	No evaluada
Santalaceae	<i>Lepidoceras chilense</i>	Quintral de temu	Endémica	No evaluada
Verbenaceae	<i>Rhaphithamnus spinosus</i>	Repu	Nativa	No evaluada
Vitaceae	<i>Cissus striata</i>	Voqui colorado	Nativa	No evaluada
Winteraceae	<i>Drimys winteri</i>	Canelo	Endémica	Vulnerable

Fauna

Para la elaboración de listados de especies de fauna, se utilizó la información de ecosistemas de referencia proveniente del “Diagnóstico integral de los humedales de la Región de Los Ríos” (<https://humedaleslosrios.cl/>) del Gobierno Regional de Los Ríos y Edáfica (2024), y dos artículos científicos sobre el estudio de la comunidad de peces del Río Biobío²⁶.

Anfibios

La comunidad de anfibios está potencialmente compuesta por dos especies nativas, una en categoría Casi amenazada y una en categoría Preocupación Menor.

Tabla C7. 17. Listado de especies de anfibios potencialmente presentes en la subcuenca del Río Llollehue en La Unión. Se indica nombre científico y común, su origen geográfico según es nativo o exótico, y su categoría de conservación. Fuente: Gobierno Regional de Los Ríos – Edáfica, 2024.

Nombre científico	Nombre común	Origen	Categoría de conservación
<i>Batrachyla taeniata</i>	Rana de antifaz	Nativo	Casi Amenazada
<i>Batrachyla leptopus</i>	Rana moteada	Nativo	Preocupación Menor

Aves

La comunidad de aves potencialmente presente en el área de interés es de 26 especies, donde 4 especies están en categoría Preocupación Menor, y una especie Casi Amenazada. No se registran especies en categoría Vulnerable o En Peligro.

Tabla C7. 18. Listado de especies de aves potencialmente presentes en la subcuenca del Río Llollehue en La Unión. Se indica nombre científico y común, su origen geográfico según es nativo o exótico, y su categoría de conservación. Fuente: Gobierno Regional de Los Ríos – Edáfica, 2024.

Nombre científico	Nombre común	Origen	Categoría de conservación
<i>Buteo albigula</i>	Aguilucho chico	Nativo	Casi Amenazada
<i>Theristicus melanopis</i>	Bandurria	Nativo	Preocupación Menor
<i>Anairetes parulus</i>	Cachudito	Nativo	-
<i>Troglodytes aedon</i>	Chercán	Nativo	-
<i>Zonotrichia capensis</i>	Chincol	Nativo	-
<i>Sicalis luteola</i>	Chirihue	Nativo	-
<i>Scelorchilus rubecula</i>	Chuca	Nativo	Preocupación Menor
<i>Glaucidium nana</i>	Chuncho	Nativo	-
<i>Cinclodes patagonicus</i>	Churrete	Nativo	-
<i>Callipepla californica</i>	Codorniz	Introducida	-
<i>Phrygilus patagonicus</i>	Cometocino patagónico	Nativo	-

²⁶ Soto & Arismendi (2005). Fauna íctica de la cuenca del Río Bueno: relevancia de los afluentes en la conservación de especies nativas. En: Historia, Ecología y Biodiversidad de los Bosques de la Cordillera de la Costa de Chile. Eds. C Smith-Ramírez, J Armesto & C Valdovinos. Editorial Universitaria, Chile. 418-426 p.
Muñoz-Ramírez, *et al.* (2023) Species Tree Analyses and Speciation-Based Species Delimitation Support New Species in the Relict Catfish Family Diplomystidae and Provide Insights on Recent Glacial History in Patagonia. Molecular Phylogenetics and Evolution 189, no. September

<i>Pyrope pyrope</i>	Diucón	Nativo	-
<i>Elaenia albiceps</i>	Fio-fio	Nativo	-
<i>Tachycineta leucopyga</i>	Golondrina chilena	Nativo	-
<i>Pterotochos tarnii</i>	Hued-hued	Nativo	Preocupación Menor
<i>Spinus barbatus</i>	Jilguero	Nativo	-
<i>Cathartes aura</i>	Jote cabeza colorada	Nativo	-
<i>Coragyps atratus</i>	Jote cabeza negra	Nativo	-
<i>Sephanoides sephaniodes</i>	Picaflor chico	Nativo	-
<i>Phytotoma rara</i>	Rara	Nativo	-
<i>Aphrastura spinicauda</i>	Rayadito	Nativo	-
<i>Patagioenas araucana</i>	Torcaza	Nativo	Preocupación Menor
<i>Curaeus curaeus</i>	Tordo	Nativo	-
<i>Zenaida auriculata</i>	Tórtola	Nativo	-
<i>Colorhamphus parvirostris</i>	Viudita	Nativo	-
<i>Turdus falcklandii</i>	Zorzal	Nativo	-

Mamíferos

La comunidad de mamíferos está potencialmente compuesta por 7 especies, 4 nativas y 3 exóticas. Destacan dos especies nativas en categoría Vulnerable (guiña y pudú) y una especie en categoría En Peligro (huillín). Respecto a la comunidad de mamíferos acuáticos (destacadas con asterisco (*)), **Tabla C7. 19**, se logran describir 2 especies, 1 nativa y 1 exótica, destacando el huillín o nutria de río (*Lontra provocax*) que se encuentra en categoría de conservación En Peligro.

Tabla C7. 19. Listado de especies de mamíferos potencialmente presentes en la subcuenca del Río Lollehue en La Unión. Se indica nombre científico y común, su origen geográfico según es nativo o exótico, y su categoría de conservación. Se destaca con un asterisco (*) especies de mamíferos acuáticos. Fuente: Gobierno Regional de Los Ríos – Edáfica, 2024.

Nombre científico	Nombre común	Origen	Categoría de conservación
<i>Leopardus guigna</i>	Guiña	Nativo	Vulnerable
<i>Lepus europaeus</i>	Liebre	Exótico	-
<i>Canis familiaris</i>	Perro	Exótico	-
<i>Pudu puda</i>	Pudú	Nativo	Vulnerable
<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro culpeo	Nativo	Preocupación Menor
<i>Lontra provocax</i>	Huillín *	Nativo	En Peligro
<i>Mustela vison</i>	Visón *	Exótico	-

Peces

Se listaron las especies de peces descritas para el Río Bueno, logrando describir la comunidad de ictiofauna potencialmente presente en la subcuenca del Río Llollehue²⁷, destacando el descubrimiento de una especie nueva en 2023²⁸: *Diplomystes habitae*. La comunidad está compuesta por 18 especies de peces, 11 de ellas nativas y 7 exóticas. Oficialmente, 6 especies están en alguna categoría de protección: 2 En Peligro; 4 Vulnerable y 1 Casi Amenazada. Adicionalmente, para la especie *Diplomystes habitae* se sugiere considerar la categoría En Peligro Crítico.

Tabla C7. 20. Listado de especies de peces potencialmente presentes en la subcuenca del Río Llollehue en La Unión. Se indica nombre científico y común, su origen geográfico según es nativo o exótico, y su categoría de conservación. Fuente: Soto & Arismendi (2005) y Muñoz-Ramírez (2023).

Nombre científico	Nombre común	Origen	Categoría de conservación
<i>Diplomystes habitae</i> sp. nov.	Tollo de agua dulce	Nativo	En Peligro Crítico (sugerida)
<i>Trichomycterus aerolatus</i>	Bagre	Nativo	Vulnerable
<i>Geotria australis</i>	Lamprea	Nativo	Vulnerable
<i>Basilichthys australis</i>	Pejerrey	Nativo	Casi Amenazada
<i>Aplochiton zebra</i>	Peladilla	Nativo	En Peligro
<i>Percichthys trucha</i>	Perca	Nativo	Preocupación Menor
<i>Cheirodon australe</i>	Pocha	Nativo	Vulnerable
<i>Brachygalaxias bullocki</i>	Puye	Nativo	Vulnerable
<i>Galaxias maculatus</i>	Puye chico	Nativo	Preocupación Menor
<i>Galaxias platei</i>	Puye grande	Nativo	Preocupación Menor
<i>Percilia gillisi</i>	Carmelita	Nativo	En Peligro
<i>Oncorhynchus tshawytscha</i>	Chinook	Exótico	-
<i>Oncorhynchus kisutch</i>	Salmón Coho	Exótico	-
<i>Salmo salar</i>	Salmón del Atlántico	Exótico	-
<i>Salmo trutta fario</i>	Trucha Café	Exótico	-
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Trucha Arcoiris	Exótico	-
<i>Cyprinus carpio</i>	Carpa	Exótico	-
<i>Gambusia affinis</i>	Gambusia	Exótico	-

²⁷ Soto & Arismendi (2005). Fauna íctica de la cuenca del Río Bueno: relevancia de los afluentes en la conservación de especies nativas. En: Historia, Ecología y Biodiversidad de los Bosques de la Cordillera de la Costa de Chile. Eds. C Smith-Ramírez, J Armesto & C Valdovinos. Editorial Universitaria, Chile. 418-426 p.

²⁸ Muñoz-Ramírez, et al. (2023) Species Tree Analyses and Speciation-Based Species Delimitation Support New Species in the Relict Catfish Family Diplomystidae and Provide Insights on Recent Glacial History in Patagonia. Molecular Phylogenetics and Evolution 189, no. September

Definición y caracterización del área de sustento

Para el caso de esta obra piloto no se realizó la delimitación del área de sustento porque no es el foco del ejercicio aplicado de esta obra.

Según lo descrito anteriormente, el humedal de interés es una sección urbana con dos esteros tributarios al Río Llollehue, correspondientes a humedales ribereños. El régimen hidrológico de saturación de los esteros depende de la escorrentía de origen pluvial de cada una de sus microcuencas. En este sentido, el régimen de saturación del humedal de interés proviene principalmente del caudal de la microcuenca aportante de escorrentía superficial, proveniente a su vez de la precipitación captada y regulada por sus ecosistemas terrestres.

Caracterización de la subcuenca como unidad de análisis territorial

Identificación de ecosistemas y su conectividad

La subcuenca del Río Bueno mantiene áreas protegidas en la zona cordillerana andina tales como Reserva Biológica Huilo-Huilo, Área de Conservación Privada Cordillera Ranco-Contrafuerte, Parque Futangue, y el Bien Nacional Protegido Cero Illi, y en la zona cordillerana costera se encuentran la Reserva Natural Raulintal y la Reserva Costera Valdiviana (**Figura C7. 24**, letras A, B, C, D, E y F, respectivamente).

En el mismo sentido, la Estrategia Regional de Conservación de la Biodiversidad para la Región de Los Ríos (2009) reconoce toda el área ribereña asociada al cauce principal del río Bueno como un sitio prioritario para la conservación de la biodiversidad regional, con el objetivo de “Mejorar las oportunidades de conexión entre áreas cordilleranas y la depresión intermedia, área sumamente fragmentada, aumentaría en gran medida la viabilidad a largo plazo de las pequeñas poblaciones remanentes de especies nativas, restaurando uno de los procesos ecológicos y evolutivos esenciales para la conservación de la ecorregión”. Sin embargo, no existen áreas protegidas oficiales en esta área.

Dicha estrategia también reconoce la franja de vegetación del Río Llollehue y fragmentos aledaños como sitio prioritario para la conservación de la biodiversidad regional. Lo anterior, dada “la conectividad que da el Río Llollehue al sistema de fragmentos de bosques remanentes del Valle de la Región de Los Ríos”, existiendo en esta franja de vegetación ribereña “15 especies amenazadas, 9 de ellas en Libros Rojos, además del raro y vulnerable marsupial monito de monte (...) hualve permanente o bosque pantanoso, los cuales no están representados en ninguna unidad de SNASPE”. Sin embargo, y al igual que el corredor ribereño del Río Bueno, no existen áreas protegidas oficiales en esta área.

Finalmente, el “Diagnóstico integral de los humedales de la Región de Los Ríos” (<https://humedaleslosrios.cl/>) del Gobierno Regional de Los Ríos y Edáfica (2024), propone la conservación de 34 humedales a nivel regional, que fueron seleccionados a partir de un análisis multi criterio que consideró las dimensiones ambientales, económicas, socioculturales y políticos institucionales, determinando que deben iniciarse esfuerzos públicos y privados para la conservación de una sección del Río Llolelhue (**Figura C7. 22, letra B**).

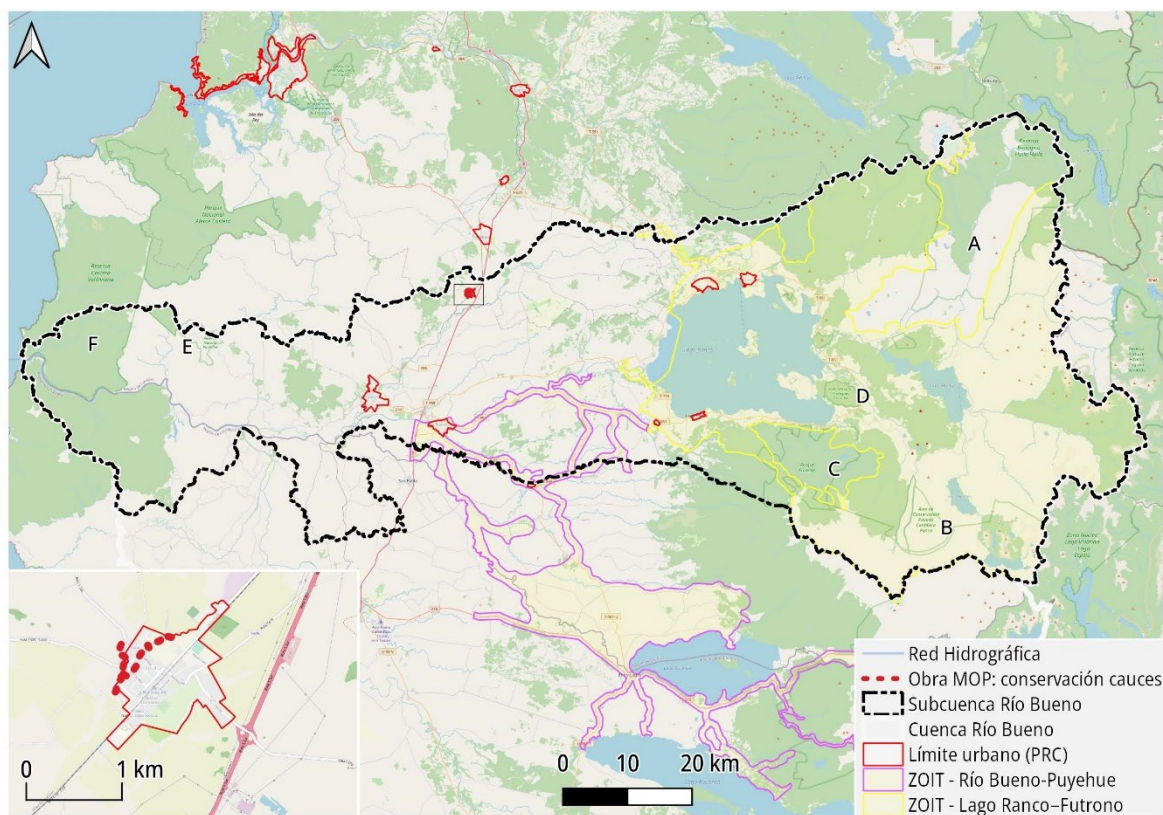


Figura C7. 24. Cartografía que indica áreas protegidas en la subcuenca del Río Bueno. Fuente: Elaboración propia, con información extraída de Open Street Map.

Respecto a los ecosistemas presentes dentro de la subcuenca del Río Bueno, la **Figura C7. 25** se observa que la subcuenca es dominada por una matriz principalmente forestal en ambas cordilleras, donde abunda la categoría bosque nativo, con mayor participación de plantaciones forestales y bosque mixto en la cordillera de la costa. En zonas bajas asociadas a topografía más plana, destaca una matriz de terrenos agrícolas con fragmentos de bosque nativo y de bosque mixto y plantaciones forestales, así como algunas zonas mínimas de praderas y matorrales.

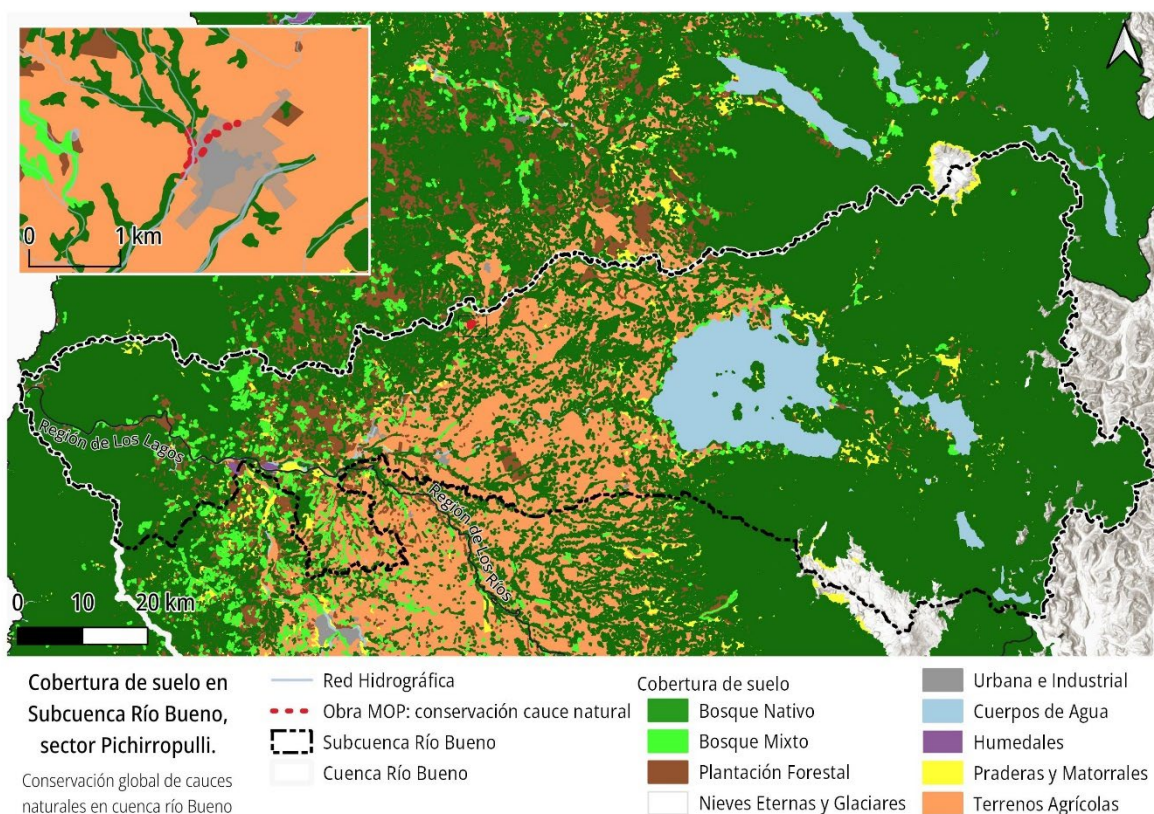


Figura C7. 25. Cartografía de cobertura de suelo en la subcuenca del Río Bueno, sector Pichirropulli en el área de obras de conservación global de cauces naturales en cuenca Río Bueno. Fuente: Elaboración Propia con información de CONAF <https://sit.conaf.cl>.

Identificación de amenazas y presiones

Para la subcuenca del Río Bueno, existen diversas amenazas, donde destacan los siguientes fenómenos que pueden amenazar y presionar el humedal de interés:

- **Cambio climático.** Las proyecciones contenidas en el Plan de Acción Regional de Cambio Climático para la Región de Los Ríos (Ministerio del Medio Ambiente y Gobierno Regional de Los Ríos, 2023) definen que para la subcuenca del Río Bueno se expresarán tres componentes de riesgo: un alto índice de aumento en la temperatura media anual (entre 0,8 y 1,4°C al año), una disminución de la precipitación media anual (entre 10 y 11%), y un aumento en la frecuencia de sequía para los próximos 50 años (entre 10 y 13%).
- **Contaminación difusa silvoagropecuaria.** En visita a terreno al área de la obra, se pudo identificar la presencia de posibles impactos ambientales derivados de purines provenientes de la crianza de ganado, emanando un fuerte olor y lixiviado al río.

Identificación de planes de gestión territorial y/o ambiental

El área urbana de Pichirropulli está regulada por el Plan Regulador Comunal seccional para el sector (**Figura C7. 26**), donde se reconoce el Estero Aguas Turbias como Áreas de Riesgo Natural (ARN).

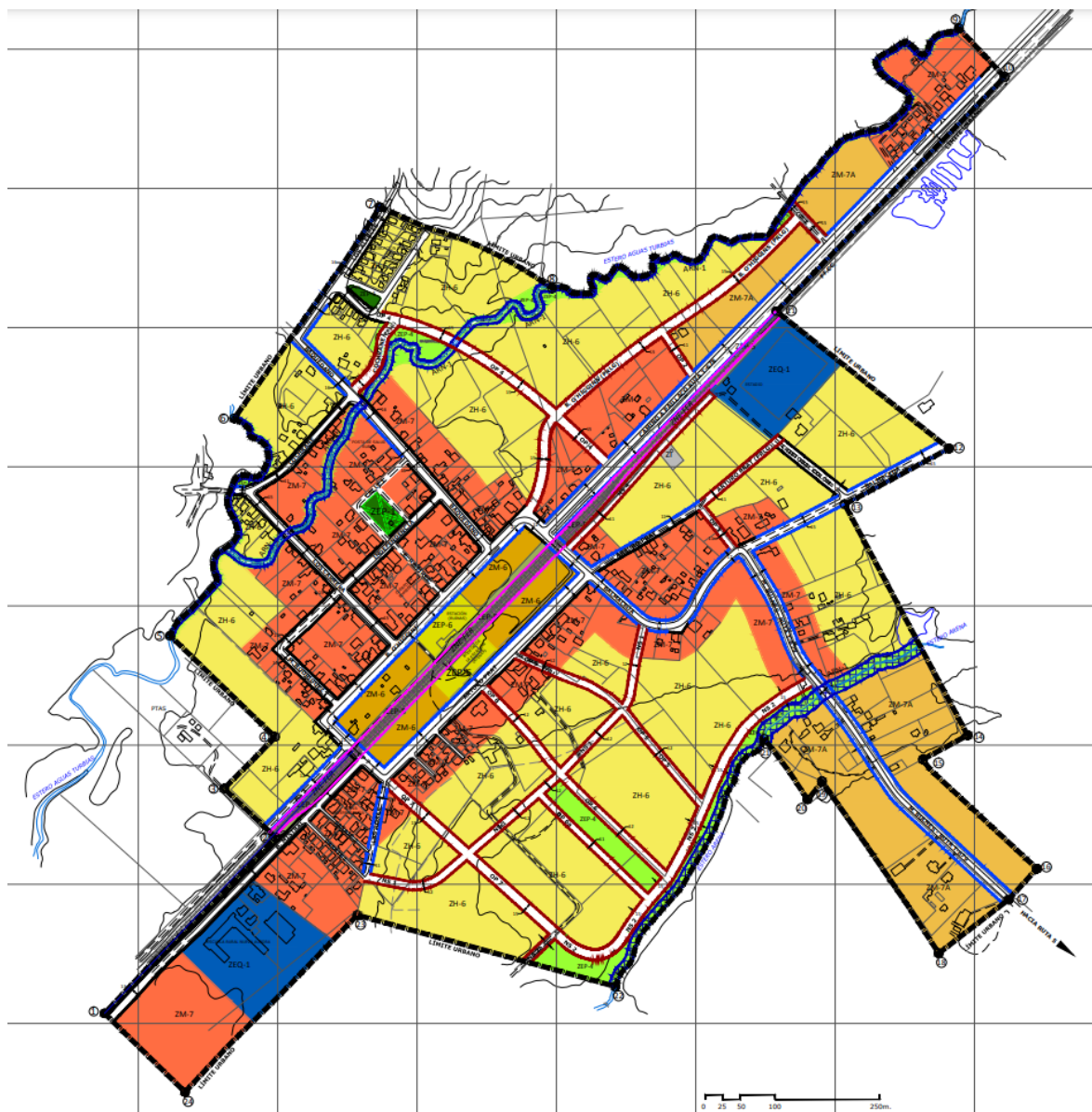


Figura C7. 26. Plan Regulador Comunal seccional del área urbana de Crucero. Fuente: munimariquina.cl

Selección de indicadores de viabilidad ecológica

Como fue indicado en la Fase 1, caracterización del humedal de las obras piloto seleccionadas los esteros Aguas Turbias y Percán son pertenecientes a la sub-subcuenca del Río Llolehue en la comuna de La Unión. La selección de los indicadores se para el presente caso se basa principalmente en la identificación de aquellos necesarios para cada AEC parte de los OP del humedal de interés a fin de entender su condición actual y proyección de acuerdo con la ejecución de las obras. Se considera en esta ocasión de manera general que las obras corresponden a perfilado y limpieza de los canales principalmente y a la instalación de enrocado de gaviones en un punto en específico del Estero Percán. Cabe destacar que esta es sólo una preselección estratégica de indicadores relevantes, los que podrán ser utilizados, por ejemplo, en el seguimiento de Buenas Prácticas.

Agua

Los esteros Percán y Aguas Turbias presentan un flujo reducido de agua el cual disminuye considerablemente en temporadas más cálidas. Estos esteros además presentan considerable vegetación en sus zonas aledañas, lo cual deriva en un constante ingreso de materia orgánica al curso de agua (hojas secas, y pasto transportado por el viento). Debido a esto, es que los indicadores seleccionados en este caso reflejarán al mismo tiempo las condiciones del agua en las cuales se mantiene la biodiversidad bentónica y planctónica encargada de realizar los ciclos de nutrientes.

Calidad de agua

De acuerdo con lo recientemente expuesto sobre el ingreso de materia orgánica a los cursos de agua y la tendencia a reducción del flujo en temporadas cálidas, es que la calidad de las aguas debería variar de acuerdo con la estación en que sea tomada la muestra. Los indicadores escogidos para la caracterización de los esteros se listan a continuación:

- pH.
- Saturación de oxígeno.
- Oxígeno disuelto.
- Demanda química de oxígeno.
- Nitrógeno total.
- Temperatura.
- Potencial redox.
- Conductividad eléctrica.
- Sulfatos.
- Cloruros.
- DBO.
- Nitrato y nitrito.
- Fósforo total.
- Sólidos disueltos totales.
- Sólidos Suspendidos Totales (SST).
- Macroinvertebrados bentónicos.
- Transparencia.

Cantidad de agua

No existen registros fluviométricos que permitan caracterizar cuantitativamente el régimen hidrológico de los esteros Aguas Turbias y Percán. Aun así, es posible caracterizar de forma indirecta algunos atributos. Por ejemplo, la estacionalidad de ambos esteros responde al régimen de precipitaciones por lo que los máximos se darán en los meses de invierno y los mínimos en verano. Esta información podría ser útil, por ejemplo, para la programación de la fase constructiva.

Por otro lado, a través de información secundaria como reportes municipales, diarios locales o consultas a los vecinos del sector se pueden estimar algunas variables como:

- Área inundable máxima anual y fecha de ocurrencia.
- Altura máxima anual y fecha de ocurrencia.

Además, la cobertura de vegetación hidrófila y suelo hídrico son indicadores claros de zonas que están bajo saturación por un tiempo del orden de 14 días. Se recomienda apoyar estos indicadores indirectos de cantidad del agua con indicadores hidro geomorfológicos.

Suelo

Calidad del suelo

Los indicadores asociados a calidad del suelo pueden definir cuando se está en presencia de suelo hídrico. Frente a lo anterior, es importante mencionar que el suelo es uno de los OP que se verá afectado en gran medida por la ejecución de las obras dado que requiere el tránsito de maquinaria pesada y vehículos a fin de ejecutar los trabajos.

- Horizontes del perfil del suelo.
- Potencial óxido reducción.
- Densidad aparente.
- Granulometría.

Flora y vegetación

Estructura de la vegetación ribereña

Según la descripción de flora y vegetación en el área de la obra, existen corredores ribereños arbóreos alrededor de los cauces naturales compuesta por individuos de especies nativas y exóticas de manera discontinua. Según el mapa de cobertura del suelo, tanto aguas arriba como aguas abajo de la obra existe una importante franja ribereña compuesta por bosque nativo. Adicionalmente se describe una comunidad de plantas en ecosistemas cercanos y similares, de 91 especies, de las cuales 74 son nativas, y de éstas, 17 son endémicas y 9 tienen categoría de conservación Vulnerable. Lo anterior releva la importancia de esta comunidad en el paisaje. Por esto, se propone para este AEC, la consideración de los siguientes indicadores:

- Vegetación funcional en la franja ribereña.
- Extensión lineal de la franja ribereña.

Flora hidrófila

De las especies que componen la comunidad de plantas en ecosistemas cercanos a la obra, destacan algunas plantas acuáticas o hidrófilas, de las cuales es relevante propender a su existencia en el área de la obra. Por esto, se propone para este AEC, la consideración de los siguientes indicadores:

- Riqueza específica.
- Abundancia total y específica.

Fauna

El ecosistema acuático en el área de la obra consiste de un estero estrecho y con caudal variable, influenciado por la precipitación y los ecosistemas boscosos que regulan el agua en la microcuenca. El estero se encuentra en una zona urbana y agrícola alterada, por lo que su función como hábitat para fauna es reducida, pero puede servir como corredor y hábitat para anfibios y mamíferos

Peces

Se sugiere no considerar indicadores para este AEC.

Aves

Se sugieren considerar los siguientes indicadores:

- Riqueza específica.
- Abundancia total y específica.

Anfibios y reptiles

Se sugieren considerar los siguientes indicadores:

- Riqueza específica.
- Abundancia total y específica.

Mamíferos

De la comunidad de mamíferos descrita para el área de la obra, destacan dos especies nativas en categoría Vulnerable (guiña y pudú) y una especie en categoría En Peligro (huillín). Se sugiere considerar los siguientes indicadores:

- Riqueza específica.
- Abundancia total y específica.
- Presencia de especies de mamíferos en categoría de conservación.
- Evidencia de reproducción o crianza para este AEC.

Ecosistema

Conectividad hidrogeomorfológica

Para el caso de estudio de las obras en sector Pichirropulli, la caracterización de los esteros Aguas Turbias y Percán son de gran utilidad al momento de identificar el rol que cumplen estos esteros dentro de la red hidrográfica y en la cuenca. Por otro lado, se hace necesario determinar las características de estos esteros en cuanto a la dinámica de su comportamiento y los posibles cambios que sufre el caudal de acuerdo con la estacionalidad del año. En base a esta información, también se genera una aproximación a las características de los ciclos de nutrientes e indicadores asociados a las características de la calidad del agua. Los indicadores seleccionados para caracterizar estos esteros son:

- Patrón del canal.
- Conectividad lateral.
- Conectividad longitudinal.
- Sección transversal.

Conectividad del paisaje

Los esteros Aguas Turbias y Percán se encuentran dividiendo predios particulares ya atravesando la localidad de Pichirropulli. La avifauna y las especies de vegetación nativa presente en el área utiliza la zona para su distribución, por lo cual puede ser necesario el uso de los siguientes indicadores a fin de caracterizar los humedales de interés:

- Tamaño de los parches del hábitat.
- Forma de los parches.
- Presencia de corredores biológicos.

Caracterización de la obra

Las obras proyectadas tienen como objetivo principal la limpieza, protección y mejoramiento de las obras existentes en los esteros Percán y Aguas Negras. Para lo anterior, se realizan obras asociadas a la limpieza de vegetación, limpieza de cauce, perfilamientos y reemplazo de travieso existente.

En la **Figura C7. 27** se presenta la ubicación de la localidad de Pichirropulli en relación con la Región de Los Ríos. Por otro lado, en la **Figura C7. 28**, son presentadas las obras demarcadas en línea segmentada con respecto al límite urbano de Pichirropulli y finalmente en la **Figura C7. 29**, un detalle de las obras, la red hidrográfica, esteros y elementos de la obra. Se puede apreciar que la totalidad de la extensión a intervenir en el Estero Percán está asociado al límite urbano. Por otro lado, en el caso del Estero Aguas Turbias, este bordea el área urbana, presentando al mismo tiempo sectores que se encuentran fuera y dentro del límite urbano.

Como se mencionó con anterioridad, las obras a ejecutar en el sector de Pichirropulli corresponden principalmente a roce de vegetación, limpieza de cauce, perfilado, y reemplazo de travieso en Estero Percán, donde además se reemplazan colectores y se reponen obras demolidas debido a reemplazos. En la **Tabla C7. 21** se presenta una equivalencia entre los ítems presentes en las ETE del contrato y las obras de conservación y procedimientos de trabajo abordados en este estudio²⁹ y descritas en el Capítulo 3, sección 3.3, Volumen I. Por otra parte, en la **Tabla C7. 22** se presenta el cronograma de las obras proyectadas, considerando sólo aquellas obras y procedimientos abordados en el estudio.

²⁹ Cabe mencionar que el presente estudio aborda un número limitado de obras y sus procedimientos de trabajo, los que fueron determinados por el MOP. Considerando lo anterior, no todos los ítems indicados en las ETE de las obras pueden ser analizados en función de la identificación de Factores Generadores de Impacto (FGI) y Aspectos Ambientales (AA). En estos casos se recomienda que el interesado compare dichas obras con aquellas abordadas en el estudio, de manera de verificar las similitudes y poder identificar sus FGI y AA.

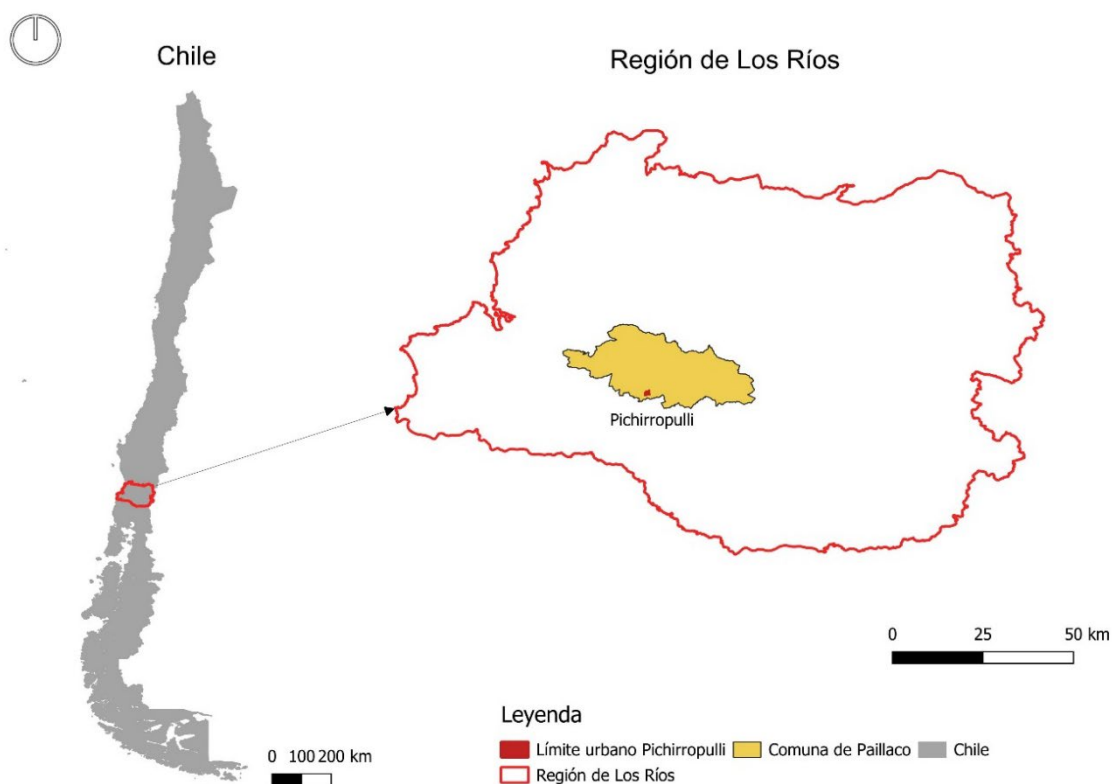


Figura C7. 27. Se presenta en color rojo la localidad de Pichirropulli, perteneciente a la comuna de Paillaco. Región de Los Ríos. Fuente: Elaboración propia.

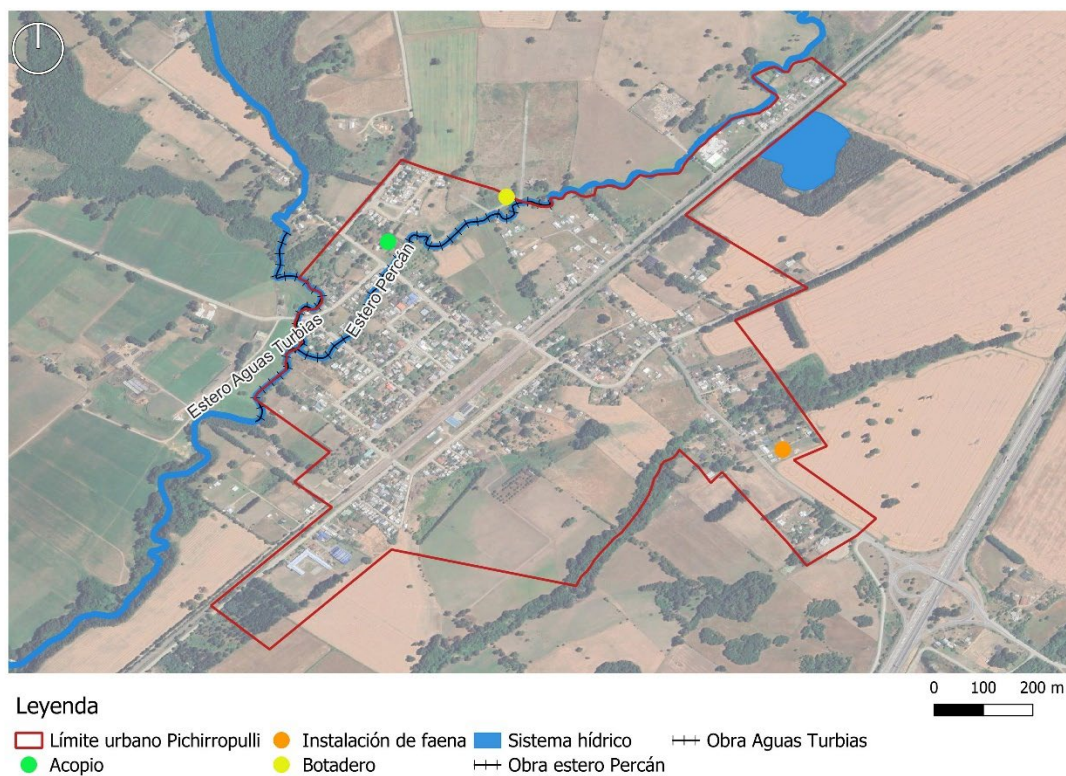


Figura C7. 28. Ubicación de las obras a ejecutar respecto del límite urbano de la localidad de Pichirropulli. Fuente: Elaboración propia.

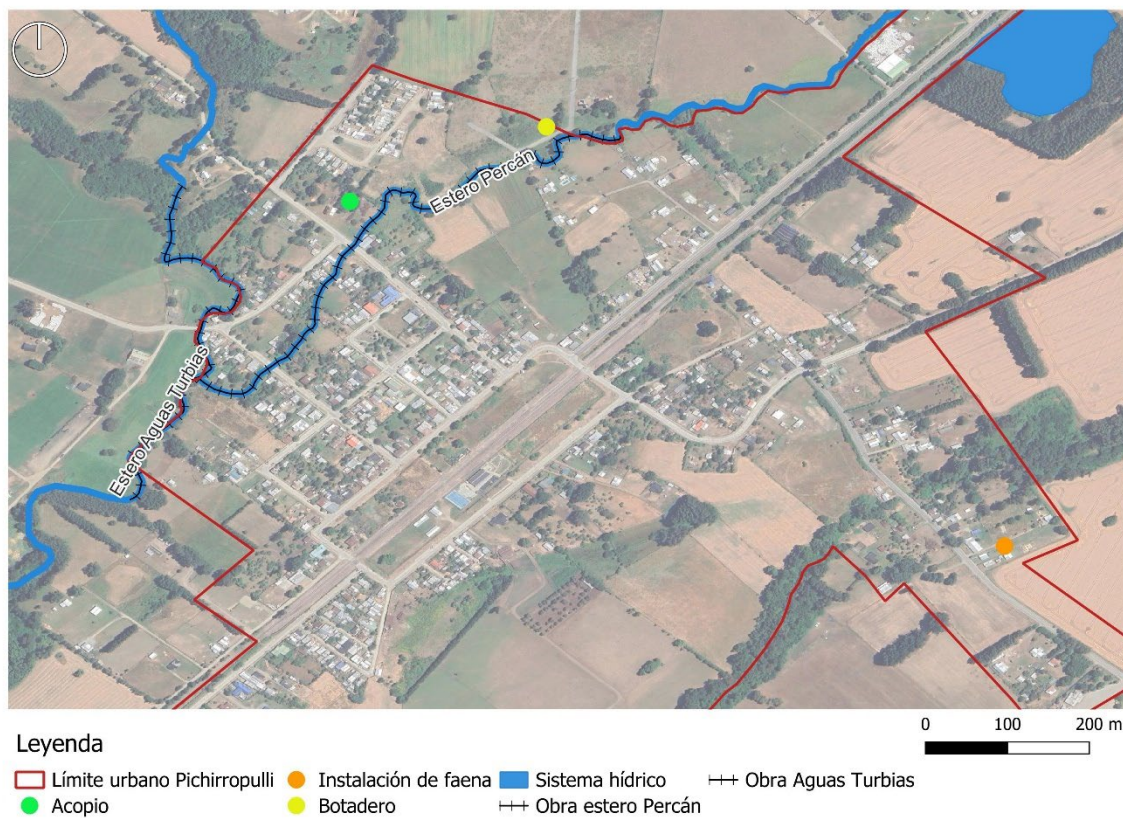


Figura C7. 29. Detalle de ubicación de las obras a ejecutarse en Estero Percán y Estero Aguas Turbias. Fuente: Elaboración propia.

Tabla C7. 21. Equivalencia entre obras y procedimientos de trabajo abordados en estudio (Capítulo 3, sección 3.3) e ítems mencionados en el contrato. Fuente: Elaboración propia.

Etapa	Ítem contrato	Obras y procedimientos abordados en estudio
Instalación empresa constructora y entrega de terrenos		Apertura de empréstitos (Roca 300kg)
		Apertura de instalación de faenas (oficinas)
		Apertura centro de acopio
		Apertura de botaderos autorizados
Ejecución obras	Actualización topográfica	Retiro de material en cauces receptores
	Despeje roce y limpieza de cauce	
	Perfilado y limpieza de cauce con maquinaria	Rebajes, rectificaciones, perfiladuras, encauzamientos y semi encauzamientos
	Despeje, roce y limpieza de cauce y colector	Retiro de material en cauces receptores
	Demolición de obra de arte existente y traslado	Mantenición de la red primaria de aguas lluvia
	Retiro y traslado de excedentes	
	Excavación	
	Camada de Apoyo	
	Cajón Doble Hormigón Armado HxB: 100x200 cm, incluye emplastillado	
	Muro de cabecera doble de hormigón armado HxB: 100x200 cm, incluye emplastillado	
	Muro de ala H: 100 cm, incluye emplastillado	
	Sumidero tipo DOH, incluye tubo de descarga HDPE D315mm y reja	
	Descarga sumidero D315 mm en muro de ala, incluye reja galvanizada en caliente	
	Cámara de Inspección de hormigón armado tipo B, incluye demolición y reconexión, no incluye tapa	
	Tapa de cámara de inspección D600mm	
	Reconexión y habilitación descargas existentes de aguas lluvia	
	Relleno con material fluvial	
	Excavación	Revestimiento de ribera, muros transversales, espigones, revestimiento de fondos, etc.
	Suministro e instalación rellenos con Material Fluvial compactado	
	Filtro Geotextil	
	Camada de Apoyo	
	Relleno de Roca 300kg	
	Excavación	
	Gavión 1x1x3 m	
	Filtro Geotextil	
	Revestimiento con mampostería de piedra fondo cauce	
	Suministro e instalación de revestimiento manta de hormigón CCX-M e =11mm (o	No Aplica

	similar), incluye fijaciones y barbacanas c/3m	
	Rotura y retiro de pavimentos a botadero autorizado	No Aplica
	Reposición de pavimentos	No Aplica
	Rotura y reposición de soleras	Reemplazo de soleras.
	Cerco Acmafor	No Aplica
Finalización de los trabajos		Cierre de empréstitos (Roca 300 kg)
		Cierre de instalación de faenas (oficinas)
		Cierre centro de acopio
		Cierre de botaderos autorizados

Tabla C7. 22. Cronograma obras Conservación global de cauces naturales en cuenca Río Bueno 2023-2024, sector Pichirropulli. Fuente: elaboración propia en base a MOP Los Ríos

Etapa	Obra y procedimientos de trabajo abordados en estudio	Ítem de contrato	M1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6
Instalación empresa constructora y entrega de terrenos	Tramitación y apertura de elementos solicitados por bases	Apertura de empréstitos (indicar materiales)						
		Apertura de instalación de faenas (oficinas)						
		Apertura centro de acopio						
		Apertura de botaderos autorizados						
Ejecución obras	Retiro de material en cauces receptores	Actualización topográfica						
		Despeje roce y limpieza de cauce y colectores						
	Rebajes, rectificaciones, perfiladuras, encauzamientos y semi encauzamientos	Perfilado y limpieza de cauce con maquinaria						
	Mantenimiento de la red primaria de aguas lluvia Obras red aguas lluvia	Demolición de obra de arte existente y traslado						
		Retiro y traslado de excedentes						
		Excavación						
		Camada de Apoyo						
		Cajón Doble Hormigón Armado HxB: 100x200 cm, incluye emplantillado						
		Muro de cabecera doble de hormigón armado HxB: 100x200 cm, incluye emplantillado						
		Muro de ala H: 100 cm, incluye emplantillado						
		Sumidero tipo DOH, incluye tubo de descarga HDPE D315mm y reja						
		Descarga sumidero D315 mm en muro de ala, incluye reja galvanizada en caliente						
		Cámara de Inspección de hormigón armado tipo B, incluye demolición y reconexión, no incluye tapa						
		Tapa de cámara de inspección D600mm						
		Reconexión y habilitación descargas existentes de aguas lluvia						
		Relleno con material fluvial						
	Revestimiento de ribera, muros transversales, espigones, revestimiento de fondos, etc.	Excavación						
		Suministro e instalación rellenos con Material Fluvial compactado						

		Filtro Geotextil						
		Camada de Apoyo						
		Relleno de Roca 300kg						
		Excavación						
		Gavión 1x1x3 m						
		Filtro Geotextil						
		Revestimiento con mampostería de piedra fondo cauce						
	Reemplazo de soleras.	Rotura y reposición de soleras						
	Finalización de los trabajos	Cierre de empréstitos (Roca 300 kg)						
		Cierre de instalación de faenas (oficinas)						
		Cierre centro de acopio						
		Cierre de botaderos autorizados						

Descripción de la obra

Etapas instalación de empresa constructora y entrega de terrenos

Las obras de esta etapa de acuerdo a las bases del contrato corresponden a:

- Apertura de empréstitos (roca de cantera).
- Apertura de instalación de faenas (oficinas administrativas), localizadas a 1 km del estero.
- Apertura de centro de acopio, localizada a 42 m del estero.
- Apertura de botaderos autorizados, localizada a 25m del estero.

Para este caso, serán considerados en la identificación de Aspectos Ambientales (AA) y Factores Generadores de Impacto (FGI), los elementos de centro de acopio y botadero, ubicados a 42 y 25 m respectivamente del Estero Percán. Sin embargo, la instalación de faenas no se encuentra cercana a los esteros intervenidos por las obras (1 km aprox.), así como tampoco el empréstito, el cual no es informado en antecedentes de la obra por lo cual se asume que la roca y material es adquirido de proveedores externos. En este sentido, los elementos lejanos al área de trabajo **no son considerados** en la identificación de los Aspectos Ambientales (AA) y Factores Generadores de Impacto (FGI) en la Fase 2 de la estrategia.

Etapa ejecución de obras

Retiro de material en cauces receptores y rebajes, rectificaciones, perfiladuras.

Las obras proyectadas en el Estero Percán parten con la actualización topográfica, luego la ejecución de las demás obras. La siguiente obra para ejecutar consiste en la limpieza con roce del cauce y los colectores y posteriormente la limpieza del cauce con maquinaria y perfilado en aquellos lugares en que no se pueda realizar esta actividad de manera manual. Dado que estas actividades son las iniciales dentro de las obras de conservación fluviales, al momento de ir a terreno el día 24 de julio de 2024 estas obras ya se encontraban ejecutadas como se puede apreciar en la **Figura C7. 30**.



Figura C7. 30. Imágenes visita a terreno que muestran el avance de los trabajos de limpieza de cauce con roce y limpieza de cauce y perfilado con maquinaria en Estero Percán. Fuente: Elaboración propia.

Mantenición de la red primaria de aguas lluvia

En esta obra considera el reemplazo de un atraveso existente por uno nuevo y todos aquellos elementos asociados como cámaras de inspección y sumideros que se retiren producto de los trabajos de demolición y reemplazo del atraveso. A la fecha de terreno, los trabajos relacionados con esta obra se encontraban en etapa de excavación y a la espera de la aprobación de los materiales prefabricados (muros de cabecera doble y cajón de hormigón). En la **Figura C7. 31**, se presenta la situación de la obra el día de visita en terreno. Finalmente, la **Figura C7. 32** hace referencia al plano de las obras, dónde se pueden apreciar las obras proyectadas en el reemplazo de atraveso.

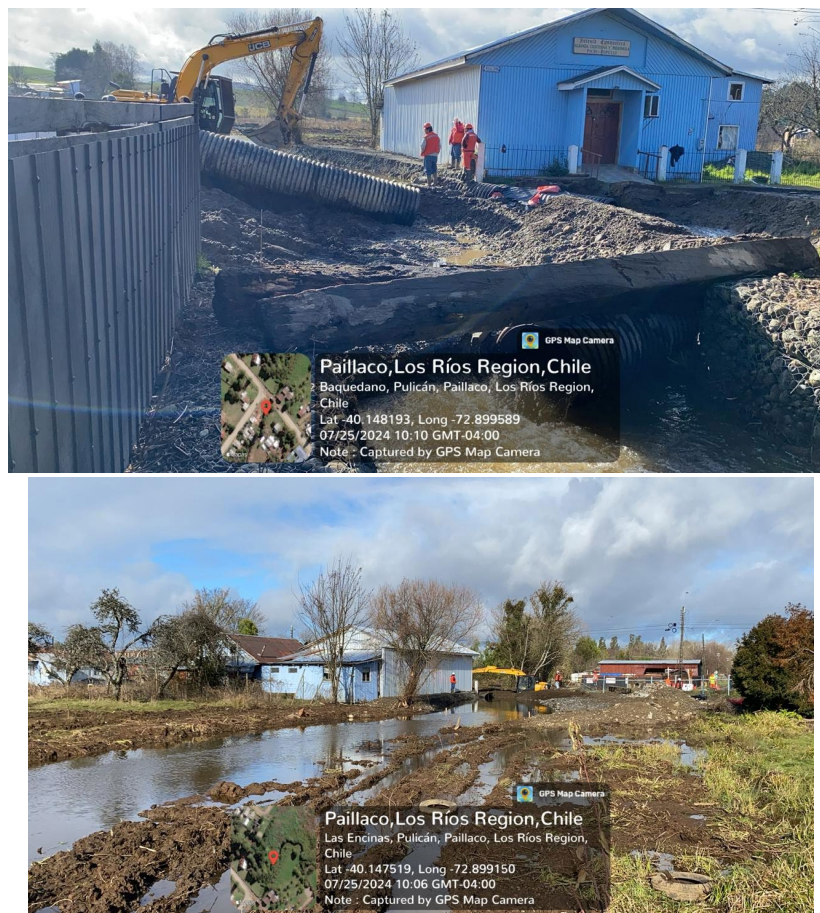


Figura C7. 31. Imágenes visita a terreno del proceso de recambio de atraveso en Estero Aguas Turbias. La primera fotografía muestra la ejecución de las obras en el proceso de excavación con maquinaria, mientras que la segunda muestra una vista desde el sector anterior a la ejecución de los trabajos. Fuente: Elaboración propia.

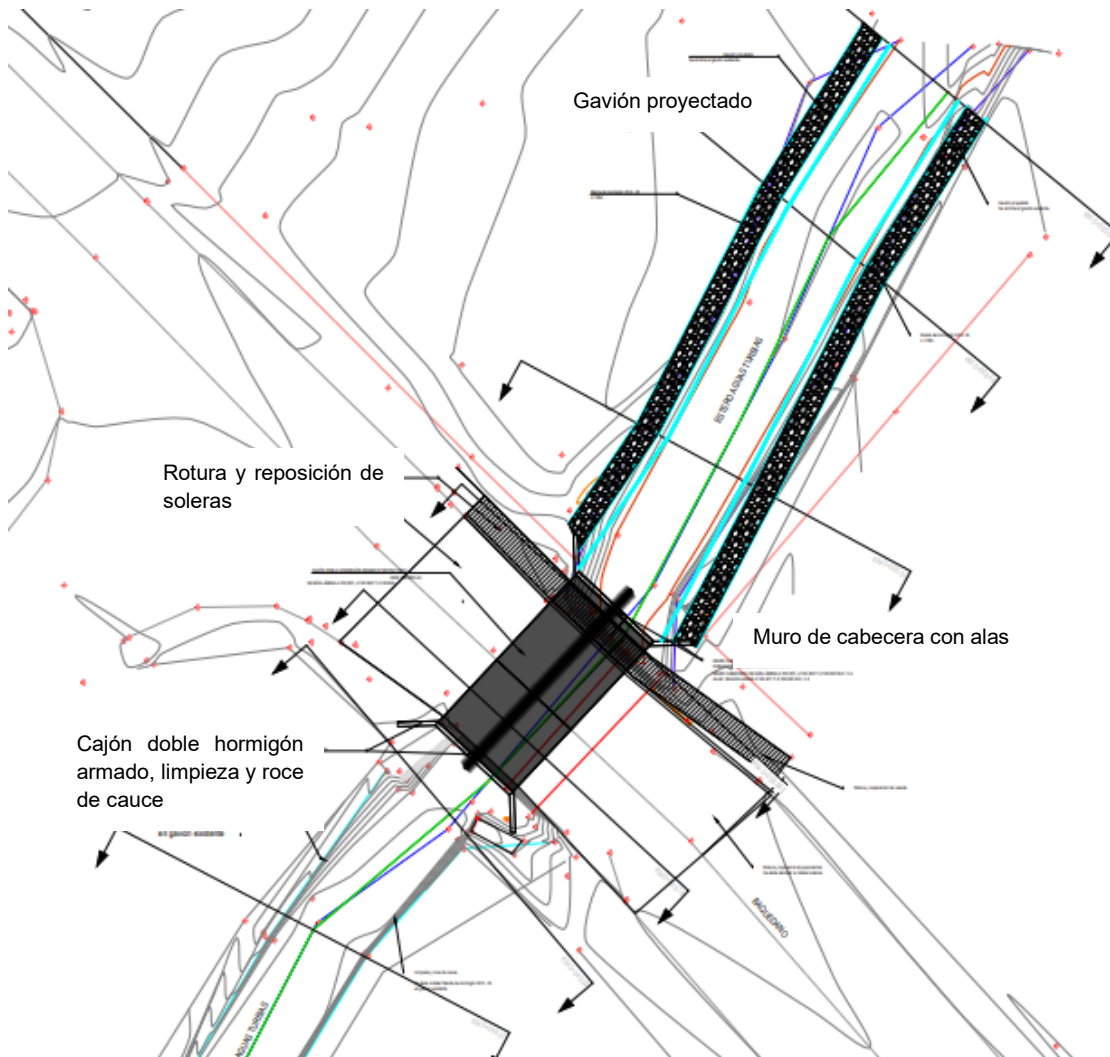


Figura C7. 32. Se visualizan las obras a ejecutar en atravesado, evidenciando la instalación de protección con gaviones y base de roca, además de la reposición de soleras que serán demolidas. Fuente: DOH, MOP Los Ríos.

Revestimiento de ribera, muros transversales, espigones, revestimiento de fondos, etc.

Se considera en esta obra la implementación de elementos relacionados con el reemplazo del atraveso existente, incluyendo el revestimiento del fondo del cauce con mampostería de piedra y la instalación de gaviones con base de roca. En la **Figura C7. 32** es posible visualizar la disposición tanto de roca como de gaviones. Finalmente, la defensa con gaviones va recubierta con una manta de hormigón (**Figura C7. 33**), procedimiento no considerado dentro de la identificación de FGI y AA al no estar dentro de las actividades y procedimientos abordados en el estudio.

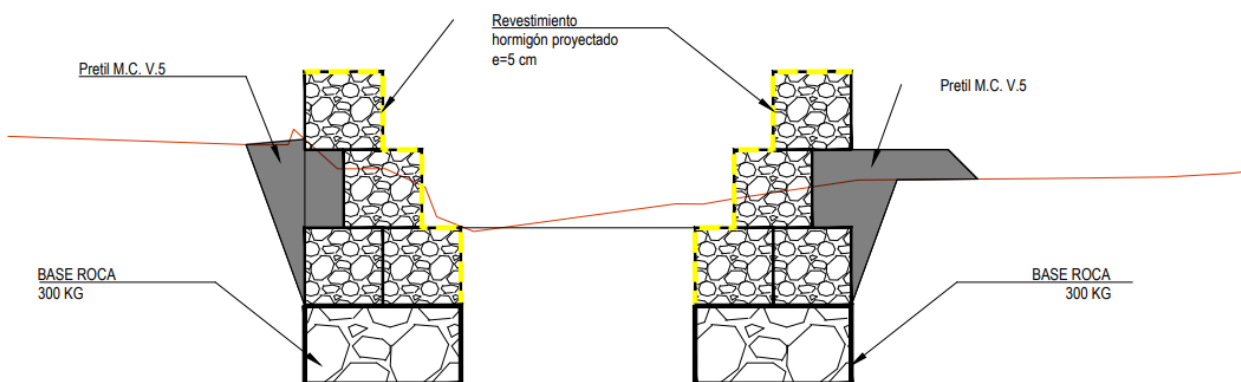


Figura C7. 33. Sección tipo de obras de instalación de gaviones con base de enrocado. Fuente: DOH, MOP Los Ríos.

Reemplazo de soleras

Dado que la demolición del atraveso existente rompe inevitablemente los demás elementos existentes, se deben reponer tanto pavimentos como soleras que sean deterioradas. Para fines de identificación de FGI y AA no será considerado el ítem de rotura y reposición de pavimentos (veredas en este caso) debido a no encontrarse en listado de obras y procedimientos abordados en el estudio. Por otro lado, cabe mencionar que las soleras a reponer corresponden al tipo A, las cuales son adquiridas a través de proveedores de prefabricados.

Etapa Finalización de los trabajos

Corresponde al cierre de las obras que fueron implementadas al inicio, por lo cual se considera:

- Cierre de empréstitos (roca de cantera).
- Cierre de instalación de faenas (oficinas administrativas).
- Cierre centro de acopio.
- Cierre de botaderos autorizados.

La instalación de faenas y el empréstito se encuentran lejanos al área de trabajo por lo que **no** son considerados en la identificación de AA y FGI más adelante.

Relación de proximidad

La obra piloto “Conservación global de cauces en la cuenca del Río Bueno – Sector Pichirropulli” se encuentra **dentro** del humedal de interés (**Figura C7. 34**).

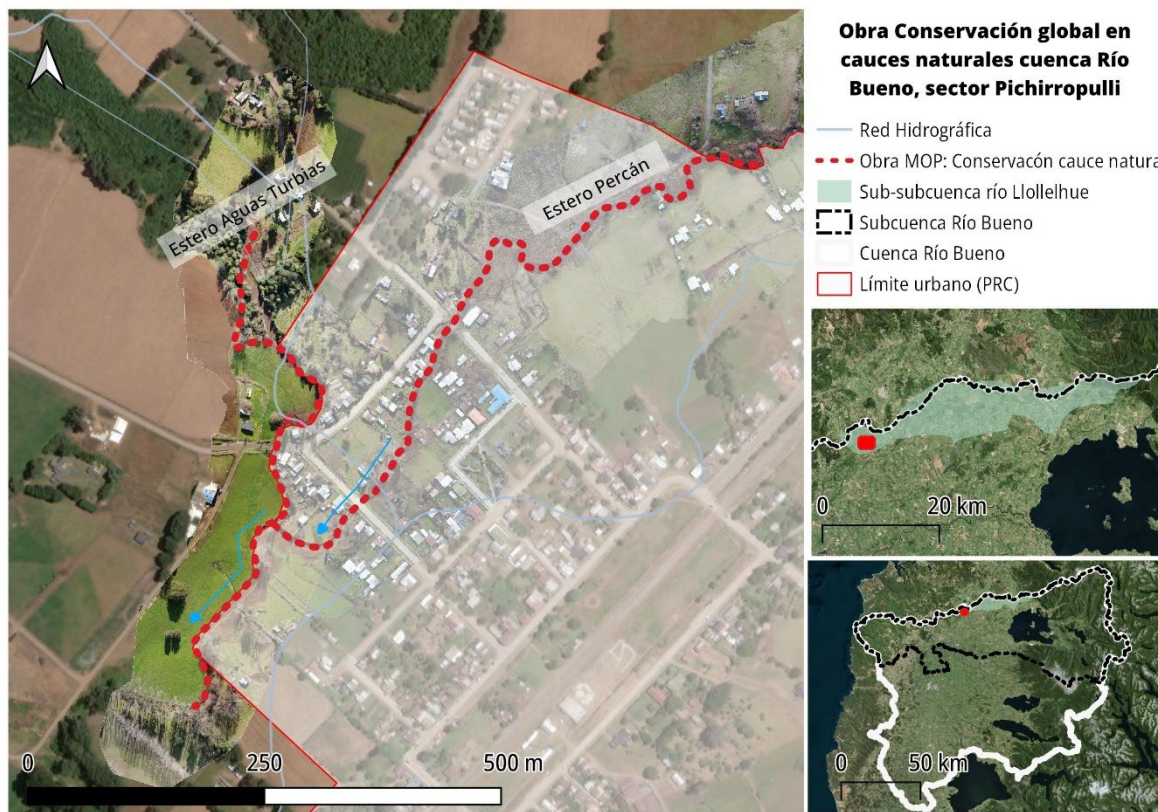


Figura C7. 34. La relación de proximidad de la obra piloto 2: de conservación global en cauces naturales de la cuenca del Río Bueno en el sector Pichirropulli. La obra se encuentra dentro del humedal. Fuente: Elaboración propia.

7.2.3 Fase 2

A continuación, se muestra el ejemplo de la aplicación de las herramientas vinculadas a la fase 2 según lo detallado en la **Figura C7. 18** la obra de conservación de cauces en el sector de Pichirropulli. Un resumen de las herramientas aplicadas en esta fase se muestra en la **Figura C7. 35**.

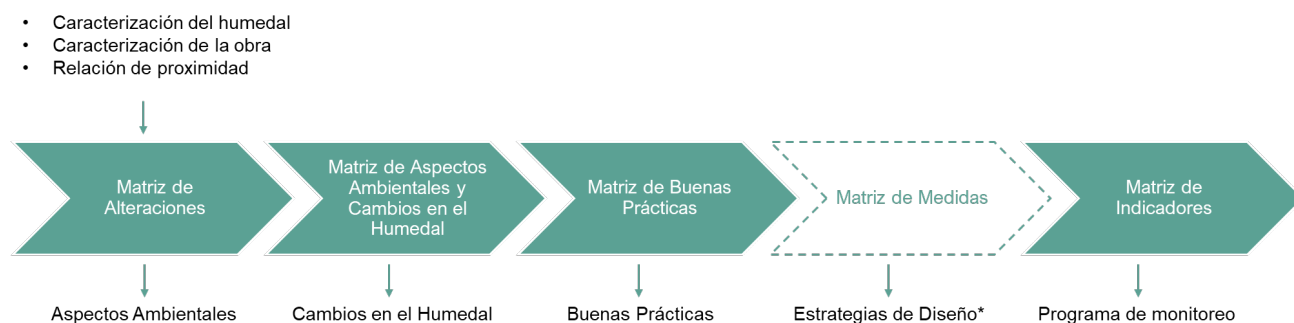


Figura C7. 35. Herramientas aplicadas en Fase 2 de la obra de conservación global de cauces naturales en la cuenca de Río Bueno. (*) Estrategias de diseño utilizadas para aquellos AA que no pueden ser abordados por BBPP.

Identificación de FGI y AA

A continuación, se identifican los Factores Generadores de Impacto (FGI) y Aspectos Ambientales (AA) utilizando la **Matriz de Alteraciones**.

Etapla instalación de empresa constructora y entrega de terrenos

Como se mencionó en la caracterización de la obra, el único elemento que será considerado en la identificación de FGI y AA para la etapa de instalación corresponde a la apertura de acopio, lo anterior debido a que este es el único elemento que encuentra cercano al humedal de interés. En la **Tabla C7. 23** se identifican los potenciales FGI y AA generados por el elemento de apertura de acopio en la obra.

Tabla C7. 23. Potenciales factores generadores de impacto (FGI) y aspectos ambientales (AA) generados por el elemento de apertura de acopio en la obra piloto 2. Fuente: Elaboración propia.

Obra	Potencial FGI (partes, obras y acciones)	Aspecto ambiental (asociada a la obra)
Apertura de acopio	Carga y descarga de material	Generación de material particulado sedimentable
	Carga y descarga de material	Perturbación de suelo aledaño al humedal
	Carga y descarga de material	Generación de ruido
	Carga y descarga de material	Uso de material agregado
Apertura de botadero	Disposición de residuos	Generación y mala gestión de residuos sólidos
	Disposición de residuos	Derrame de compuestos o sustancias tóxicas en el humedal o aledaño
	Disposición de residuos	Generación de ruido

Etapla ejecución de obras

Las obras que se encuentran contenidas dentro del contrato corresponden a rebajes, rectificaciones y perfiladuras, retiro de material en cauces receptores, mantención de la red primaria de aguas lluvia, revestimiento de ribera y revestimiento de fondos y finalmente reemplazo de soleras. En base a las obras mencionadas, se presenta en la **Tabla C7. 24** se identifican los potenciales FGI y AA generados en la etapa ejecución de obras.

Tabla C7. 24. Potenciales factores generadores de impacto (FGI) y aspectos ambientales (AA) generados en la etapa ejecución de la obra piloto 2. Fuente: Elaboración propia.

Obra	Potencial FGI (partes, obras y acciones)	Aspecto ambiental (asociada a la obra)
Reemplazo de soleras	Ejecución de excavaciones afín de dar cabida a soleras.	Generación de ruido.
	Ejecución de excavaciones afín de dar cabida a soleras.	Generación de material particulado sedimentable.
	Compactación de excavación e hidratación de sello de fundación.	Generación de ruido.
Revestimientos de riberas,	Limpieza de terreno.	Extracción de vegetación en el humedal.

Obra	Potencial FGI (partes, obras y acciones)	Aspecto ambiental (asociada a la obra)
protecciones de cepas, espigones, muros guardaradieres, muros transversales, revestimiento de fondos	Limpieza de terreno.	Perturbación de suelo aledaño al humedal.
	Desvío de cauce.	Movimiento de tierra en el humedal.
	Desvío de cauce.	Transformación temporal de la sección transversal, sinuosidad y rugosidad.
	Desvío de cauce.	Transformación temporal de la zona y frecuencia de inundación.
	Desvío de cauce.	Derrame de compuestos o sustancias tóxicas en el humedal o aledaño.
	Desvío de cauce.	Instalación temporal de barrera transversal.
	Preparación de taludes y excavación.	Extracción de suelo.
	Preparación de taludes y excavación.	Generación de material particulado sedimentable.
	Preparación de taludes y excavación.	Perturbación de suelo aledaño al humedal.
	Construcción de pretil.	Disposición permanente de material en el humedal o relleno.
	Construcción de pretil.	Transformación permanente de la zona y frecuencia de inundación.
	Construcción de pretil.	Transformación permanente de la sección transversal, sinuosidad y rugosidad.
	Construcción de pretil.	Uso de material agregado.
	Eliminación del desvío cauce.	Movimiento de tierra en el humedal.
	Eliminación del desvío cauce.	Derrame de compuestos o sustancias tóxicas en el humedal o aledaño.
Rebajes, rectificaciones, perfiladuras, encauzamiento, semi encauzamiento	Limpieza de terreno.	Extracción de vegetación en el humedal.
	Limpieza de terreno.	Perturbación de suelo aledaño al humedal.
	Desvío de cauce.	Movimiento de tierra en el humedal.
	Desvío de cauce.	Transformación temporal de la sección transversal, sinuosidad y rugosidad.
	Desvío de cauce.	Transformación temporal de la zona y frecuencia de inundación.
	Desvío de cauce.	Derrame de compuestos o sustancias tóxicas en el humedal o aledaño.
	Desvío de cauce.	Instalación temporal de barrera transversal.
	Rebaje y retiro de material fluvial.	Transformación permanente de la sección transversal, sinuosidad y rugosidad.
	Rebaje y retiro de material fluvial.	Extracción de suelo.
	Rebaje y retiro de material fluvial.	Movimiento de tierra en el humedal.
	Nivelación de lecho con excavadora.	Transformación permanente de la sección transversal, sinuosidad y rugosidad.
	Nivelación de lecho con excavadora.	Transformación permanente de la zona y frecuencia de inundación
	Nivelación de lecho con excavadora.	Generación de ruido.
	Nivelación de lecho con excavadora.	Derrame de compuestos o sustancias tóxicas en el humedal o aledaño

Obra	Potencial FGI (partes, obras y acciones)	Aspecto ambiental (asociada a la obra)
Mantenimiento de la red primaria de aguas lluvias	Nivelación de lecho con excavadora	Compactación del suelo del humedal
	Eliminación del desvío cauce.	Movimiento de tierra en el humedal.
	Eliminación del desvío cauce.	Derrame de compuestos o sustancias tóxicas en el humedal o aledaño.
	Limpieza de canales.	Generación de ruido.
	Limpieza de canales.	Extracción de vegetación en el humedal.
	Limpieza de canales.	Vertimiento de sedimentos y contaminantes.
	Limpieza de colectores.	Vertimiento de sedimentos y contaminantes.
	Desvío de cauce.	Movimiento de tierra en el humedal.
	Desvío de cauce.	Transformación temporal de la sección transversal, sinuosidad y rugosidad.
	Desvío de cauce.	Transformación temporal de la zona y frecuencia de inundación.
	Desvío de cauce.	Derrame de compuestos o sustancias tóxicas en el humedal o aledaño.
	Desvío de cauce.	Instalación temporal de barrera transversal.
	Demolición y reemplazo de colectores.	Generación de ruido.
	Demolición y reemplazo de colectores.	Movimiento de tierra en el humedal.
	Demolición y reemplazo de colectores.	Extracción de vegetación en el humedal.
	Demolición y reemplazo de colectores.	Generación de material particulado sedimentable.
	Mantenimiento de enrocados de descargas.	Extracción de vegetación en el humedal.
	Mantenimiento de enrocados de descargas.	Movimiento de tierra en el humedal.
	Mantenimiento de enrocados de descargas.	Generación de material particulado sedimentable.
	Mantenimiento de enrocados de descargas.	Disposición permanente de material en el humedal o relleno
Retiro de material en cauces receptores	Eliminación del desvío cauce.	Derrame de compuestos o sustancias tóxicas en el humedal o aledaño.
	Eliminación del desvío cauce.	Movimiento de tierra en el humedal.
	Desvío de cauce.	Movimiento de tierra en el humedal.
	Desvío de cauce.	Derrame de compuestos o sustancias tóxicas en el humedal o aledaño.
	Desvío de cauce.	Transformación temporal de la sección transversal, sinuosidad y rugosidad.
	Desvío de cauce.	Instalación temporal de barrera transversal.
	Desvío de cauce.	Transformación temporal de la zona y frecuencia de inundación.
	Limpieza de cauces receptores con maquinaria.	Generación de ruido.
	Limpieza de cauces receptores con maquinaria.	Extracción de vegetación en el humedal.

Obra	Potencial FGI (partes, obras y acciones)	Aspecto ambiental (asociada a la obra)
	Limpieza de cauces receptores con maquinaria.	Movimiento de tierra en el humedal.
	Eliminación del desvío cauce.	Movimiento de tierra en el humedal.
	Eliminación del desvío cauce.	Derrame de compuestos o sustancias tóxicas en el humedal o aledaño.

Etapa finalización de los trabajos

Se presentan a continuación en la **Tabla C7. 25** los potenciales FGI y AA asociados al cierre del acopio de materiales ejecutado en el transcurso de la obra.

Tabla C7. 25. *Potenciales factores generadores de impacto (FGI) y aspectos ambientales (AA) generados en la etapa de finalización de la obra piloto 2.*

Obra	Potencial FGI (partes, obras y acciones)	Aspecto ambiental (asociada a la obra)
Cierre de acopio	Escarificación del suelo para revertir compactación	Perturbación de suelo aledaño al humedal
	Nivelación del terreno	Perturbación de suelo aledaño al humedal
	Nivelación del terreno	Generación de material particulado sedimentable
Cierre de botadero	Disposición de material de escarpe	Uso de material agregado

Resumen de aspectos ambientales generados durante el proyecto

En la **Tabla C7. 26** se resume la totalidad de AA generados durante el proyecto, siendo el más frecuente el movimiento de tierra en el humedal.

Tabla C7. 26. *Listado completo de aspectos ambientales generados durante el transcurso de la obra piloto 2.*
Fuente: Elaboración propia.

Etiquetas de fila
1. Compactación del suelo del humedal.
2. Derrame de compuestos o sustancias tóxicas en el humedal o aledaño.
3. Disposición permanente de material en el humedal o relleno.
4. Extracción de suelo.
5. Extracción de vegetación en el humedal.
6. Generación de material particulado sedimentable.
7. Generación de ruido.
8. Generación y mala gestión de residuos sólidos.
9. Instalación temporal de barrera transversal.
10. Movimiento de tierra en el humedal.
11. Perturbación de suelo aledaño al humedal.
12. Transformación permanente de la sección transversal, sinuosidad y rugosidad.
13. Transformación permanente de la zona y frecuencia de inundación.

14. Transformación temporal de la sección transversal, sinuosidad y rugosidad.
15. Transformación temporal de la zona y frecuencia de inundación.
16. Uso de material agregado.
17. Vertimiento de sedimentos y contaminantes.

Identificación de BBPP

Según lo indicado en secciones anteriores y a través del uso de la **Matriz de Alteraciones**, se identificaron 17 AA las obras de conservación de cauces en el sector de Pichirropulli. Estos están vinculados a las obras:

- Apertura de acopio
- Apertura de botadero
- Reemplazo de soleras
- Revestimientos de riberas, protecciones de cepas, espigones, muros guardaradiers, muros transversales, revestimiento de fondos
- Rebajes, rectificaciones, perfiladuras, encauzamiento, semi encauzamiento
- Mantención de la red primaria de aguas lluvias
- Retiro de material en cauces receptores
- Cierre de acopio
- Cierre de botadero

Habiendo identificado claramente los AA propios de la obra es posible utilizar la **Matriz de Aspectos Ambientales y Cambios en el Humedal** para entender qué cambios pueden producirse en los esteros Aguas Turbias y Percán producto de estos AA. Para esto es clave conocer previamente las características del humedal, de la obra y su relación de proximidad. Según la existencia de potenciales cambios en el humedal se seleccionaron una serie de BBPP aplicables usando la **Matriz de Buenas Prácticas** y sus respectivas Fichas. En el caso de que no existieran BBPP aplicables para evitar estos cambios en el humedal, se sugieren algunas estrategias de diseño con el fin de repensar la obras desde un punto de vista más integral. Para este último paso se utilizó la **Matriz de Medidas**.

La **Tabla C7. 27** muestra un resumen de los resultados obtenidos luego de la aplicación de las herramientas Matriz de Alteraciones, Matriz de Aspectos Ambientales y Cambios en el Humedal, Matriz de Buenas Prácticas y Matriz de Medidas. Esta última únicamente para recomendar algunos lineamientos de diseño. Notar que para el caso de selección de BBPP se listan una serie de alternativas aplicables y el criterio de selección final puede recaer en criterios de factibilidad, económicos o bien, pueden modificarse luego del monitoreo de la efectividad de las buenas prácticas seleccionadas en primera instancia

Tabla C7. 27: Cambios esperados en los esteros Aguas Turbias y Percán y buenas prácticas seleccionadas para evitarlos en obra de conservación global de cauces en cuenca del Río Bueno, sector Pichirropulli. Resultados de la aplicación de herramientas Matriz de Aspectos Ambientales y Cambios en el Humedal y Matriz de Buenas Prácticas.

Aspecto Ambiental	FGI	Cambio en el humedal	Buena Práctica
Compactación del suelo del humedal	Nivelación de lecho con la excavadora	Deterioro del suelo y de su capacidad de sustento de flora y fauna a lo largo de los esteros perfilados. Disminución de la tasa de infiltración de los esteros. Alteración de los procesos de arrastre, levantamiento y acumulación de sedimentos en los esteros y áreas inundables.	(BBPP 2) Priorizar el uso de mano de obra en lugar de maquinaria pesada (BBPP 65) Definir senderos o zonas de tránsito Por otro lado, se recomienda repensar el diseño de la obra considerando medidas como: (M 11.1.2) Mejoramiento del lecho del cauce
Derrame de compuestos o sustancias tóxicas en el humedal o aledaño	Disposición de residuos	Contaminación y deterioro del agua y del suelo.	(BBPP 19) Ubicación estratégica de la zona de acopio de residuos (BBPP 20) Uso de contenedores de residuos con tapa o lona (BBPP 21) Planificar la recolección de residuos (BBPP 30) Gestionar correctamente los residuos contaminantes
	Desvío de cauce	Contaminación de las aguas superficiales de los esteros por potenciales derrames de hidrocarburos de las maquinarias trabajando dentro del cauce. Los hidrocarburos podrán arrastrarse hacia aguas abajo por la red fluvial.	(BBPP 22) Limpiar derrames de contaminantes inmediatamente (BBPP 29) Inspeccionar maquinarias diariamente y reparar cualquier fuga o derrame de fluidos peligrosos (BBPP 45) Barreras flotantes
	Nivelación de lecho con excavadora		
Disposición permanente de material en el humedal o relleno	Eliminación del desvío de cauce	La protección con gaviones dentro del cauce del estero Aguas Turbias provoca una disminución de la superficie del humedal, modificación de la morfología y régimen de saturación. Cambios provocados por la transformación de la sección transversal se discuten en su respectivo AA.	No existen BBPP que permitan mitigar las alteraciones vinculadas a la disposición permanente de material en el humedal o relleno producto de la construcción de pretil. Se recomienda modificar el diseño de la obra considerando medidas como: (M 11.1.1) Mejoramiento de sinuosidad en cauces rectificadas (M 11.2.2) Revestimientos vegetales
	Construcción de pretil		

Aspecto Ambiental	FGI	Cambio en el humedal	Buena Práctica
			O bien, obras que atenúen los caudales máximos pasantes y por ende el riesgo de inundación y así evitar la construcción del pretil. Se sugiere revisar las subcategorías de medidas: (M 8.1) Estrategias de almacenamiento (M 8.2) Estrategias de infiltración (M 8.3) Estrategias de conducción Por último, cabe destacar que la implementación de esta obra puede justificarse por ser necesaria para la protección de la población frente al riesgo de inundación.
	Mantenimiento de enrocados de descargas	Enrocados evitan procesos de erosión en la descarga lo que podría traducirse en alteraciones significativas en atributos hidrogeomorfológicos y de calidad de aguas. La disposición de enrocados es local y sin hormigonado, no se considera una alteración negativa.	Para evitar alteraciones durante el proceso constructivo de los enrocados se recomiendan BBPP sencillas como: (BBPP – 65) Definir senderos o zonas de tránsito (BBPP – 2) Priorizar el uso de mano de obra en lugar de maquinaria pesada. Notar que también podrá evaluarse la posibilidad de un mejoramiento de la descarga de aguas lluvias incorporando estrategias como: (M 8.3.2) Caídas y disipadores de energía (M 8.3.1) Canales vegetados (M 8.5.11) Barreras de retención
Extracción de suelo	Preparación de taludes y excavación	Pérdida de la estructura de y capacidad de sustentar biodiversidad en la ribera del estero.	No existen BBPP que permitan mitigar las alteraciones vinculadas a la extracción de suelo producto de ambas acciones. Se recomienda modificar el diseño de la obra considerando medidas como: (M 11.1.1) Mejoramiento de sinuosidad en cauces rectificadas (M 11.1.2) Mejoramiento del lecho del cauce (M 11.2.2) Revestimientos vegetales O bien, se recomienda considerar un diseño integral con obras que atenúen los caudales máximos pasantes y por ende el riesgo de inundación y así no tener la necesidad de perfilar el estero. Se sugiere revisar las subcategorías de medidas: (M 8.1) Estrategias de almacenamiento (M 8.2) Estrategias de infiltración (M 8.3) Estrategias de conducción
	Rebaje y retiro de material fluvial	Pérdida de la estructura de y capacidad de sustentar biodiversidad en la ribera y cauce del estero.	

Aspecto Ambiental	FGI	Cambio en el humedal	Buena Práctica
			Estas medidas deberán implementarse en la cuenca aportante del estero de interés. Además, cabe destacar que la implementación de esta obra puede justificarse por ser necesaria para la protección de la población frente al riesgo de inundación.
Extracción de vegetación en el humedal	Limpieza de terreno	Extracción de especies hidrófilas (e.g. Junquillo, Junco, Costilla de Vaca, Cortadera, entre otras) presentes en esteros lo que se traduce en pérdida de hábitat para la fauna y deterioro de la calidad del agua. Por ejemplo la vegetación hidrófila es especialmente importante para anfibios y peces que requieren de hábitat de aguas someras y con vegetación para el refugio, alimentación y reproducción	(BBPP 13 – 66) Planificar el trabajo según ciclos de biota (Aves – Peces y Anfibios) Donde sea posible: (BBPP 1) Delimitar un área de amortiguación en torno al humedal (BBPP 72) Delimitación física del humedal y hábitats de relevancia y/o sensibles (BBPP 48) Preservación de la vegetación existente También se recomiendan algunas estrategias descritas en el catastro de medidas: (M 16.1.1) Exclusión de obras en las zonas del humedal, zona de amortiguación, hábitats sensibles y red de drenaje. (M16.1.2) Controlar que la remoción de suelo o vegetación se realice en el área estrictamente necesaria
	Limpieza de canales		(BBPP 2) Priorizar el uso de mano de obra en lugar de maquinaria pesada (BBPP 13 – 66) Planificar el trabajo según ciclos de biota (Aves – Peces y Anfibios) Donde sea posible: (BBPP 72) Delimitación física del humedal y hábitats de relevancia y/o sensibles
	Demolición y reemplazo de colectores		(BBPP 2) Priorizar el uso de mano de obra en lugar de maquinaria pesada (BBPP 13 – 66) Planificar el trabajo según ciclos de biota (Aves – Peces y Anfibios) Donde sea posible:

Aspecto Ambiental	FGI	Cambio en el humedal	Buena Práctica
			(BBPP 72) Delimitación física del humedal y hábitats de relevancia y/o sensibles Se recomienda también evaluar el mejoramiento permanente de los atraviesos considerando: (M 11.3.3) Arcos o cajones abiertos (M 11.3.1) Atraviesos tipo alcantarilla en la planicie de inundación
	Mantenimiento de enrocados de descargas		(BBPP 2) Priorizar el uso de mano de obra en lugar de maquinaria pesada (BBPP 65) Definir senderos o zonas de tránsito
	Limpieza de cauces receptores con maquinaria		(BBPP 2) Priorizar el uso de mano de obra en lugar de maquinaria pesada (BBPP 65) Definir senderos o zonas de tránsito (BBPP 13 – 66) Planificar el trabajo según ciclos de biota (Aves – Peces y Anfibios)
Generación de material particulado sedimentable	Ejecución de excavaciones a fin de dar cabida a soleras	Disminución en la calidad del agua (aumento de turbidez y SST que podrán arrastrarse y acumularse hacia aguas abajo), deterioro de la flora hidrófila (acumulación de sedimentos y disminución de la actividad fotosintética) y deterioro de las propiedades del suelo (acumulación de sedimentos).	(BBPP 16) Riego de suelos descubiertos (BBPP 17) Instalación de barreras de viento
	Nivelación del terreno		
	Demolición y reemplazo de colectores		
	Carga y descarga de material		(BBPP 46) Protección de pilas de acopio de material granular
	Preparación de taludes y excavación	Los taludes se ubican en zonas húmedas donde no existirá levantamiento de MPS.	No aplica.
	Mantenimiento de enrocados de descargas	Los enrocados se ubican en zonas húmedas donde no existirá levantamiento de MPS.	No aplica.
Generación de ruido	Ejecución de excavaciones a fin de dar cabida a soleras	Perturbación en el comportamiento y potenciales daños fisiológicos en la fauna. Por ejemplo, en el caso de aves migratorias que utilizan estas zonas con mayor refugio para	(BBPP 3) Paneles acústicos (BBPP 5) Uso de silenciadores de escape (BBPP 7) Priorizar maquinaria menos ruidosa (BBPP 13) Planificar el trabajo según los ciclos de la biota – Aves

Aspecto Ambiental	FGI	Cambio en el humedal	Buena Práctica
	Compactación de excavación e hidratación de sello de fundación	descansar y alimentarse, la generación de ruido durante etapa de nidificación puede generar el abandono de nidos.	(BBPP 14) Planificar del trabajo según los ciclos de la biota – Horarios críticos
	Nivelación de lecho con excavadora		(BBPP 2) Priorizar el uso de mano de obra en lugar de maquinaria pesada
	Limpieza de canales		(BBPP 5) Uso de silenciadores de escape
	Demolición y reemplazo de colectores		(BBPP 7) Priorizar maquinaria menos ruidosa
	Limpieza de cauces receptores con maquinaria		(BBPP 13) Planificar del trabajo según los ciclos de la biota – Aves
	Carga y descarga de material		(BBPP 14) Planificar del trabajo según los ciclos de la biota – Horarios críticos
	Disposición de residuos		(BBPP 8) Uso de materiales amortiguadores en contenedores
Generación y mala gestión de residuos sólidos	Disposición de residuos	Deterioro del hábitat para fauna	(BBPP 19) Ubicación estratégica de la zona de acopio de residuos (BBPP 20) Uso de contenedores de residuos con tapa o lona (BBPP 21) Planificar recolección de residuos (BBPP 30) Gestionar correctamente los residuos contaminantes
Instalación temporal de barrera transversal	Desvío de cauce	Secado temporal de un tramo del estero.	Se recomienda evaluar si existe fauna que se podrá ver afectada en ese tramo, de ser así: (BBPP 13 – 66) Planificar el trabajo según ciclos de biota (Aves – Peces y Anfibios)
Movimiento de tierra en el humedal	Desvío de cauce	Deterioro de la calidad del agua en los esteros (aumento de turbidez y disminución de actividad fotosintética) y del suelo (levantamiento, arrastre y acumulación de sedimentos a lo largo de los esteros)	(BBPP 13 – 66) Planificar el trabajo según ciclos de biota (Aves – Peces y Anfibios)
	Eliminación del desvío de cauce		(BBPP 13 – 66) Planificar el trabajo según ciclos de biota (Aves – Peces y Anfibios)
	Rebaje y retiro de material fluvial		

Aspecto Ambiental	FGI	Cambio en el humedal	Buena Práctica
			O bien, se recomienda considerar un diseño integral con obras que atenúen los caudales máximos pasantes y reduzcan los sedimentos aportante y por ende el riesgo de inundación y así no tener la necesidad de rebajar y retirar el material fluvial estero. Se sugiere revisar las subcategorías de medidas: (M 8.1) Estrategias de almacenamiento (M 8.2) Estrategias de infiltración (M 8.3) Estrategias de conducción Estas medidas deberán implementarse en la cuenca aportante del estero de interés
	Demolición y reemplazo de colectores		(BBPP 13 – 66) Planificar el trabajo según ciclos de biota (Aves – Peces y Anfibios)
	Mantenimiento de enrocados de descarga		(BBPP 62) Trampas de sedimentos
	Limpieza de cauces receptores con maquinaria		
Perturbación de suelo aledaño al humedal	Limpieza de terreno	Erosión del suelo, arrastre de sedimentos y disminución de la calidad de agua.	(BBPP 58) Barreras vegetales (BBPP 63) Malla o barrera de sedimentos
	Preparación de taludes y excavación		(BBPP 50) Geotextiles, mantas y mallas (BBPP 53) Siembra (BBPP 60) Aplicación de rollos de fibra Se recomienda incorporar estrategias vinculadas a la protección de riberas como: (M 11.2.2) Revestimientos vegetales
	Nivelación del terreno		(BBPP 50) Geotextiles, mantas y mallas (BBPP 53) Siembra
	Escarificación del suelo para revertir compactación		
	Carga y descarga de material	Arrastre de sedimentos y disminución de la calidad de agua.	(BBPP 46) Protección de pilas de acopio de material granular (BBPP 47) Ubicación estratégica de pilas de acopio de material granular

Aspecto Ambiental	FGI	Cambio en el humedal	Buena Práctica
Transformación permanente de la sección transversal, sinuosidad y rugosidad	Construcción de pretil	Disminución de la rugosidad en las riberas por cambio de revestimiento. Aumento de la velocidad del flujo y alteración de los procesos erosivos. Alteración de la conectividad hidrológica lateral por impermeabilización.	No existen BBPP que puedan evitar los cambios en el humedal vinculados a la transformación permanente de la sección transversal, sinuosidad y rugosidad conservando el diseño original de la obra. Se recomienda repensar el diseño de la obra tomando estrategias como: (M 11.1.1) Mejoramiento de sinuosidad en cauces rectificandos (M 11.1.2) Mejoramiento del lecho del cauce (M 11.2.2) Revestimientos vegetales Así como también implementar soluciones en la cuenca aportante al estero de tal forma de reducir el caudal pasante y por ende el riesgo de inundación: (M 8.1) Estrategias de almacenamiento (M 8.2) Estrategias de infiltración (M 8.3) Estrategias de conducción
	Rebaje y retiro de material fluvial	Disminución de la rugosidad por extracción de vegetación. Aumento de la velocidad del flujo y alteración de los procesos erosivos. Alteración de la conectividad hidrológica lateral por rectificación y nivelación.	
	Nivelación de lecho con excavador		
Transformación permanente de la zona y frecuencia de inundación	Construcción de pretil	Cambio en la superficie del humedal debido a una alteración en la frecuencia y duración de la saturación de estratos vegetales y perfiles del suelo producto de la impermeabilización de las riberas y cambio en la sección transversal.	No existen BBPP que puedan evitar los cambios en el humedal vinculados a la transformación permanente de la zona y frecuencia de inundación. Se recomienda repensar el diseño de la obra tomando estrategias como: (M 16.1.1) Exclusión de obras en las zonas del humedal, zona de amortiguación, hábitats sensibles y red de drenaje. (M 11.1.1) Mejoramiento de sinuosidad en cauces rectificandos (M 11.1.2) Mejoramiento del lecho del cauce (M 11.2.2) Revestimientos vegetales Así como también implementar soluciones en la cuenca aportante al estero de tal forma de reducir el caudal pasante y por ende el riesgo de inundación: (M 8.1) Estrategias de almacenamiento (M 8.2) Estrategias de infiltración (M 8.3) Estrategias de conducción O bien, (M 9.1.1) Creación, mejoramiento o expansión de humedales como hábitat equivalente para flora y fauna.
	Nivelación de lecho con excavadora	Cambio en la superficie del humedal debido a una alteración en la frecuencia y duración de la saturación de estratos vegetales y perfiles del suelo producto del cambio en la sección transversal y pendiente longitudinal del estero.	

Aspecto Ambiental	FGI	Cambio en el humedal	Buena Práctica
Transformación temporal de la sección transversal, sinuosidad y rugosidad	Desvío de cauce	Alteración temporal de los procesos erosivos, de transporte y acumulación, pérdida de la conectividad hidrológica lateral y modificación de las condiciones hidráulicas (e.g. peralte del eje hidráulico por disminución de la sección transversal)	(BBPP 13 – 66) Planificar el trabajo según ciclos de biota (Aves – Peces y Anfibios)
Transformación temporal de la zona y frecuencia de inundación	Desvío de cauce	Cambio temporal en la superficie del humedal en la sección del desvío de cauce producto de la alteración en la frecuencia y duración de la saturación de estratos vegetales y perfiles del suelo.	(BBPP 13 – 66) Planificar el trabajo según ciclos de biota (Aves – Peces y Anfibios)
Uso de material agregado	Construcción de pretil	Introducción de flora invasora y potencial modificación de la composición de flora y estructura de la vegetación.	(BBPP 68) Flameo para eliminar semillas en agregados
	Carga y descarga de material		
	Disposición de material de escarpe		
Vertimiento de sedimentos y contaminantes.	Limpieza de canales	Deterioro de la calidad del agua (aumento de turbidez y contaminantes), del suelo (acumulación de sedimentos y contaminantes) y flora hidrófila (acumulación de sedimentos, contaminantes y/o disminución de la actividad fotosintética). Los contaminantes podrán ser arrastrados hacia aguas abajo en la red fluvial.	(BBPP 57) Barreras de retención (BBPP 62) Trampas de sedimentos
	Limpieza de colectores		

Al revisar de forma general la matriz de BBPP y en función de las características de la obra y de los humedales vinculados, otras BBPP aplicables para reducir potenciales cambios en el humedal que no se identificaron puntualmente en algún AA son:

- **BBPP 6** - Minimizar el uso de alarma de reversa mediante el diseño de zonas de tránsito
- **BBPP 12** – Evitar el uso de bocinas
- **BBPP 18** – Limitar velocidad de tránsito de vehículos
- **BBPP 26** – Lavar maquinaria fuera del sitio de la obra y en lugar designado
- **BBPP 31** – Abastecimiento de combustible fuera del sitio de la obra
- **BBPP 35** – Mantención de vehículos y maquinaria fuera del sitio de la obra
- **BBPP 41** – Ubicación correcta de baños químicos
- **BBPP 64** – Protección para sumideros de aguas lluvias
- **BBPP 69** – Restringir el ingreso de animales domésticos

El listado final de BBPP sugeridas para la obra de conservación global de cauces en cuenca del Río Bueno, sector Pichirropulli se muestra en la **Tabla C7. 28**. Además, en esa se señala una programación preliminar en base al cronograma de obras.

Tabla C7. 28. Programación de aplicación de Buena Prácticas en obras Pichirropulli

BBPP	MES					
	1	2	3	4	5	6
(BBPP 1) Delimitar un área de amortiguación en torno al humedal						
(BBPP 2) Priorizar el uso de mano de obra en lugar de maquinaria pesada						
(BBPP 3) Paneles acústicos						
(BBPP 5) Uso de silenciadores de escape						
(BBPP 6) Minimizar el uso de alarma de reversa mediante el diseño de zonas de tránsito						
(BBPP 7) Priorizar maquinaria menos ruidosa						
(BBPP 8) Uso de materiales amortiguadores en contenedores						
(BBPP 12) Evitar el uso de bocinas						
(BBPP 13 – 66) Planificar el trabajo según ciclos de biota (Aves – Peces y Anfibios)						
(BBPP 14) Planificar del trabajo según los ciclos de la biota – Horarios críticos						
(BBPP 16) Riego de suelos descubiertos						
(BBPP 17) Instalación de barreras de viento						
(BBPP 18) Limitar velocidad de tránsito de vehículos						
(BBPP 19) Ubicación estratégica de la zona de acopio de residuos						
(BBPP 20) Uso de contenedores de residuos con tapa o lona						
(BBPP 21) Planificar la recolección de residuos						
(BBPP 22) Limpiar derrames de contaminantes inmediatamente						
(BBPP 26) Lavar maquinaria fuera del sitio de la obra y en lugar designado						
(BBPP 29) Inspeccionar maquinarias diariamente y reparar cualquier fuga o derrame de fluidos peligrosos						
(BBPP 30) Gestionar correctamente los residuos contaminantes						
(BBPP 31) Abastecimiento de combustible fuera del sitio de la obra						

(BBPP 35) Mantenión de vehículos y maquinaria fuera del sitio de la obra						
(BBPP 41) Ubicación correcta de baños químicos						
(BBPP 45) Barreras flotantes						
(BBPP 46) Protección de pilas de acopio de material granular						
(BBPP 47) Ubicación estratégica de pilas de acopio de material granular						
(BBPP 48) Preservación de la vegetación existente						
(BBPP 50) Geotextiles, mantas y mallas						
(BBPP 53) Siembra						
(BBPP 57) Barreras de retención						
(BBPP 58) Barreras vegetales						
(BBPP 60) Aplicación de rollos de fibra						
(BBPP 62) Trampas de sedimentos						
(BBPP 63) Malla o barrera de sedimentos						
(BBPP 64) Protección de sumideros de aguas lluvias						
(BBPP 65) Definir senderos o zonas de tránsito						
(BBPP 68) Flameo para eliminar semillas en agregados						
(BBPP 69) Restringir el ingreso de animales domésticos						
(BBPP 72) Delimitación física del humedal y hábitats de relevancia y/o sensibles						
Simbología						
	Instalación de la BBPP					
	Implementación y mantención de la BBPP					

Monitoreo de las BBPP

Por último, con el fin de evaluar la eficacia de las buenas prácticas implementadas se sugiere elaborar un **programa de monitoreo y mantención**. En algunos casos, para definir qué indicadores deben ser monitoreados se recomienda utilizar la **Matriz de Indicadores** y en la Fase 1 ya se han identificado indicadores relevantes. A modo de ejemplo, a continuación, se indican lineamientos para el monitoreo y mantención de tres de las buenas prácticas seleccionadas. Este monitoreo y mantención se concentra únicamente durante la fase constructiva del proyecto.

Programa de monitoreo y mantención para paneles acústicos (BBPP 3)

Los paneles acústicos se diseñan para absorber el sonido y reducir el ruido emitido en el sitio de la obra. En general estos se instalan en vallas perimetrales alrededor del sitio o bien en el tramo colindante con receptores sensibles, en este caso el humedal de interés.

Se recomienda realizar mediciones de ruido durante toda la fase constructiva, específicamente cuando ingresa una nueva maquinaria y durante actividades características por su generación de ruido. La medición debe realizarse en el límite del humedal, en su zona de amortiguación o bien, alrededor de hábitats de relevancia.

Las mediciones de ruido deberán ser registradas y comparadas con umbrales de referencia definidos para las especies de fauna que habitan el humedal. Se recomienda establecer estos umbrales de tal

forma que no se generen modificaciones fisiológicas ni conductuales. Además, deberán compararse con el ruido representativo y característico de la zona de interés. En el caso de que se superen los umbrales de ruido establecidos, se deberá rediseñar la estrategia e incorporar otras BBPP vinculadas a la generación de ruido.

Programa de monitoreo y mantención para malla o barrera de sedimentos (BBPP 63)

Una malla de sedimentos corresponde a una barrera temporal de un textil poroso afirmado por pequeños postes que permite el paso de la escorrentía, pero no de los sedimentos arrastrados por esta. Se utiliza en el sitio de la obra, especialmente en zonas donde el suelo se ha perturbado. Su objetivo es evitar que los sedimentos arrastrados desde el sitio constructivo lleguen al humedal de interés. Algunas señales de que la barrera está funcionando correctamente son:

- Se genera un efecto de apozamiento justo aguas arriba de la barrera
- El agua no pasa por arriba de la barrera
- Pasada la tormenta, la barrera ha retenido sedimentos

Por otro lado, se recomienda monitorear los siguientes indicadores de calidad del agua y compararlos con umbrales definidos de acuerdo con monitoreos previos a la fase constructiva y a la normativa vigente:

- Sólidos Suspendidos Totales (SST)

Para la mantención se deberán inspeccionar las barreras de forma rutinaria y especialmente después de eventos de precipitación, para determinar si necesitan mantenimiento debido a que están llenas o dañadas.

Programa de monitoreo y mantención para definir senderos o zonas de tránsito (BBPP 65)

La definición de senderos o zonas de tránsito busca restringir las zonas cuya vegetación se verá deteriorada o bien que serán compactadas por el paso peatonal, esto especialmente en la zona ribereña o en la zona de amortiguación. Para un correcto funcionamiento de esta medida se recomienda delimitar físicamente los senderos y capacitar al personal respecto a las zonas de tránsito.

Durante la fase constructiva se deberá revisar el estado de los cercos y mantenerlos en el caso de que sea necesario. Para evaluar su eficacia se recomienda evaluar los siguientes indicadores en la zona de amortiguación. De forma general en la única zona que se deberían percibir cambios en estos indicadores es dentro de los senderos definidos.

- Vegetación funcional en la franja ribereña
- Extensión lineal de la franja ribereña

Además, se deberán revisar si existen señales visibles de deterioro de la vegetación y suelo tales como, vegetación pisoteada y suelo descubierto. Por último, se recomienda chequear si los cercos están actuando como barrera para la fauna silvestre. Si es el caso, estas deberán ser rediseñadas priorizando soluciones que interrumpan la conectividad biológica, tales como señaléticas.

7.3 Obra piloto 3: Puente segundo acceso a San José de la Mariquina

En el caso de esta obra piloto, a la fecha de presentación de este Informe Volumen II, el MOP había realizado una consulta de pertinencia de ingreso al Servicio de Evaluación Ambiental. La respuesta del SEA indicó el ingreso de la obra al SEIA³⁰.

En esta obra de se aplicará la Fase 1 completa y luego se corroborará teóricamente el ingreso al SEIA considerando que si existen alteraciones listadas en el literal s) (**Figura C7. 36**). Lo anterior se realiza en el primer análisis de susceptibilidad del literal s) de la Fase 2 indicado en la estrategia (**Figura C7. 37**).

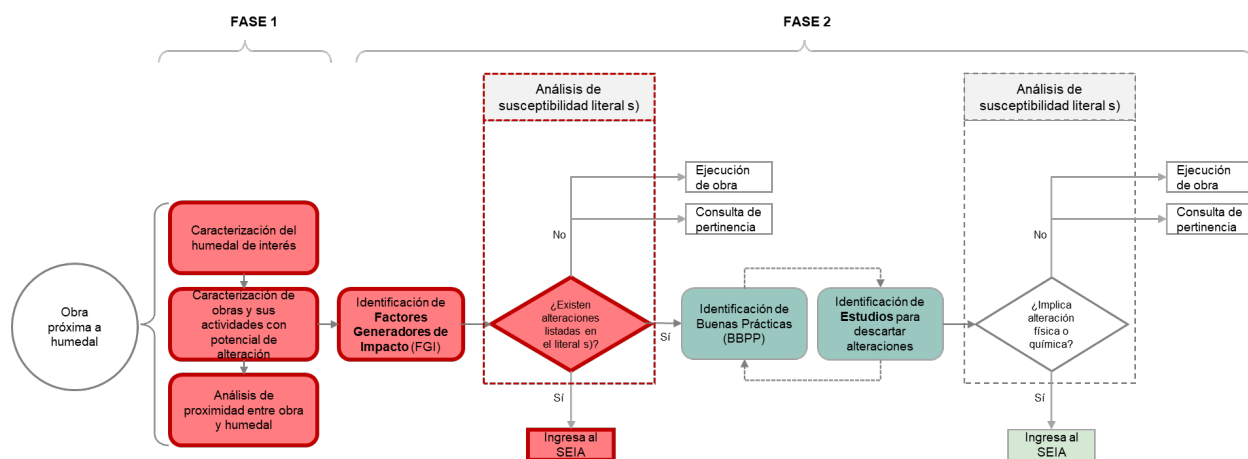


Figura C7. 36. Aplicación de la estrategia de análisis sobre literal s) en Obra Piloto 3. Fuente: Elaboración propia

³⁰ De acuerdo a la Resolución de Consulta de Pertinencia realizada al SEA el proyecto “requiere ingresar obligatoriamente al SEIA en forma previa a su ejecución”. Esto se resuelve en base a la consideración del literal p) y s) de la Ley N° 19.300 y del análisis efectuado que determina que “el proyecto se pretende emplazar en el humedal Sist. de Ríos Valdivianos- Ríos Cruces, Calle- Calle y Trib.” según consta en el Inventario Nacional de Humedales del MMA, el cual se encuentra asociado a límite urbano de la provincia de Valdivia. Documento Digital N° 20231410157 – Fecha: 30/06/2023 Servicio de Evaluación Ambiental (2023) ID: PERTI-2023-5630

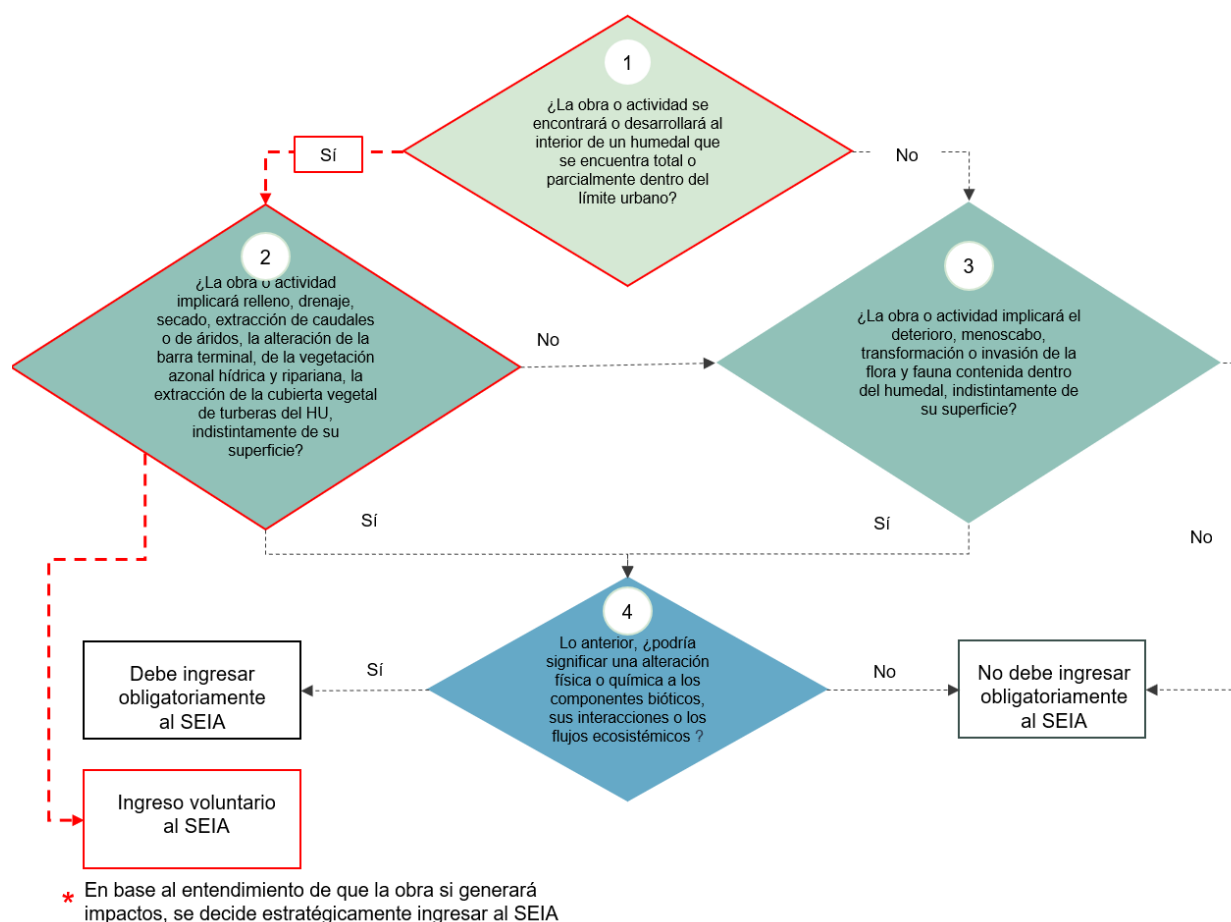


Figura C7. 37. Flujograma para determinar pertinencia de ingreso al SEIA de acuerdo al literal s). Se destaca la ruta lógica aplicada para la obra piloto 3 Fuente: Elaboración propia, adaptado de Oficio ORD SEA N°20229910238.

Habiendo determinado el ingreso al SEIA, se procede a realizar un ejercicio teórico de aplicación de algunas herramientas que puede orientar su uso en obras de similares características y en condiciones de ingresar al SEIA³¹. El listado de las herramientas aplicadas se indica en la **Tabla C7. 29**.

Cabe destacar que, si bien, ya se ha determinado el ingreso de la obra al SEIA, se ocupará este caso como un ejemplo para determinar si la sección del humedal donde se emplaza el puente, en este caso el Río Cruces, se encuentra asociado al límite urbano de acuerdo al rombo 1 de la **Figura C7. 37**. Para ello se aplicará el instructivo de Segmentación y Clasificación Fluvial que forma parte de la Caracterización del Humedal en la Fase 1 de la estrategia. Se recalca que la determinación del segmento asociado a límite urbano es puramente para efectos de analizar el literal s) de forma ilustrativa y no tiene efectos en la determinación del Área de Influencia de la obra dentro del SEIA.

³¹ La aplicación de herramientas no constituye un Estudio de Impacto Ambiental, pero si aportan lineamientos para obras MOP en cuanto a los procedimientos requeridos dentro del SEIA.

Finalmente, asumiendo que la obra ingresa el SEIA por medio de una EIA, se procede a identificar los impactos potenciales y establecer lineamientos para:

- Consideraciones para determinar el área de influencia (AI)
- Consideraciones para describir los OP en el AI
- Lineamientos para identificar el impacto
- Lineamientos para estimar y cuantificar el impacto
- Criterios para evaluar la significancia del impacto

Luego de analizar los impactos, se identifican medidas de mitigación, reparación o compensación y se proponen recomendaciones para el monitoreo de las medidas.

Tabla C7. 29. Foco de la aplicación de procedimientos o herramientas operativas para la obra piloto 3 “Puente segundo acceso a San José de la Mariquina”. Todas las herramientas listadas son parte del flujo de trabajo para cada obra. Aquellas indicadas con (*) serán desarrolladas en profundidad. Fuente: Elaboración propia.

Obra	Capítulos asociados	Herramientas y procedimientos aplicados
Obra tipo puente: Puente segundo acceso a San José de la Mariquina ³²	Volumen I capítulos 2, 3, y 5	• Instructivo de Segmentación y Clasificación (*) • Matriz de Indicadores • Matriz de AA y CH • Matriz de Alteraciones • Matriz de Buenas Prácticas • Fichas de Aspectos Ambientales e Impactos (*) • Fichas de Medidas (*)

³² De acuerdo a la Resolución de Consulta de Pertinencia realizada al SEA el proyecto “requiere ingresar obligatoriamente al SEIA en forma previa a su ejecución”. Esto se resuelve en base a la consideración del literal p) y s) de la Ley N° 19.300 y del análisis efectuado que determina que “el proyecto se pretende emplazar en el humedal Sist. de Ríos Valdivianos- Ríos Cruces, Calle- Calle y Trib.” según consta en el Inventario Nacional de Humedales del MMA, el cual se encuentra asociado a límite urbano de la provincia de Valdivia. Documento Digital N° 20231410157 – Fecha: 30/06/2023 Servicio de Evaluación Ambiental (2023) ID: PERTI-2023-5630

7.3.1 Fase 1

Identificación del humedal urbano de interés

El humedal de interés es parte de la cuenca del Río Valdivia, subcuenca del Río Cruces. Corresponde a una sección urbana del Río Cruces, en la comuna del San José de la Mariquina, sección en la que el Ministerio de Obras Públicas considera la construcción de un puente, enrocado y accesos viales (Figura C7. 38, rojo).

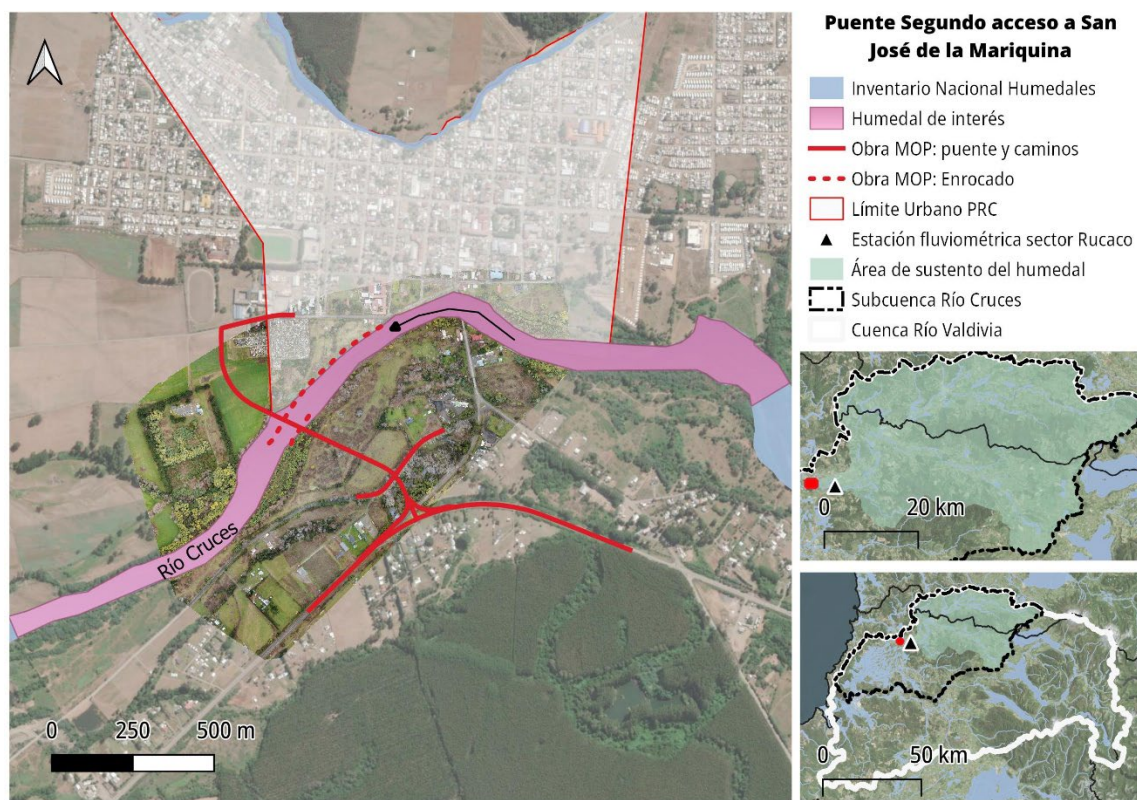


Figura C7. 38. Cartografía de emplazamiento de obras de la construcción del puente segundo acceso a San José de la Mariquina (azul y rojo), en el Río Cruces. Se indica, la cartografía del Inventario Nacional De Humedales (MMA, 2020), el área de sustento del humedal conformada por la sub-subcuenca del Río Cruces, la estación fluviométrica de referencia en el sector Rucaco, la subcuenca del Río Cruces y la cuenca del Río Valdivia. Fuente: Elaboración propia.

Para la obra piloto en San José de la Mariquina, las preguntas provenientes de la estrategia de caracterización de humedal (**Figura C6. 4**), se abordan en la **Tabla C7. 30**.

Tabla C7. 30. Decisiones para caracterizar el humedal de interés en la obra piloto “Construcción de obra nueva: Puente Segundo Acceso a San José de la Mariquina”. Fuente: Elaboración propia.

Pregunta	Respuesta	Decisión
1. ¿Se encuentra declarado como humedal urbano?	No	Pregunta 2
2. ¿Se encuentra reconocido en el Inventario Nacional de Humedales?	Sí	Pregunta 3
3. ¿Se clasifica como un humedal tipo Río / Ribereño?	Si	Segmentación y clasificación
4. ¿El humedal corresponde a aguas corrientes (permanentes o temporales)?	N/A	N/A
5. ¿El humedal se encuentra asociado a un límite urbano?	Si	Caracterización del humedal

Caracterización del humedal urbano de interés

El humedal corresponde a un humedal de tipo Ribereño/Río no declarado como humedal urbano, pero asociado a límite urbano. Se emplaza la Cuenca del Río Valdivia, subcuenca del Río Cruces. El área de sustento del humedal (color rosa en **Figura C7. 38**) corresponde a su cuenca aportante (color verde agua en **Figura C7. 38**). Para efectos de la caracterización hidro-geomorfológica se tomó como área de referencia la sub-subcuenca del Río Cruces hasta su confluencia con el Estero Quechuco, escasos kilómetros aguas arriba del humedal de interés.

Segmentación y clasificación de la red fluvial

Para la obra ubicada en San José de la Mariquina, se intervendrá un humedal de tipo Ribereño/Río. Como fue indicado en el **Volumen I**, el primer desafío de aplicación del literal s) es verificar si el humedal está asociado a un límite urbano. En el caso de humedales de tipo Río/Ribereño en dónde la dimensión longitudinal es predominante, se necesita contar con alguna herramienta o criterio que permita determinar **hasta dónde aguas arriba y dónde aguas abajo por el cauce** considerar un segmento de río para evaluar si dicho segmento está total o parcialmente dentro del límite urbano.

El objetivo es evitar que un río sea considerado como una unidad completa desde su origen hasta su confluencia o desembocadura. De ser así y considerando que los polígonos de ríos en el Inventario Nacional de Humedales no responden a una segmentación técnica, sería teóricamente posible considerar un río completo como asociado a un límite urbano. Esta delimitación del río entrega, además, un punto de partida de la dimensión longitudinal de los humedales tipo río, sobre lo cual aplicar la Guía de Delimitación de Humedales Urbanos (MMA-ONU, 2023). Si bien en el caso del segundo acceso a San José de la Mariquina es posible determinar que el humedal está asociado al límite urbano sólo con la información del Inventario Nacional y el límite urbano en cuestión, pueden existir casos en donde esto no sea evidente, por ejemplo, cuando el límite urbano está aguas arriba o debajo de la obra.

Para determinar el tramo de interés se utilizará la Herramienta Aplicada “Instructivo de Segmentación y Clasificación” (**Volumen I, Anexo 4**) cuya secuencia de pasos se describe en la **Figura C7. 49**. El proceso y resultado de la segmentación se incluye al final de esta sección.

Caracterización hidrogeomorfológica

La subcuenca del Río Cruces presenta un clima húmedo, manteniendo una estación seca bien definida, registrando un promedio de precipitaciones de 2076 mm al año (**Figura C7. 39**). Durante los meses de verano, disminuye considerablemente la precipitación, registrando entre 50 y 90 mm al mes durante estos meses. Durante los meses de otoño y primavera la media mensual es siempre mayor a 100mm al mes, y durante los meses de invierno el promedio mensual de precipitación es de entre 280 y 350 mm. El patrón de precipitación mensual muestra una marcada estacionalidad, con lluvias concentradas en los meses más fríos.

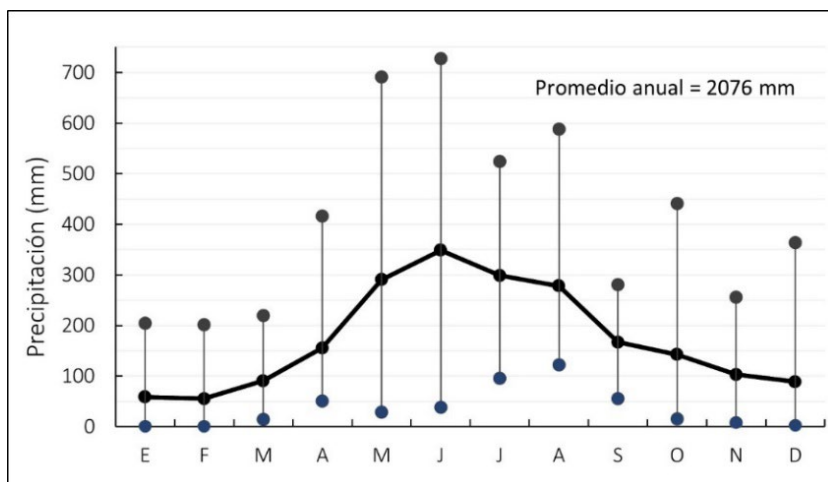


Figura C7. 39. Precipitación promedio, mínima y máxima mensual, según el set de datos nacional de CR2MET, en el Río Cruces en el sector Rucaco, de la Dirección General de Aguas (periodo 1979 a 2020). Se indica el promedio de precipitación anual para el mismo periodo. Fuente: Elaboración propia en base a datos de <https://camels.cr2.cl/>.

Considerando el clima dominante, el Río Cruces tiene un caudal gobernado por el régimen de precipitación. La **Figura C7. 39** muestra la distribución anual del caudal promedio del río en la estación fluviométrica “Río Cruces en Rucaco”, la estación está solo a 8 km aguas arriba del inicio del tramo homogéneo de interés. En esta sección no existen afluentes al Río Cruces por lo que el registro de caudales es representativo para el humedal de interés. La estación reporta un caudal mensual medio anual de 80 m³/s, registrando durante el verano y comienzos del otoño, caudales cercanos a 20 m³/s, multiplicándose el caudal casi 10 veces durante los meses de invierno. Por lo general, los caudales máximos se dan en julio y los mínimos en febrero o marzo.

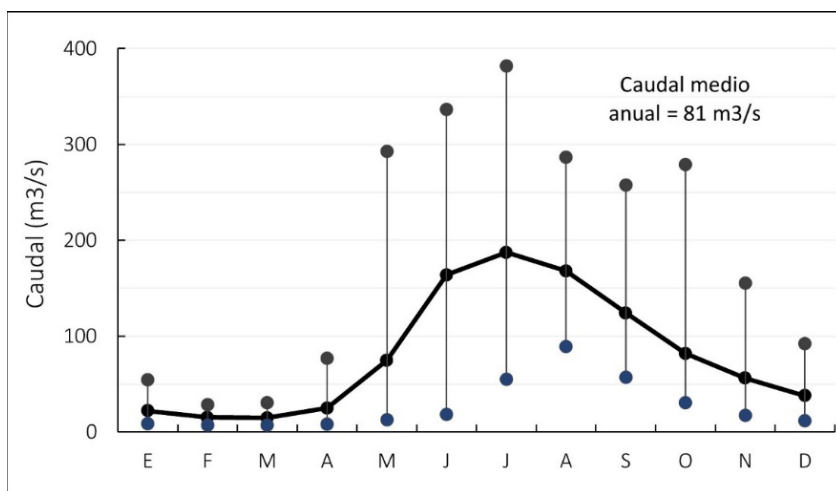


Figura C7. 40. Caudal promedio, mínimo y máximo mensual del río Cruces en Rucaco en estación fluviométrica de la Dirección General de Aguas (periodo 1979 a 2020). Elaboración propia en base a datos de <https://camels.cr2.cl/>.

Caracterización de la biota

De la **Figura C7. 38** es posible describir un ecosistema ribereño o acuático lótico central, de inundación permanente y flujo gobernado por un caudal pluvial estacional (**Figura C7. 39**); una franja ribereña de ancho variable y zonas de vegetación tipo pradera y algunas zonas boscosas.

El estudio más reciente sobre la biota que existe en esta sección del Río Cruces fue publicado en 2017 en el marco del proyecto del Ministerio de Obras Públicas y CFC Ingeniería “Diseño Conservación Manejo de Cauces Río Cruces en San José de la Mariquina, Región de Los Ríos”, y el documento “Consulta De Pertinencia De Ingreso Del Proyecto Construcción Segundo Acceso A San José De La Mariquina, Región De Los Ríos” al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (2023)

³³.

Flora y Vegetación

El área de estudio pertenece a la región Hiperhúmeda de Chile, y aloja la formación vegetacional Bosque Caducifolio del Sur³⁴. En específico, el área corresponde al piso vegetacional Bosque caducifolio templado de *Nothofagus obliqua* (roble) - *Laurelia sempervirens* (tepa)³⁵.

A escala de paisaje, el área se caracteriza por estar “*compuesta principalmente por praderas agrícolas y en los sectores con vegetación arbórea predominan bosquetes constituidos por mezclas de especies alóctonas y autóctonas*”, y en las zonas de vegetación arbórea, predominan especies alóctonas o exóticas como “*el pino, sauce, álamo, aramo, arce, eucaliptus, roble y arrayán*” (...), donde, “no existe cobertura suficiente que pueda conformar el uso de suelo de bosque nativo” (MOP, 2023). La **Figura C7. 41** da cuenta de lo expuesto: el paisaje cercano a la obra se encuentra dominado por pradera y vegetación arbórea dispersa que no conforman bosque nativo.

³³ Resolución de la Consulta de Pertinencia en Documento Digital N° 20231410157 – Fecha: 30/06/2023 Servicio de Evaluación Ambiental (2023) ID: PERTI-2023-5630

³⁴ Gajardo Michell, R. (1994). La vegetación natural de Chile. Clasificación y distribución geográfica. Santiago, Chile: Editorial Universitaria. Luebert y Pliscoff, 2017

³⁵ Luebert, Federico & Patricio Pliscoff. Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile (2018). Editorial Universitaria.



Figura C7. 41. Imágenes de la vegetación circundante al humedal de la sección urbana del Río Cruces. Fuente: Elaboración propia.

El listado de especies de flora presentes en la sección del río se compone de 37 especies, de las cuales 21 son exóticas y 16 son nativas (**Tabla C7. 31**). Ninguna de las especies está catalogada bajo alguna categoría de conservación.

Tabla C7. 31. Listado de especies de plantas, arbustos y árboles potencialmente presentes en la subcuenca del Río Cruces. Se indica familia, nombre científico y común y su origen fitogeográfico según es nativo o exótico. Fuente: MOP y CFC Ingeniería, 2017; MOP, 2023

Familia	Nombre científico	Nombre común	Origen
Adiantaceae	<i>Adiantum chilense</i> Kaulf. var. <i>chilense</i>	Palito negro	Nativo
Apiaceae	<i>Hydrocotyle ranunculoides</i> L. f.	Sombrerito de agua	Nativo
Asteraceae	<i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Ten.	Cardo, cardo negro	Exótico
Asteraceae	<i>Taraxacum officinale</i> G. Weber ex F.H. Wigg.	Diente de león	Exótico
Asteraceae	<i>Hypochaeris radicata</i> L.	Hierba del chanco	Exótico
Asteraceae	<i>Senecio fistulosus</i> Poepp. ex Less.	Hualtata	Nativo
Betulaceae	<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn.	Aliso	Exótico
Blechnaceae	<i>Blechnum chilense</i> (Kaulf.) Mett.	Costilla de vaca, quilquil	Nativo
Callitrichaceae	<i>Callitriche terrestris</i> Raf.	Desconocido	Nativo
Elaeocarpaceae	<i>Aristotelia chilensis</i> (Molina) Stuntz	Maqui	Nativo
Fabaceae	<i>Lotus corniculatus</i> L.	Alfalfa chilota	Exótico
Fabaceae	<i>Acacia dealbata</i> Link	Aromo	Exótico
Fabaceae	<i>Trifolium repens</i> L.	Trébol, trébol blanco	Exótico
Juncaceae	<i>Juncus procerus</i> E. Mey.	Junco, junquillo	Nativo
Lamiaceae	<i>Lycopus europaeus</i> L.	Menta de lobo	Exótico
Lardizabalaceae	<i>Boquila trifoliolata</i> (DC.) Decne.	Pilpilvoqui	Nativo
Lauraceae	<i>Cryptocarya alba</i> (Molina) Looser	Peumo	Nativo
Malvaceae	<i>Modiola caroliniana</i> (L.) G. Don	Pila-pila	Nativo
Monimiaceae	<i>Peumus boldus</i> Molina	Boldo	Nativo
Myrtaceae	<i>Luma apiculata</i> (DC.) Burret	Arrayán	Nativo
Myrtaceae	<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto	Exótico
Nothofagaceae	<i>Nothofagus obliqua</i>	Roble	Nativo

Philesiaceae	<i>Lapageria rosea</i> Ruiz & Pav.	Copihue	Nativo
Pinaceae	<i>Pinus radiata</i>	Pino insigne	Exótico
Pinaceae	<i>Pinus pinaster</i> Aiton	Pino marítimo	Exótico
Plantaginaceae	<i>Plantago lanceolata</i> L.	Llantén	Exótico
Poaceae	<i>Chusquea quila</i> Kunth	Quila	Nativo
Polygonaceae	<i>Polygonum persicaria</i> L.	Duraznillo, pata de paloma	Exótico
Polygonaceae	<i>Rumex crispus</i> L.	Romacilla	Exótico
Ranunculaceae	<i>Ranunculus minutiflorus</i> Bertero ex Phil.	Botón de oro	Nativo
Ranunculaceae	<i>Ranunculus repens</i> L.	Botón de oro	Exótico
Rosaceae	<i>Potentilla anserina</i> L.	Argentina	Exótico
Rosaceae	<i>Rubus constrictus</i> P.J. Müll. & Lefèvre	Murra, mora	Exótico
Rosaceae	<i>Rosa rubiginosa</i> L.	Rosa mosqueta	Exótico
Salicaceae	<i>Populus alba</i> L.	Álamo blanco	Exótico
Salicaceae	<i>Salix babylonica</i> L.	Sauce llorón	Exótico
Sapindaceae	<i>Hacer rubrum</i>	Arce	Exótico

Fauna

Para listar las especies de fauna presentes en la sección urbana del Río Cruces, se revisaron estudios previos realizados en el área por Celulosa Arauco (1995 y 1997); el Programa de Monitoreo Ambiental del Humedal del Río Cruces (2004 a la fecha, disponible en <https://monitoreohumedalriocruces.cl>); estudios recientes elaborados por el Ministerio de Obras Públicas y CFC Ingeniería (2017; 2023); y bases de datos disponibles en <https://ebird.org/>. Se trabajó con el Listado de Especies Clasificadas (Proceso n°18 de Clasificación RCE) para identificar el estado de conservación de las especies.

Mamíferos

Se describen 10 especies de mamíferos terrestres y acuáticos, de los cuales 6 son nativos y 4 exóticos; y 5 especies se encuentran en alguna categoría de conservación: 1 En Peligro y 4 En Preocupación Menor.

Respecto a la comunidad de mamíferos acuáticos (destacadas con asterisco (*) en **Tabla C7. 32**), se logran describir 4 especies, 3 nativas y 1 exótica, destacando el huillín o nutria de río (*Lontra provocax*) que se encuentra en categoría de conservación **En Peligro**.

Tabla C7. 32. Listado de especies de mamíferos potencialmente presentes en la subcuenca del Río Cruces. Se indica nombre científico y común, su origen geográfico según es nativo o exótico, y su categoría de conservación. Se destaca con un asterisco (*) especies de mamíferos acuáticos. Fuente: Celulosa Arauco (1995 Y 1997); Universidad Austral de Chile (2004-2023).

Nombre científico	Nombre común	Origen	Categoría de conservación
<i>Abrothrix longipilis</i>	Ratón lanudo común	Nativo	Preocupación Menor
<i>Abrothrix olivaceus</i>	Ratón oliváceo	Nativo	-
<i>Rattus rattus</i>	Rata negra	Exótico	-
<i>Rattus norvegicus</i>	Guaren	Exótico	-
<i>Oryctolagus cuniculus</i>	Conejo europeo	Exótico	-
<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro culpeo	Nativo	Preocupación Menor

<i>Lontra provocax</i>	Huillín *	Nativo	En Peligro
<i>Myocastor coypus</i>	Coipo *	Nativo	Preocupación Menor
<i>Otaria flavescens</i>	Lobo marino *	Nativo	Preocupación Menor
<i>Mustela vison</i>	Visón *	Exótico	-

Peces

La comunidad de peces del Río Cruces ha sido ampliamente descrita en el Programa de Monitoreo Ambiental del Humedal del Río Cruces (2004 a la fecha, disponible en <https://monitoreohumedalriocruces.cl>), y está compuesta por 12 especies, la mayoría de ellas nativas (7) y 5 de ellas en alguna categoría de conservación (**Tabla C7. 33**). Destaca la carmelita en categoría En Peligro. El estudio resalta que la sección urbana del Río Cruces (sectores Ciruelos y Rucaco), concentra la mayor abundancia de especies, dando cuenta de que esta sección tiene destacada relevancia para la comunidad de peces.

Tabla C7. 33. Listado de especies de peces potencialmente presentes en la subcuenca del Río Cruces. Se indica nombre científico y común, su origen geográfico según es nativo o exótico, y su categoría de conservación. Fuente: Celulosa Arauco (1995 Y 1997); Universidad Austral de Chile (2004-2023).

Nombre científico	Nombre común	Origen	Categoría de conservación
<i>Gambusia affinis</i>	Gambusia	Exótico	-
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Trucha arcoíris	Exótico	-
<i>Tinca sp</i>	Tenca	Exótico	-
<i>Salmo trutta</i>	Trucha café	Exótico	-
<i>Cyprinus carpio</i>	Carpa	Exótico	-
<i>Galaxias maculatus</i>	Puye, Puye chico	Nativo	Preocupación Menor
<i>Percichthys trucha</i>	Perca trucha	Nativo	Preocupación Menor
<i>Percilia gillissi</i>	Carmelita	Nativo	En Peligro
<i>Cheirodon sp.</i>	Pocha, Pocha del sur	Nativo	Vulnerable
<i>Geotria australis</i>	Lamprea de bolsa	Nativo	Vulnerable
<i>Trichomycterus areolatus</i>	Bagre de agua dulce	Nativo	Vulnerable
<i>Basilichthys australis</i>	Pejerrey, Pejerrey Chileno	Nativo	Casi Amenazada

Anfibios

La Región de Los Ríos es especialmente relevante para la comunidad de anfibios nativos, ya que alberga una gran diversidad de especies, incluso algunas especies que son endémicas de esta región. Respecto a la comunidad de anfibios descrita para la subcuenca del Río Cruces, se registran 8 especies: 3 especies en categoría Preocupación Menor; 3 especies en categoría Casi Amenazadas; 1 especie en categoría Vulnerable y 1 especie en categoría En Peligro (**Tabla C7. 34**).

Tabla C7. 34. Listado de especies de anfibios potencialmente presentes en la subcuenca del Río Cruces. Se indica nombre científico y común, su origen geográfico según es nativo o exótico, y su categoría de conservación. Fuente: MOP y CFC Ingeniería (2017), Universidad Austral de Chile (2004-2023).

Nombre científico	Nombre común	Origen	Categoría de conservación
<i>Batrachyla taeniata</i>	Sapito de antifaz	Nativo	Preocupación Menor
<i>Batrachyla leptopus</i>	Ranita moteada	Nativo	Preocupación Menor
<i>Calyptocephalella gayi</i>	Rana chilena	Nativo	Vulnerable
<i>Eupsophus altor</i>	Rana de hojarasca de Oncol	Nativo	En Peligro

<i>Eupsophus roseus</i>	Sapo rojo	Nativo	Casi Amenazada
<i>Eupsophus vertebralis</i>	Rana grande de hojarasca	Nativo	Casi Amenazada
<i>Hylorina sylvatica</i>	Rana esmeralda	Nativo	Preocupación Menor
<i>Pleurodema thaul</i>	Sapito de cuatro ojos	Nativo	Casi Amenazada

Aves

Se describió la comunidad de aves según la información extraída de la plataforma de ciencia ciudadana eBird, para la localidad “Quintrehueque”, cercana al humedal de interés, por registros provenientes de los científicos expertos Paul Awe, Guisella Paredes y Jorge Tomácevic.

Se logró describir una comunidad de aves compuesta por 76 especies, 70 nativas y 6 exóticas (**Tabla C7. 35**). De las especies nativas, 67 se encuentran en categoría Preocupación Menor, 2 especies en categoría Vulnerable (choroy y torcaza) y una especie se encuentra en categoría Casi Amenazada (perdiz chilena).

Tabla C7. 35. Listado de especies de aves potencialmente presentes en la sección urbana del Río Cruces. Se indica nombre científico y común, su origen geográfico según es nativo o exótico, y su categoría de conservación. Fuente: Elaboración propia, con información extraída de <https://ebird.org/>.

Nombre científico	Nombre común	Origen	Categoría de conservación
<i>Accipiter chilensis</i>	Pequito	Nativo	Preocupación Menor
<i>Anairetes parulus</i>	Cachudito	Nativo	Preocupación Menor
<i>Anas flavirostris</i>	Pato jergón chico	Nativo	Preocupación Menor
<i>Anas georgica</i>	Pato jergón grande	Nativo	Preocupación Menor
<i>Aphrastura spinicauda</i>	Rayadito	Nativo	Preocupación Menor
<i>Ardea alba</i>	Garza grande	Nativo	Preocupación Menor
<i>Ardea cocoi</i>	Garza cuca	Nativo	Preocupación Menor
<i>Asio flammeus</i>	Nuco	Nativo	Preocupación Menor
<i>Bubulcus ibis</i>	Garcita bueyera	Exótico	Preocupación Menor
<i>Callipepla californica</i>	Codorniz californiana	Exótico	No evaluado
<i>Caracara plancus</i>	Traro	Nativo	Preocupación Menor
<i>Cathartes aura</i>	Jote de cabeza roja	Nativo	Preocupación Menor
<i>Chroicocephalus maculipennis</i>	Gaviota cahuil	Nativo	Preocupación Menor
<i>Cinclodes oustaleti</i>	Churrete chico	Nativo	Preocupación Menor
<i>Cinclodes patagonicus</i>	Churrete	Nativo	Preocupación Menor
<i>Cistothorus platensis</i>	Siete colores	Nativo	Preocupación Menor
<i>Colaptes pitius</i>	Pitío	Nativo	Preocupación Menor
<i>Colorhamphus parvirostris</i>	Comesebo chico	Nativo	Preocupación Menor
<i>Columba livia</i>	Paloma bravía	Exótico	No evaluado
<i>Coragyps atratus</i>	Jote de cabeza negra	Nativo	Preocupación Menor
<i>Curaeus curaeus</i>	Tordo	Nativo	Preocupación Menor
<i>Cygnus melancoryphus</i>	Cisne de cuello negro	Nativo	Preocupación Menor
<i>Daptrius chimango</i>	Tiuque	Nativo	Preocupación Menor
<i>Diuca diuca</i>	Diuca	Nativo	Preocupación Menor
<i>Dryobates lignarius</i>	Carpinterito	Nativo	Preocupación Menor
<i>Egretta thula</i>	Garza chica	Nativo	Preocupación Menor

<i>Elaenia albiceps</i>	Fío-fío	Nativo	Preocupación Menor
<i>Elanus leucurus</i>	Barilarín	Nativo	Preocupación Menor
<i>Enicognathus ferrugineus</i>	Cachaña	Nativo	Preocupación Menor
<i>Enicognathus leptorhynchus</i>	Choroy	Nativo	Vulnerable
<i>Eugralla paradoxa</i>	Churrín del sur	Nativo	Preocupación Menor
<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo	Nativo	Preocupación Menor
<i>Fulica armillata</i>	Tagua de frente roja	Nativo	Preocupación Menor
<i>Gallinago magellanica</i>	Becacina	Nativo	Preocupación Menor
<i>Geranoaetus polyosoma</i>	Aguilucho	Nativo	Preocupación Menor
<i>Glaucidium nana</i>	Chuncho	Nativo	Preocupación Menor
<i>Hymenops perspicillatus</i>	Pico de oro	Nativo	Preocupación Menor
<i>Larus dominicanus</i>	Gaviota dominicana	Nativo	Preocupación Menor
<i>Leistes loyca</i>	Loica	Nativo	Preocupación Menor
<i>Leptasthenura aegithaloides</i>	Colilarga	Nativo	Preocupación Menor
<i>Leucophaeus pipixcan</i>	Gaviota de Franklin	Nativo	Preocupación Menor
<i>Mareca sibilatrix</i>	Pato real	Nativo	Preocupación Menor
<i>Megaceryle torquata</i>	Martín pescador	Nativo	Preocupación Menor
<i>Mimus thenca</i>	Tenca	Nativo	Preocupación Menor
<i>Molothrus bonariensis</i>	Mirlo	Exótico	Preocupación Menor
<i>Nannopterum brasilianum</i>	Yeco	Nativo	Preocupación Menor
<i>Nothoprocta perdicaria</i>	Perdiz chilena	Nativo	Casi Amenazada
<i>Nycticorax nycticorax</i>	Huairavo	Nativo	Preocupación Menor
<i>Parabuteo unicinctus</i>	Peuco	Nativo	Preocupación Menor
<i>Passer domesticus</i>	Gorrión	Exótico	No evaluad
<i>Patagioenas araucana</i>	Torcaza	Nativo	Vulnerable
<i>Phrygilus patagonicus</i>	Comesebo grande	Nativo	Preocupación Menor
<i>Phytotoma rara</i>	Rara	Nativo	Preocupación Menor
<i>Plegadis chihi</i>	Cuervo de pantano	Nativo	Preocupación Menor
<i>Pteroptochos tarnii</i>	Hued hued	Nativo	Preocupación Menor
<i>Pygarrichas albogularis</i>	Comesebo	Nativo	Preocupación Menor
<i>Pyrope pyrope</i>	Diucón	Nativo	Preocupación Menor
<i>Scelorchilus rubecula</i>	Chuca	Nativo	Preocupación Menor
<i>Scytalopus magellanicus</i>	Churrín del sur	Nativo	Preocupación Menor
<i>Sephanoides sephanioides</i>	Picaflor chico	Nativo	Preocupación Menor
<i>Sicalis luteola</i>	Chirigüe azafranado	Nativo	Preocupación Menor
<i>Spatula versicolor</i>	Pato cuchara	Nativo	Preocupación Menor
<i>Specularnas specularis</i>	Pato cortacorrientes	Nativo	Preocupación Menor
<i>Spinus barbatus</i>	Jilguero	Nativo	Preocupación Menor
<i>Strix rufipes</i>	Concón	Nativo	Preocupación Menor
<i>Sylviothorhynchus desmursii</i>	Colilarga	Nativo	Preocupación Menor
<i>Tachycineta leucopyga</i>	Golondrina chilena	Nativo	Preocupación Menor
<i>Theristicus melanopis</i>	Bandurria	Nativo	Preocupación Menor
<i>Tringa flavipes</i>	Playero patigrande	Nativo	Preocupación Menor
<i>Tringa melanoleuca</i>	Playero solitario	Nativo	Preocupación Menor

<i>Troglodytes aedon</i>	Chercán	Nativo	Preocupación Menor
<i>Turdus falcklandii</i>	Zorzal	Nativo	Preocupación Menor
<i>Tyto alba</i>	Lechuza blanca	Nativo	Preocupación Menor
<i>Vanellus chilensis</i>	Queltehue	Nativo	Preocupación Menor
<i>Zenaida auriculata</i>	Tórtola	Exótico	Preocupación Menor
<i>Zonotrichia capensis</i>	Chincol	Nativo	Preocupación Menor

Definición y caracterización del área de sustento

La determinación del área de sustento se realiza luego de realizar la segmentación de la red fluvial en la sección “Segmentación y clasificación de la red fluvial para efectos del literal s)”. La secuencia de pasos se describe en la **Figura C7. 49**

Caracterización de la subcuenca como unidad de análisis territorial

Identificación de ecosistemas y su conectividad

Dentro de la subcuenca del Río Cruces existe un área protegida de doble categoría, aguas abajo del humedal de interés, correspondiente al Santuario de la Naturaleza Río Cruces y Chorocamayo (4892 hectáreas de humedales palustres y ribereños), y Sitio Ramsar Carlos Anwandter, indicado como ecosistemas acuático relevante (**Figura C7. 42**, letra A). En el mismo sentido, en el punto de salida de la subcuenca del Río Cruces, se encuentra el Humedal Urbano Sistema de Humedales sector Isla Teja, de 373 hectáreas y que incluye humedales ribereños, estuarinos, palustres y lacustres (**Figura C7. 42**, letra B). Finalmente, en sectores forestales de la cordillera de la costa de la subcuenca del Río Cruces, se encuentra el área protegida privada Parque Oncol, con 754 hectáreas de bosque templado lluvioso (**Figura C7. 42**, letra C).

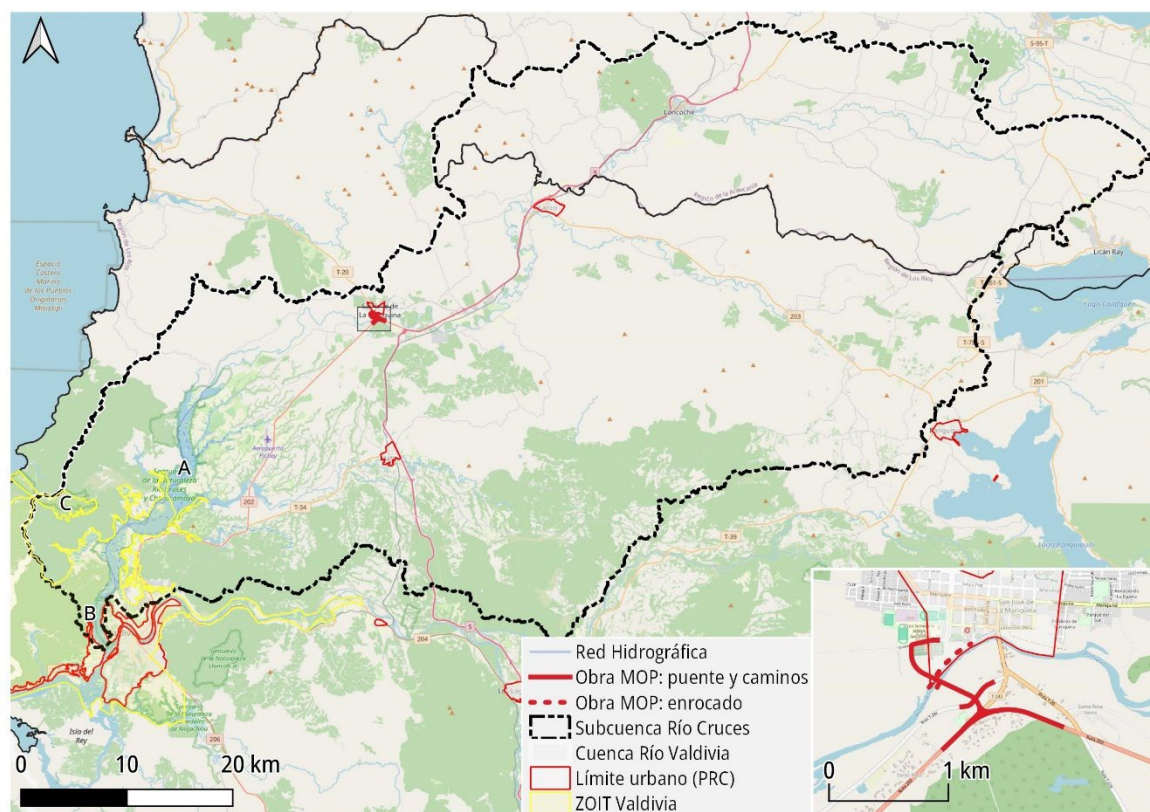


Figura C7. 42. Cartografía que indica áreas protegidas en la subcuenca del Río Cruces en el área de obras de puente del segundo acceso a San José de La Mariquina. Fuente: Elaboración propia, con información extraída de Open Street Map.

En el mismo sentido, la Estrategia Regional de Conservación de la Biodiversidad para la Región de Los Ríos (2009) reconoce el sitio prioritario Curiñanco como una amplia área de 66.970 ha que incluye una sección significativa de la subcuenca del Río Cruces, por ejemplo, el Santuario de la Naturaleza del Río Cruces. Esta gran área reconocida como sitio prioritario es relevante por su representatividad ecosistémica, su singularidad ecológica o por constituir hábitat de especies amenazadas, entre otros aspectos, para su gestión de conservación, protección y/o restauración. Algunos ejemplos de especies son la huella chica (*Corynabutilon ochsenii*), el cisne coscoroba (*Coscoroba coscoroba*), el huillín (*Lontra provocax*), el águila pescadora (*Pandion haliaetus*) y al carismático cisne de cuello negro (*Cygnus melancoryphus*)

Respecto a los ecosistemas presentes dentro de la cuenca, la **Figura C7. 43** de cobertura de suelo, nos indica que la subcuenca del Río Cruces es dominada por una matriz principalmente forestal, con una cobertura dominante de bosque nativo, que se hace discontinua por una cobertura secundaria de plantaciones forestales. En zonas bajas asociadas a la llanura de inundación, destaca una matriz de terrenos agrícolas con participación de bosque mixto y plantaciones forestales, así como algunas zonas de praderas y matorrales.

La zona correspondiente a ecosistemas relevantes, donde se emplaza el área protegida, aguas abajo del humedal de interés, está compuesta principalmente por cuerpos de agua y humedales.

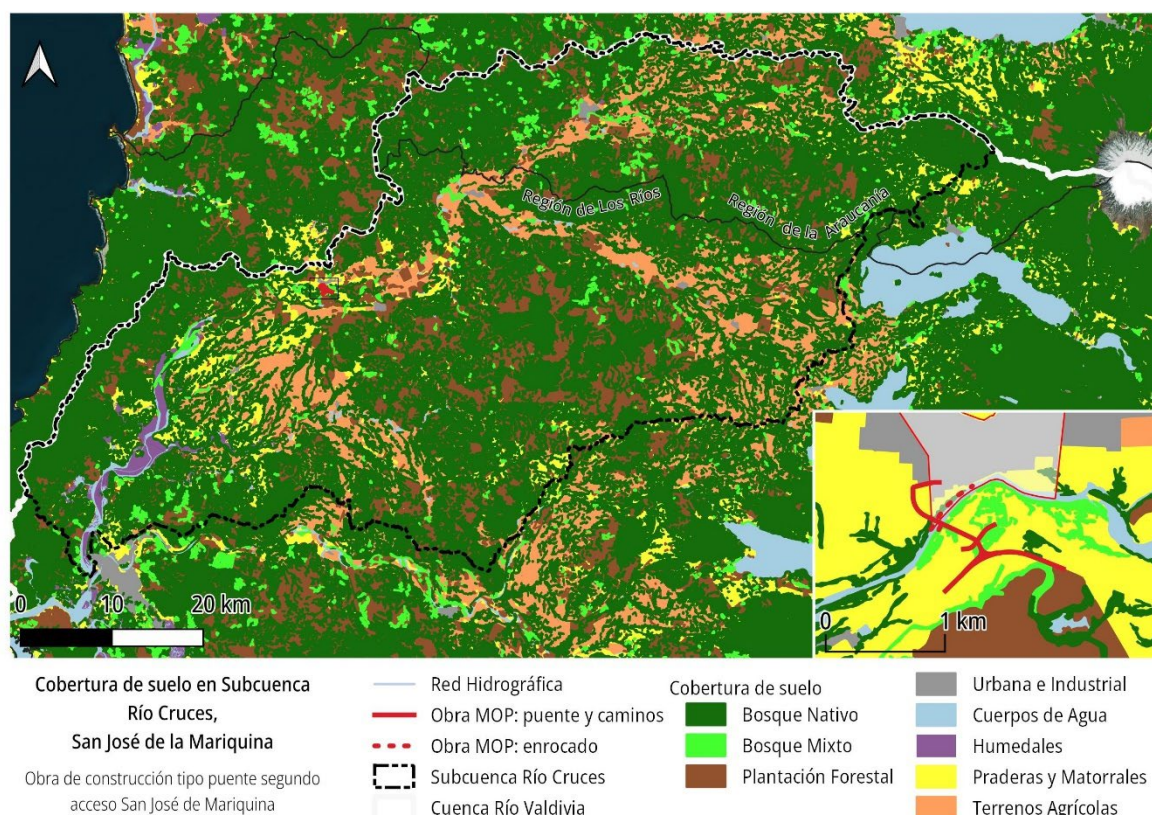


Figura C7. 43. Cartografía de cobertura de suelo en la subcuenca del río Cruces en el área de obras de puente del segundo acceso a San José de La Mariquina. Fuente: Elaboración Propia con información de CONAF <https://sit.conaf.cl>.

Finalmente, en imagen aérea obtenida con dron, y por revisión visual en terreno, podemos detectar la presencia de humedales no reconocidos en el inventario nacional de humedales, pero que se encuentran muy probablemente interconectados con el humedal de interés, y relacionados directamente con la obra (**Figura C7. 44**).

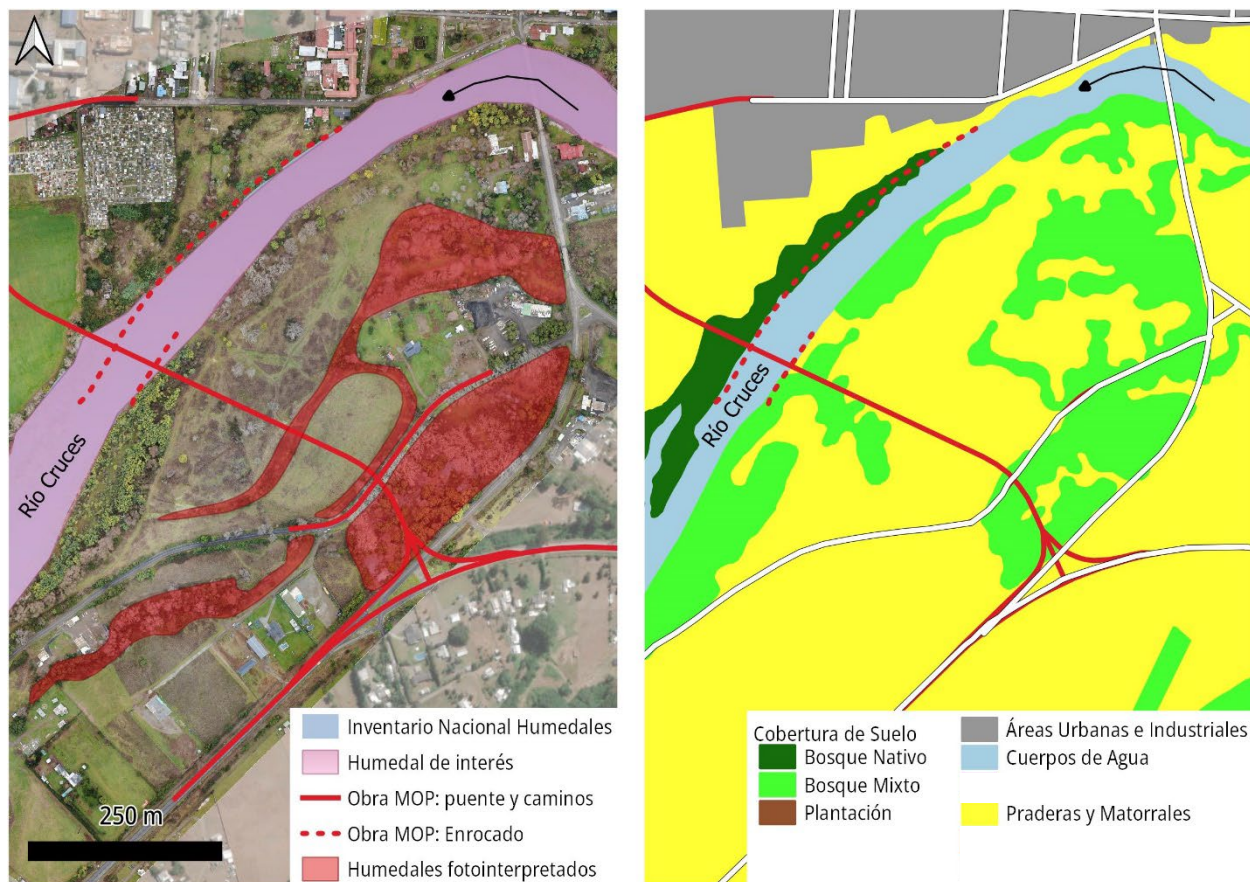


Figura C7. 44. Cartografía que indica humedales posiblemente interconectados con el humedal de interés (izquierda) y detalle cobertura de suelo (derecha) alrededor de obras de puente del segundo acceso a San José de La Mariquina. Fuente: Elaboración Propia con información de CONAF <https://sit.conaf.cl>.

Identificación de amenazas y presiones

En la subcuenca del Río Cruces existen diversas amenazas, donde destacan los siguientes fenómenos que pueden amenazar y presionar el humedal de interés:

- **Cambio climático.** Las proyecciones contenidas en el Plan de Acción Regional de Cambio Climático para la Región de Los Ríos (Ministerio del Medio Ambiente y Gobierno Regional de Los Ríos, 2023) definen que para la subcuenca del Río Cruces se expresarán tres componentes de riesgo: un alto índice de aumento en la temperatura media anual (entre 1,1 y 1,2°C al año), una disminución de la precipitación media anual (entre un 11 y 13%), y un aumento en la frecuencia de sequía para los próximos 50 años (entre un 18 y 20%).
- **Contaminación industrial.** Desde el inicio de operaciones del Proyecto Valdivia de Celulosa Arauco y Constitución S.A. en 2004 (que contempla la producción de 500 mil toneladas anuales de pulpa de celulosa Kraft para la producción de papeles), han ocurrido

episodios graves de contaminación acuática producto de los residuos industriales líquidos que produce la fábrica. Tanto durante la década de los 2000, como del 2010 han ocurrido episodios de derrames de residuos que han afectado la calidad del agua y por consiguiente la biota acuática, fenómenos que han sido materia de judicialización y determinación de medidas de reparación ambiental.

- **Especies exóticas invasoras.** El visón americano es una especie exótica invasora que causa un alto daño a la biodiversidad y a los sistemas productivos locales. Desde 2015, opera en la Región de Los Ríos un programa comunitario de control de visón, liderado por el Servicio Agrícola y Ganadero, financiado por el Gobierno Regional de Los Ríos. Hasta fines de 2023, se han removido 5 mil visones en estado silvestre, disminuyendo el efecto sobre las aves de corral, y aves silvestres.
- **Pisciculturas (fuentes de contaminación puntuales).** En el área de la subcuenca del Río Cruces se registran 3 centros de cultivo de recursos hidrobiológicos tipo trucha y salmón: Piscicultura Chesque Alto, Piscicultura Wenuy y Piscicultura Los Tallos (**Figura C7. 45**, letras A, B, y C, respectivamente). Estos centros de cultivo acuícola significan el ingreso de materia orgánica al cuerpo de agua acuático, pudiendo producir eutrofización acuática.
- **Extracción de áridos en llanura de inundación.** Las faenas de extracción de áridos se pueden definir como espacios ribereños donde particulares realizan extracción, clasificación y almacenamiento de materiales como arena, grava, ripio o piedras, esenciales para la industria de la construcción. Esta actividad produce diversos efectos ambientales como modificación del paisaje natural y la intervención en áreas sensibles, y específicamente en ecosistemas acuáticos puede generar alteración del cauce de ríos, aumento de turbidez, impacto en la biodiversidad acuática, y contaminación por combustibles y residuos. Un ejemplo de esto, en el área de estudio, se puede revisar en la **Figura C7. 46**.

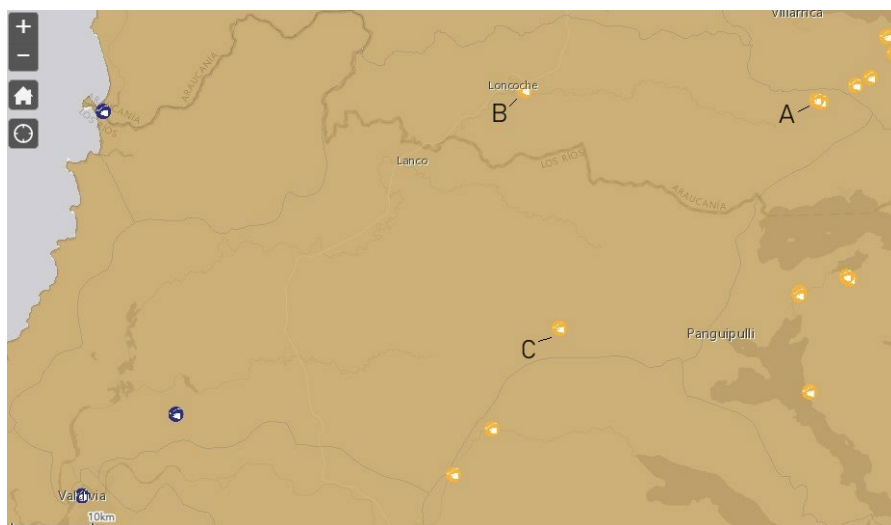


Figura C7. 45. Cartografía de ubicación de centros de cultivo acuícola o pisciculturas (A,B y C, en naranja) en la subcuenca del Río Cruces en el área de obras de puente del segundo acceso a San José de La Mariquina. Fuente: Extraída de www.ide.sma.gob.cl



Figura C7. 46. Zona de extracción de áridos antes (izquierda) y después (derecha) de iniciada la faena, 2,000 m aguas arriba de la zona de obras, en ribera norte del Río Cruces, subcuenca del Río Cruces en el área de obras de puente del segundo acceso a San José de La Mariquina. Fuente: Extraída de Google Earth.

Identificación de planes de gestión territorial y/o ambiental

Es posible identificar una Zona de Interés Turístico (ZOIT) denominada “Valdivia” en la parte baja o salida de la subcuenca del Río Cruces. Esta categoría busca definir y ejecutar una visión, objetivos y actividades, que permitan acortar o cerrar las brechas identificadas en el territorio en términos de desarrollo turístico.

El área urbana de San José de la Mariquina cuenta con Plan Regulador Comunal vigente (**Figura C7. 47**). El PRC reconoce al área del Río Cruces, así como su área de inundación, como Zona de Restricción por Inundación (ZR-1).

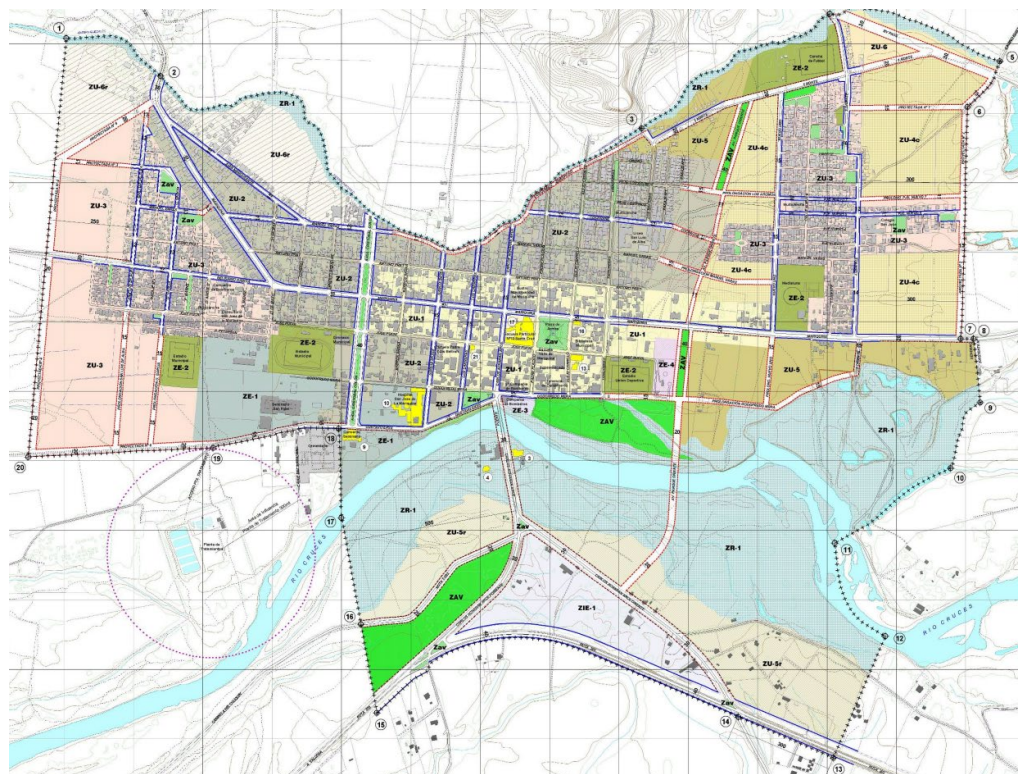


Figura C7. 47. Plan Regulador Comunal de San José de la Mariquina. Fuente: munimariquina.cl

La subcuenca del Río Cruces cuenta con una Norma Secundaria de Calidad Ambiental de aguas continentales, aprobada por el Comité de Ministros para la Sustentabilidad en mayo de 2024 y en proceso de tramitación administrativa para ser publicada a fines de 2024. Así, el proyecto de Norma secundaria de calidad ambiental para la protección de las aguas continentales superficiales de la cuenca del Río Valdivia, considera 5 áreas de vigilancia que cubren la totalidad de la subcuenca del Río Cruces (**Figura C7. 48**, áreas RCR1, RCR2, RCR3, RCR4 y SNCA). Dado los episodios de contaminación ambiental en la subcuenca del Río Cruces, esta subcuenca en dicha norma es considerada como un área en vías de “recuperar gradualmente las características fisicoquímicas en aquellos tramos intervenidos.”.

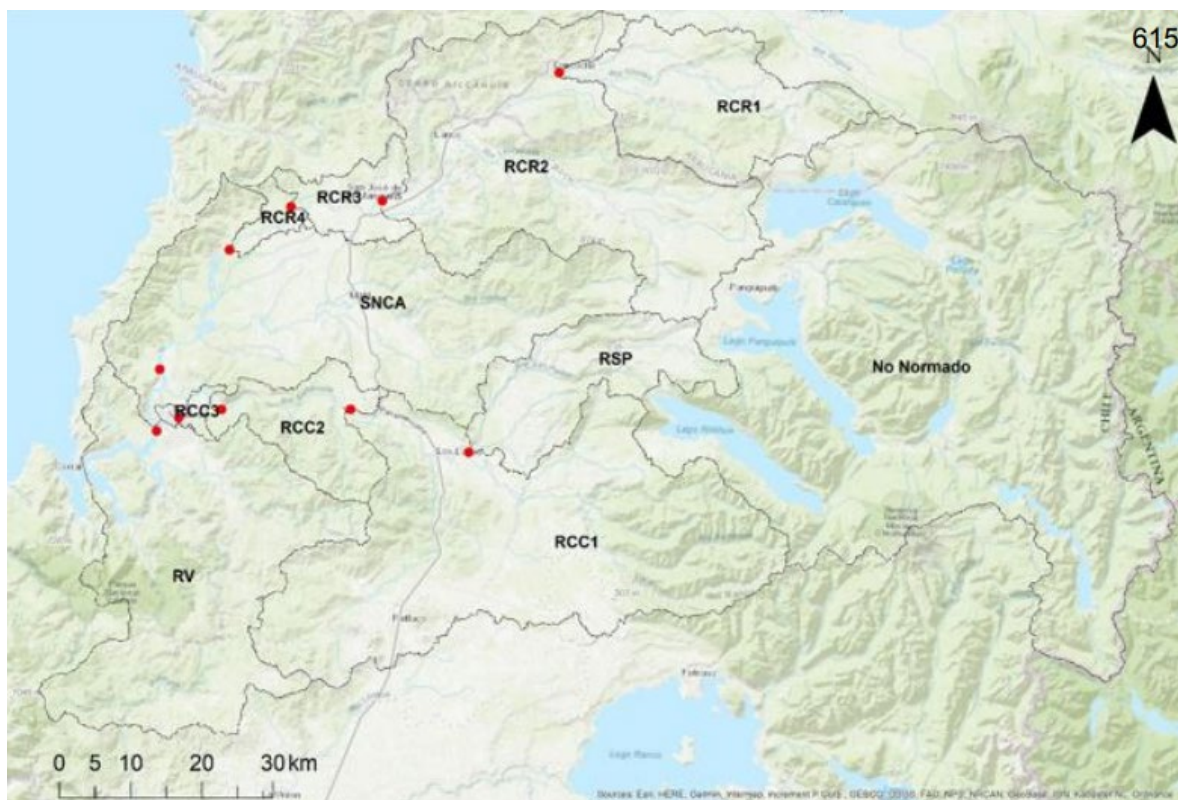


Figura C7. 48. Ubicación de áreas de vigilancia para la Norma Secundaria de Calidad Ambiental para la protección de las aguas continentales superficiales de la cuenca del Río Valdivia. Nomenclatura: RCR: Río Cruces; SNCA: Santuario de la Naturaleza Carlos Andwandter; RSP: Río San Pedro; RCC: Río Calle calle; RV: Río Valdivia. Fuente: <https://planesynormas.mma.gob.cl>

Identificación de indicadores de viabilidad ecológica

La selección de los indicadores se basa principalmente en la identificación de aquellos necesarios para cada AEC parte de los OP del humedal de interés a fin de entender su condición actual y proyección de acuerdo con la ejecución de las obras. Se detalla entonces a continuación los indicadores y su justificación clasificados de acuerdo con cada OP y AEC.

Agua

Como se mencionó, el Río Cruces corresponde a un humedal tipo Ribereño/Río el cual alberga gran cantidad de biodiversidad, siendo el OP agua un medio de sustento principal para las especies que allí habitan. Debido a esto, es que los indicadores seleccionados en este caso reflejarán al mismo tiempo las condiciones del agua en las cuales se mantiene la biodiversidad bentónica y planctónica encargada de realizar los ciclos de nutrientes.

Calidad del Agua

A la fecha la cuenca del Río Valdivia se encuentra en proceso de publicación de la NSCA para la protección de las aguas continentales superficiales de la cuenca del Río Valdivia, la cual busca proteger el patrimonio ambiental que presenta características únicas o escasas dentro del territorio nacional. Dicha NSCA contiene clases de estado de calidad de las aguas, proponiendo el monitoreo de los siguientes indicadores que también se encuentran propuestos en el presente estudio:

- pH.
- Oxígeno disuelto.
- Conductividad eléctrica.
- Sulfatos
- Cloruros.
- DBO.
- Nitrato y nitrito.
- Fósforo.

Por otro lado, en la NCh 1.333 se presentan los requisitos para aguas destinadas a vida acuática, añadiendo a la lista de indicadores los siguientes:

- Transparencia.
- Temperatura.
- Sólidos suspendidos.
- Hidrocarburos.

Cantidad de agua

La variable que describe correctamente el régimen hidrológico del Río Cruces es el caudal. Solo 8 km hacia aguas arriba del tramo de interés se encuentra la estación fluviométrica DGA “Río Cruces en Rucaco” que reporta caudales diarios desde 1979. En esos 8 km no existe ningún afluente importante al río por lo que el registro de caudales es representativo para el humedal de interés.

Con esta data es posible caracterizar el régimen hidrológico en un amplio rango de condiciones. Se debe buscar definir la magnitud, duración, frecuencia y temporalidad. Esto será especialmente útil para programar la fase constructiva, por ejemplo. Se recomienda considerar los siguientes indicadores:

- Magnitud media mensual del caudal.
- Magnitud y duración de los caudales extremos anuales: Se recomienda calcular los caudales máximos y mínimos asociadas a ciertas duraciones (e.g. 1, 3, 7, 30 o 90 días) para esto se sugiere construir las conocidas curvas de duración.
- Tiempo de ocurrencia de las condiciones extremas anuales: Se sugiere registrar las fechas en que ocurren los caudales extremos (máximos y mínimos) durante un año determinado.

Además, interesa conocer otras variables hidráulicas que podrán verse alteradas por la construcción de la obra. Esto, ya que el caudal podrá mantenerse, pero es posible que cambien variables como la velocidad del flujo, la altura de agua y el área inundable. Para esto recomienda contar con un modelo hidráulico capaz de relacionar directamente el caudal con estas variables en los diferentes escenarios del proyecto, es decir, previo, durante y posterior a la construcción.

Suelo

La caracterización del humedal de interés debe incluir la definición del tipo de suelo que se presenta en las áreas aledañas al humedal. Para este fin, la guía de delimitación y caracterización de humedales urbanos de Chile (MMA, 2022) sugiere la identificación de aquellas zonas que contemplen suelo hídrico.

Calidad de suelo

Los indicadores asociados a calidad del suelo pueden definir cuando se está en presencia de suelo hídrico. Frente a lo anterior, es importante mencionar que el suelo es uno de los OP que se verá afectado en gran medida por la ejecución de las obras dado que requiere de intervención para generar tránsito de maquinaria pesada, uso de material agregado a fin de construir terraplenes para el segundo acceso a San José de La Mariquina y ejecución de compactación. A continuación, se listan aquellos indicadores que definen la calidad del suelo y ayudan a determinar si se está frente a suelo hídrico o no:

- Horizontes del perfil del suelo.
- Potencial óxido reducción.
- Densidad aparente.
- Granulometría.

Flora y vegetación

Según lo indicado en la sección de caracterización de la biota respecto a flora y vegetación, el área de estudio se caracteriza por la dominancia de áreas de praderas agrícolas y la presencia de algunos parches de vegetación arbórea constituidos principalmente por especies exóticas. Según la información secundaria utilizada, no se registran ecosistemas relevantes, como especies en alguna categoría de conservación, o endémicas, en zonas ribereñas o dentro del humedal en el área del

proyecto y/o obra. Sin embargo, dado que el proyecto incorpora intervenciones en su ribera norte con obras de enrocado, y en la ribera sur terraplenes en la planicie de inundación, entre otras obras alrededor y en el humedal, no se descarta la consideración de indicadores asociados a flora y vegetación. Es relevante conocer el estado actual de la flora y vegetación, así como su comportamiento durante la fase de construcción, y fase de operación.

Estructura de la vegetación ribereña

Se sugiere considerar los siguientes indicadores para este AEC:

- Vegetación funcional en la franja ribereña. Para este indicador se utilizan múltiples unidades de medición, ya que es un indicador funcional. Sin embargo, se puede materializar a través de muestreos basados en registro de especies y la cobertura vegetal de cada una de ellas –en el caso que sean plantas menores como hierbas o helechos– según un área de muestreo definida, o a través de la caracterización de estructura y composición del bosque ribereño (distribución vertical de las especies, edad de los árboles, densidad del dosel y otros).
- Extensión lineal de la franja ribereña. Para este indicador se utilizan la longitud o extensión (km o m) de la vegetación en torno al humedal.

Flora hidrófila

Se sugiere considerar los siguientes indicadores para este AEC:

- Riqueza específica.
- Abundancia total y específica.
- Proporción o % de especies nativas/introducidas.
- Presencia de especies en categoría de conservación.
- Presencia de formaciones vegetales frágiles o escasas.
- Índice De Braun-Blanquet.

Fauna

Peces

Dado que la comunidad de peces está compuesta por 12 especies, 7 de ellas nativas y 5 en alguna categoría de conservación, se propone considerar los indicadores de:

- Riqueza específica.
- Abundancia total y específica.
- Presencia de especies de peces en categoría de conservación.
- Evidencia de reclutamiento.

Aves

El área de la obra se encuentra aguas arriba del santuario de la naturaleza Río Cruces, que considera dentro de sus objetos de protección el cisne de cuello negro y otras aves nativas. Adicionalmente, según información secundaria de áreas cercanas al área de la obra, se pueden registrar 76 especies de aves, de las cuales 70 son nativas. Por lo anterior, se propone considerar los indicadores de:

- Riqueza específica.
- Abundancia total y específica.
- Presencia de aves en categorías de conservación.
- Presencia de áreas de nidificación.
- Presencia de áreas de descanso de aves migratorias.

Anfibios y reptiles

Si bien, los ecosistemas presentes en el área de la obra se reconocen como áreas de pradera y áreas boscosas dominadas por especies introducidas, se puede describir la presencia de 8 especies de anfibios en el área de estudio, de las cuales 3 especies se catalogan en categoría Casi Amenazada, una en categoría vulnerable, y una en categoría En Peligro. Por lo anterior, se propone considerar los indicadores de:

- Riqueza específica.
- Abundancia relativa.
- Presencia de especies de anfibios y reptiles en categoría de conservación.
- Evidencia de reclutamiento.

Mamíferos

Según la descripción de la comunidad de mamíferos terrestres y acuáticos, estaría compuesta por 10 especies de las cuales 6 son nativas, y una de ellas se encuentra en categoría de conservación En Peligro. Por lo anterior se propone considerar los indicadores de:

- Riqueza específica.
- Abundancia total y específica.
- Presencia de especies de mamíferos en categoría de conservación.
- Evidencia de reproducción o crianza.

Ecosistema

Conectividad hidrogeomorfológica

Es importante considerar indicadores a fin de caracterizar las condiciones iniciales del humedal de interés, en este caso el Río Cruces, identificando características propias del lecho del río. En ese sentido, también se debe tener presente las modificaciones que sufrirá el cauce, ya sean temporales debido a las islas generadas para efectuar los trabajos o permanentes como es el caso de la instalación de los pilotes y cepas del puente. A continuación, son listados los indicadores que permitirán caracterizar a profundidad las condiciones del Río Cruces:

- Conectividad longitudinal.
- Conectividad lateral.
- Patrón del canal.
- Sección transversal.
- Sustrato del lecho.

Conectividad del paisaje

El Río Cruces presenta una variada biodiversidad tanto en su cauce como en sus zonas aledañas. Dentro de las especies vegetaciones se encuentran nativas y en cuanto a especies de fauna, 5 de las especies identificadas se encuentran en algún estado de conservación, identificando el huillín En Peligro. En este ámbito es de suma importancia el grado de conectividad del paisaje, definiendo aquellos sectores en los cuales hace uso para su distribución la fauna y flora presente. Los indicadores que definen estas características del paisaje son:

- Tamaño de los parches del hábitat.
- Forma de los parches.
- Presencia de corredores biológicos.

Segmentación y clasificación de la fluvial para efectos del literal s)

Esta sección seguirá el desarrollo de las siguientes actividades:

- Aplicar los pasos del Instructivo de Segmentación y Clasificación (**Volumen I, Anexo 4**) en la red fluvial del Río Cruces, específicamente, la **porción acotada de la red fluvial** en dónde se encuentra ubicada la obra.
- Medir las variables geomorfológicas para **definir segmentos** y clasificarlos.
- Aplicar flujo de decisiones del Instructivo para **identificar el o los tramos de interés**.

El esquema a continuación explica la secuencia de pasos para definir la extensión de interés de la red fluvial, segmentarla y luego seleccionar el o los segmento(s) que componen el **tramo homogéneo de interés** interactúa con la obra y con el límite urbano para efectos del literal s) (**Figura C7. 49**).

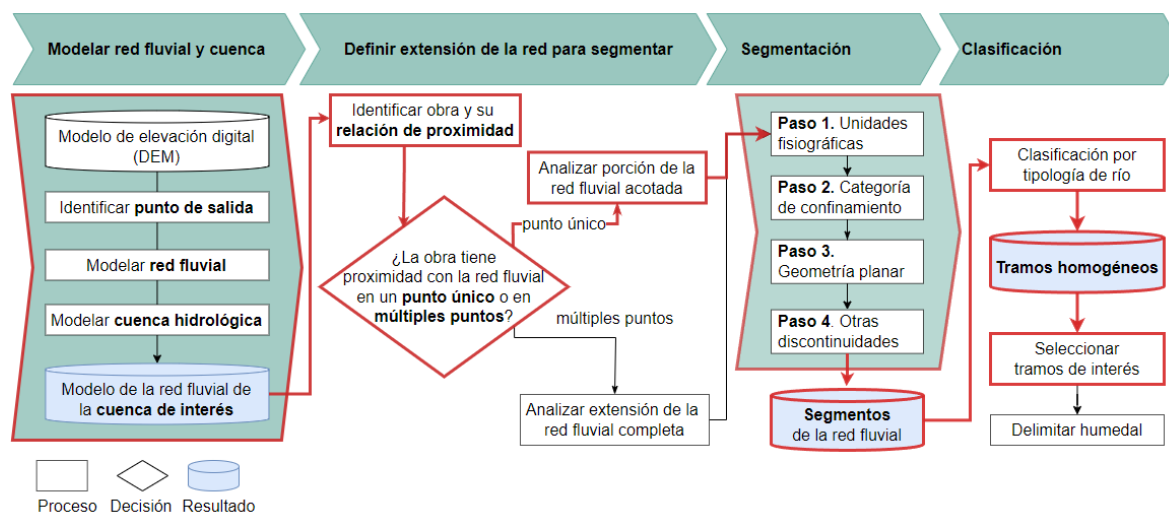


Figura C7. 49. Diagrama de pasos para seleccionar el o los segmento(s) en torno a los cuales hay que delimitar el humedal. Esta segmentación se propone como paso previo a la aplicación de la Guía de Delimitación de Humedales (MMA-ONU, 2023). Fuente: Elaboración propia

Identificación del humedal de interés

El Río Cruces forma parte de un complejo sistema de ríos y humedales en la cuenca del Río Valdivia. La obra que interactúa con el Río Cruces se ubica en una zona puntual. Presenta una relación de proximidad con **dos polígonos de humedales** que se encuentran clasificados en el Inventario Nacional de Humedales: se encuentra “dentro” de un humedal y “aguas arriba” de otro humedal. La **Tabla C7. 36** presenta la información de cada uno de estos polígonos según el Inventario Nacional.

Tabla C7. 36. Descripción de los polígonos próximos a la obra tipo puente, según el Inventario Nacional de Humedales.

	Polígono 1	Polígono 2
Relación de proximidad	“Dentro”	“Aguas arriba”
Código	HUR-14-60-P14	HUR-14-60-P22
Dirección del río	E → O	NE → SO
Nombre humedal	Sist. de Ríos Valdivianos- Ríos Cruces, Calle- Calle y Trib. (incluye río Cau Cau)	Sist. de Ríos Valdivianos- Ríos Cruces, Calle- Calle y Trib. (incluye río Cau Cau)
Clasificación	Orden 1: Continentales Orden 2: Ribereños Orden 3: Permanentes Orden 4: Río Orden 5: Río	Orden 1: Continentales Orden 2: Ribereños Orden 3: Permanentes Orden 4: Río Orden 5: Río
Hectáreas	346,53	1950,17
Hectáreas Límite Urbano	4,26	Nulo

La ubicación geográfica de estos humedales se muestra en la **Figura C7. 50**.

Considerando que ambos polígonos son humedales tipo río, siguen la ruta de decisiones destacada con rojo en la **Figura C7. 51** como estrategia para permitir realizar el Análisis de Susceptibilidad.

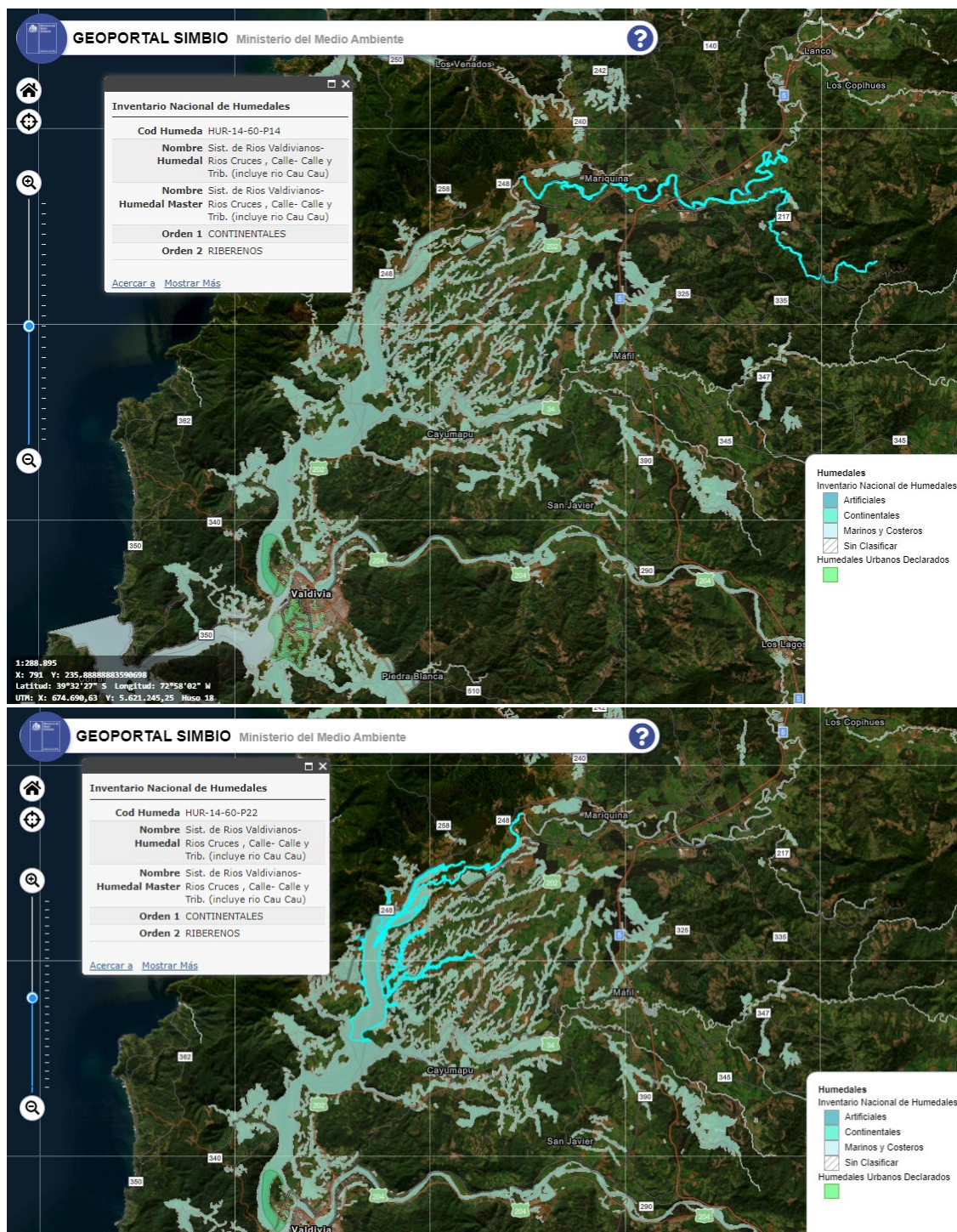


Figura C7. 50. Mapa del Inventario Nacional de Humedales señalando los dos polígonos que interactúan con la obra. Estos polígonos corresponden a un “Humedal Master” con código HUR-14-60 de nombre “Sist. de Ríos Valdivianos- Ríos Cruces, Calle- Calle y Trib. (incluye Río Cau Cau)”. Los polígonos tienen los códigos HUR-14-60-P14 (cuadro superior) y HUR-14-60-P-22 (cuadro inferior). Fuente: Geoportal Simbio.

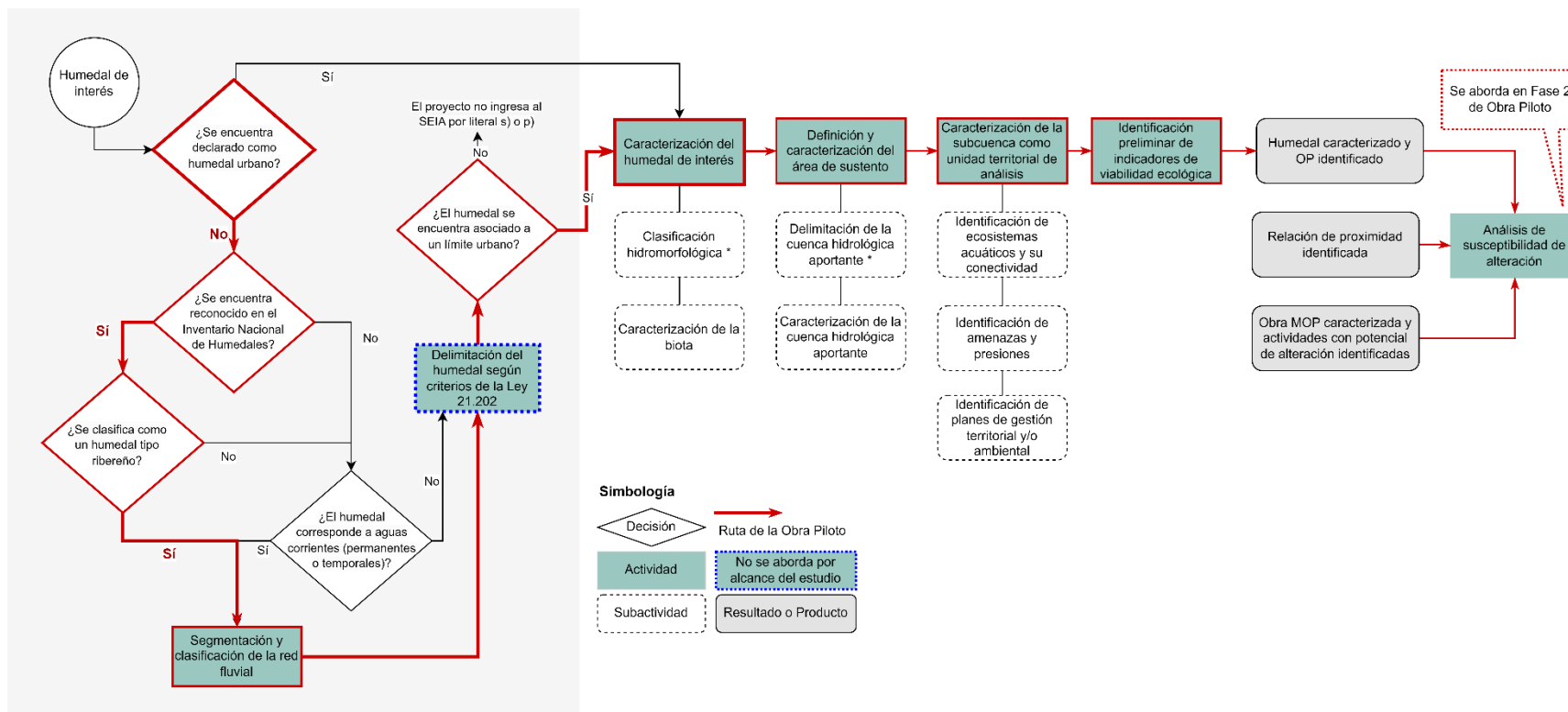


Figura C7. 51. Estrategia para caracterizar el o los humedales de interés, su área de sustento y subcuencas. Para el caso de los dos polígonos potencialmente afectados por la obra “Puente Segundo Acceso a San José de la Mariquina” están clasificados como “ribereño” por lo cual se propone la aplicación del Instructivo de Segmentación y Clasificación. Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo al esquema de la estrategia, la ruta de toma de decisiones y la resolución final para cada humedal se presenta en la **Tabla C7. 37**.

Tabla C7. 37. Decisiones para discernir qué polígono requiere Análisis de Susceptibilidad. Fuente: Elaboración propia.

	Polígono 1	Polígono 2
Relación de proximidad de la obra	"Dentro"	"Aguas arriba"
Código	HUR-14-60-P14	HUR-14-60-P22
¿Está declarado como humedal urbano?	No	No
¿Está reconocido en el Inventario Nacional de humedales?	Sí	Sí
¿Se clasifica como un humedal tipo ribereño?	Sí	Sí
¿Se encuentra asociado a un límite urbano	Sí	No
Resolución	Debe realizar análisis de susceptibilidad de ingreso al SEIA	No debe ingresar al SEIA.

Modelar red fluvial

De acuerdo al Instructivo de Segmentación, el **punto de salida** para definir la cuenca hidrológica y la red fluvial se determinará como el punto de **confluencia con otro curso de agua de igual o mayor orden hidrológico** (Orden de Horton-Strahler). El Río Cruces es un río de orden hidrológico 5 hasta que se transforma en un extenso humedal conocido como Humedal Río Cruces. El humedal tiene una funcionalidad estructuralmente diferente a la del sistema fluvial, por lo que la confluencia se define como el punto de salida del río (**Figura C7. 52**). Esta **confluencia de interés** se usa como base para aplicar el primer paso de la segmentación: la identificación de unidades fisiográficas en base al clima, la geología y la cobertura de suelo.

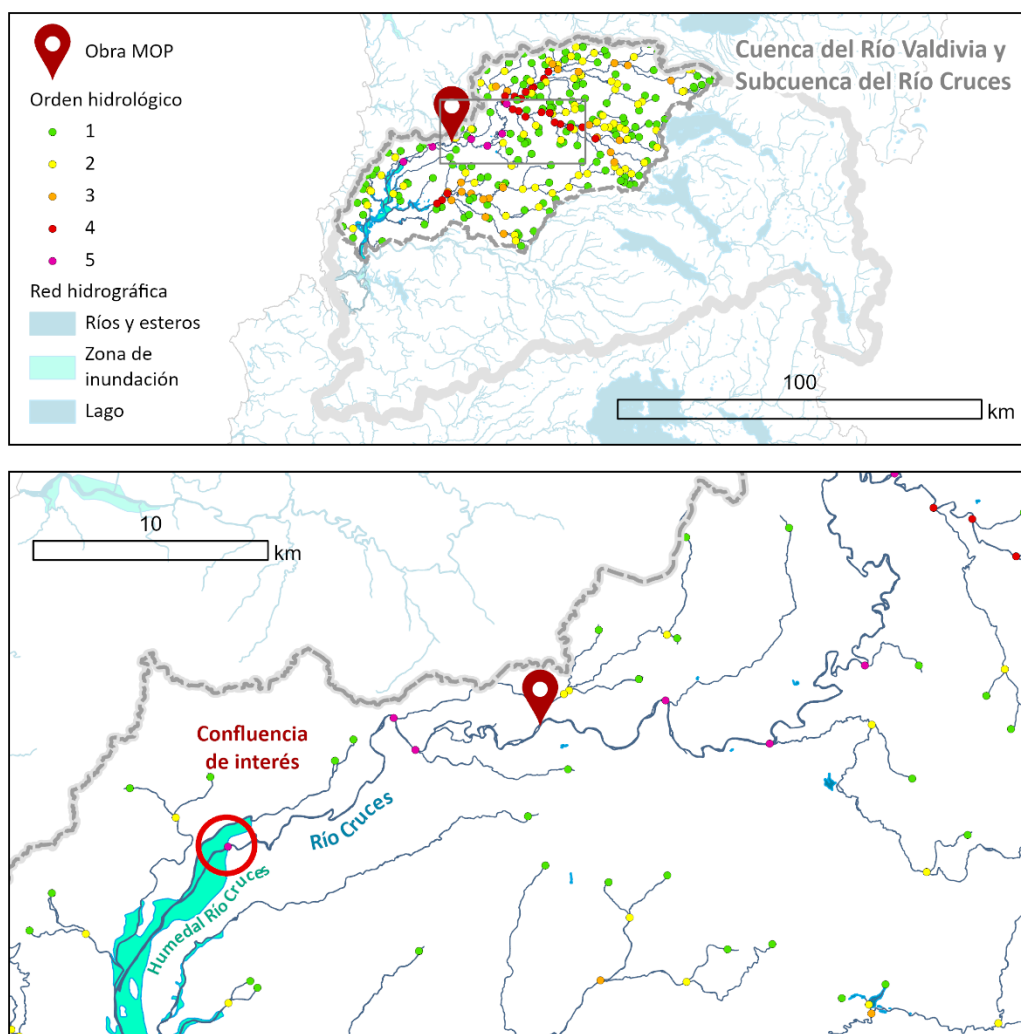


Figura C7. 52. Identificación del orden hidrológico del curso de agua de interés (Río Cruces) y la confluencia con otros cursos de agua de igual o mayor orden. En el caso del Río Cruces, se presenta un cambio desde un sistema fluvial a un sistema de humedal, el cual tiene una función y estructura hidrogeomorfológica diferente. Fuente: Elaboración propia.

Definir la extensión de la red para segmentar y clasificar

En este caso la relación de proximidad de la obra tipo puente es **dentro** del humedal y también y **aguas arriba** de un humedal (**Figura C7. 53**).

Dado que la obra intersecta la red fluvial en un punto único, se puede definir una **extensión acotada de la red** para aplicar el procedimiento de segmentar y clasificar (**Figura C7. 49**). El primer paso es identificar las **confluencias con tributarios** importantes para enfocar el esfuerzo en una extensión acotada de la red. Esta extensión de río será analizada con los procedimientos de segmentación y clasificación para obtener finalmente un **tramo de interés** de río que sirva de base para la posterior delimitación del área del humedal.

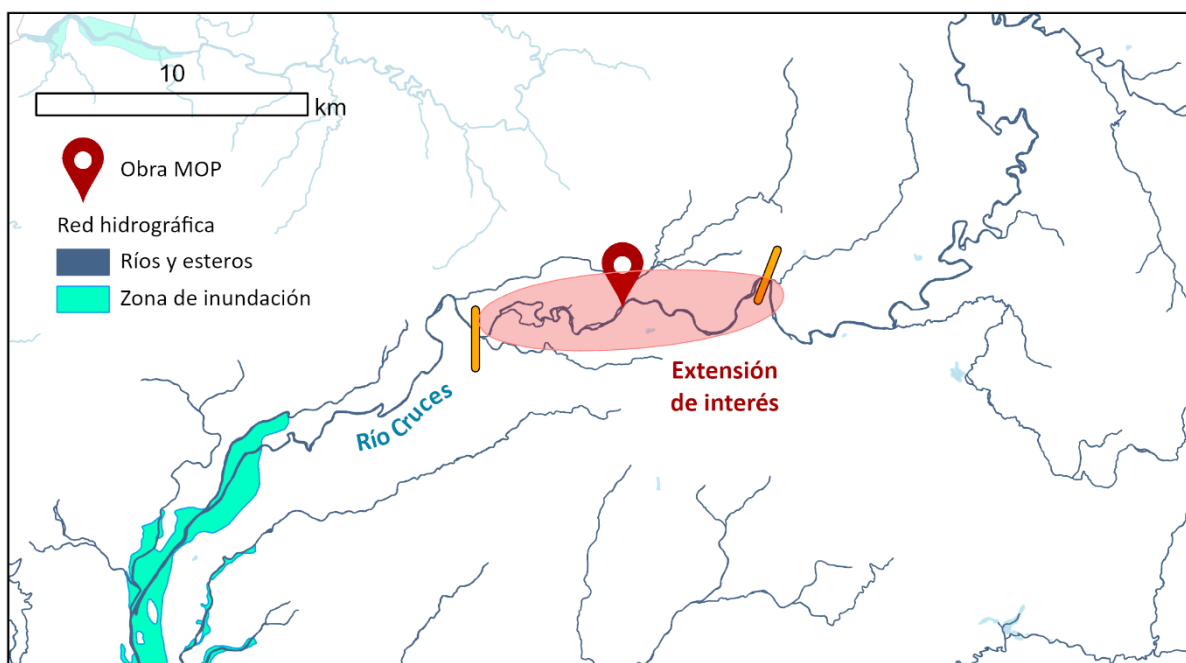


Figura C7. 53. Extensión de interés de la red fluvial en función de la relación de proximidad de la obra con respecto al humedal (río) y las confluencias principales aguas arriba y aguas abajo. Fuente: Elaboración propia.

Segmentación

La **extensión acotada de la red** definida en la etapa anterior, se somete a una serie de pasos que van generando más divisiones en la red, hasta obtener un número final de **segmentos** que poseen determinadas **variables geomorfológicas**.

Paso 1: Contexto general e identificación de unidades fisiográficas.

La segmentación de la extensión de interés considera como base la división según las **confluencias** de tributarios. Este criterio permite enfocar el esfuerzo de segmentación y clasificación en base a la división por confluencias principales.

Luego se establece una serie de divisiones consecutivas en base a las **unidades fisiográficas** o variables “macro” del territorio: clima, geología y cobertura de suelo. A continuación se presentan las divisiones adicionales generadas con las fuentes de información geográfica oficial para Chile.

Régimen climático (Categorías de Köppen):

- **Río Cruces:** Es una cuenca de tamaño mediano, cubre aproximadamente 1/3 de la cuenca del Río Valdivia. Se encuentra bajo un régimen climático templado lluvioso con leve sequedad estival en una transición hacia un clima similar con mayor influencia costera. Para la sección de río que se está estudiando se encuentra completamente dentro de una categoría de clima, excepto por una pequeña sección aguas arriba. Esto genera **1 corte** en la red hidrológica inicial como se indica en la **Figura C7. 54**.
- **Resultado:** 2 segmentos en base al régimen climático.



Figura C7. 54. División de la red fluvial en base al régimen climático. Se utilizan las categorías climáticas de Köppen. Se indican un único corte en base a esta información. Fuente: Elaboración propia.

Litología dominante (Mapa Geológico 1:1.000.000, SERNAGEOMIN):

- **Río Cruces:** En la zona de interés, el río transita por depósitos aluviales, coluviales y de remoción en masa. El entorno cercano, está compuesto por depósitos morrénicos, fluvioglaciales y glaciolacustres. En este caso, las formaciones geológicas coinciden con la segmentación previa por lo que **no hay nuevas divisiones (Figura C7. 55)**.
- **Resultado:** 2 segmentos

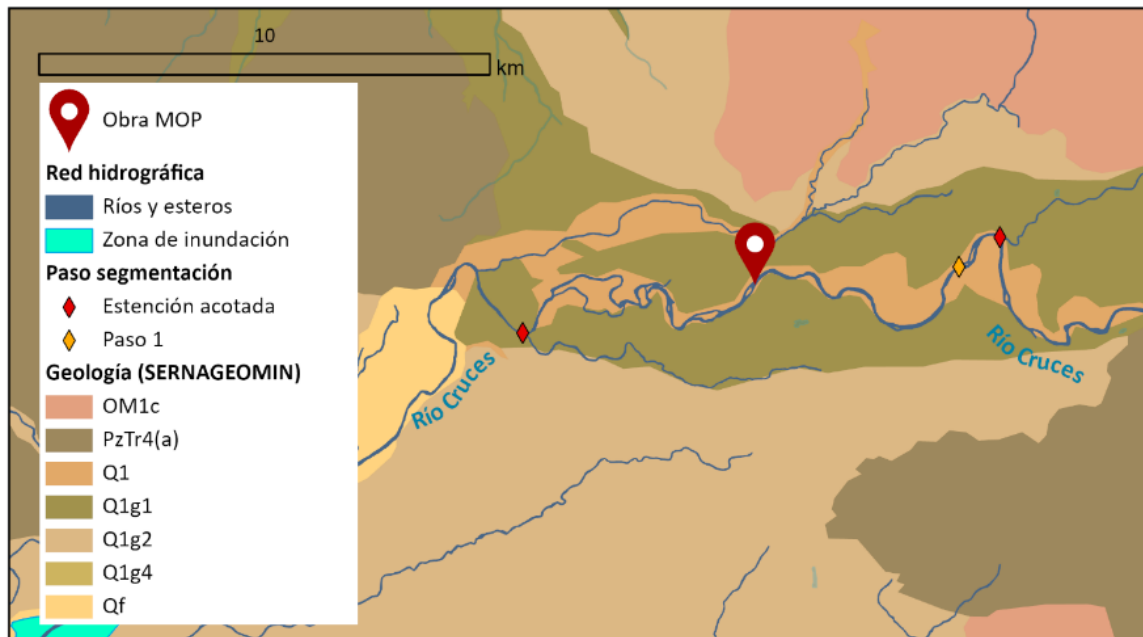


Figura C7. 55. División de la red fluvial en base a las series geológicas presentes en la zona. No se observan divisiones adicionales. Fuente: Elaboración propia.

Uso de suelo (CONAF e imagen satelital):

- **Río Cruces:** El mosaico de cobertura de suelo es mixto, con parches agrícolas, praderas y bosque nativo. Para decidir la segmentación, observamos el tipo de cobertura que bordea el río y la zona adyacente. También se complementa con la observación de imágenes satelitales históricas en Google Earth Pro. Se realizan **3 divisiones** nuevas (**Figura C7. 56**).
- **Resultado:** 5 segmentos.

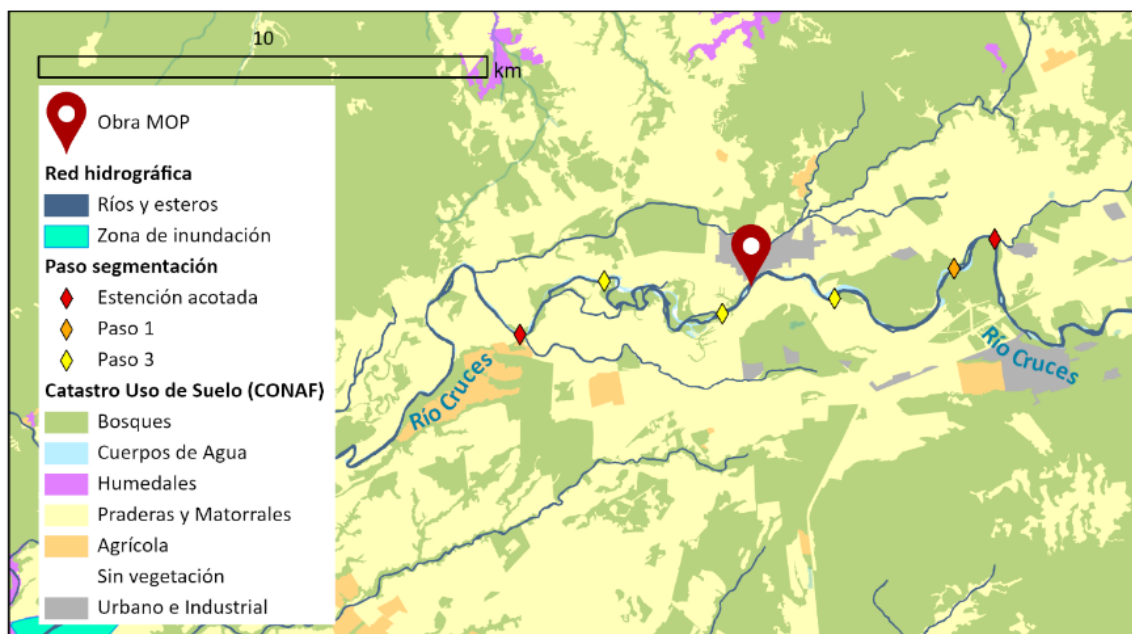


Figura C7. 56. División de la red fluvial en base a la cobertura de suelo. Se utilizó la información de Catastro de Uso de Suelo y Vegetación de CONAF. Se realizan tres cortes adicionales en la red. Fuente: Elaboración propia.

Perfil longitudinal (DEM, Google Earth Pro): **Río Cruces:** Los 5 segmentos definidos hasta aquí presentan una pendiente relativamente constante. Se revisaron los perfiles longitudinales para buscar cambios abruptos de pendiente promedio (**Figura C7. 57, Figura C7. 58, Figura C7. 59, Figura C7. 60, Figura C7. 61**)

- Se determinó que no es necesario realizar más divisiones ya que, a pesar de variaciones locales, la pendiente de cada segmento es relativamente constante.
- **Resultados:** 5 segmentos.



Figura C7. 57. Perfil longitudinal de elevación del segmento 1. Fuente: Elaboración propia (digitalización) y Google Earth (imagen satelital).

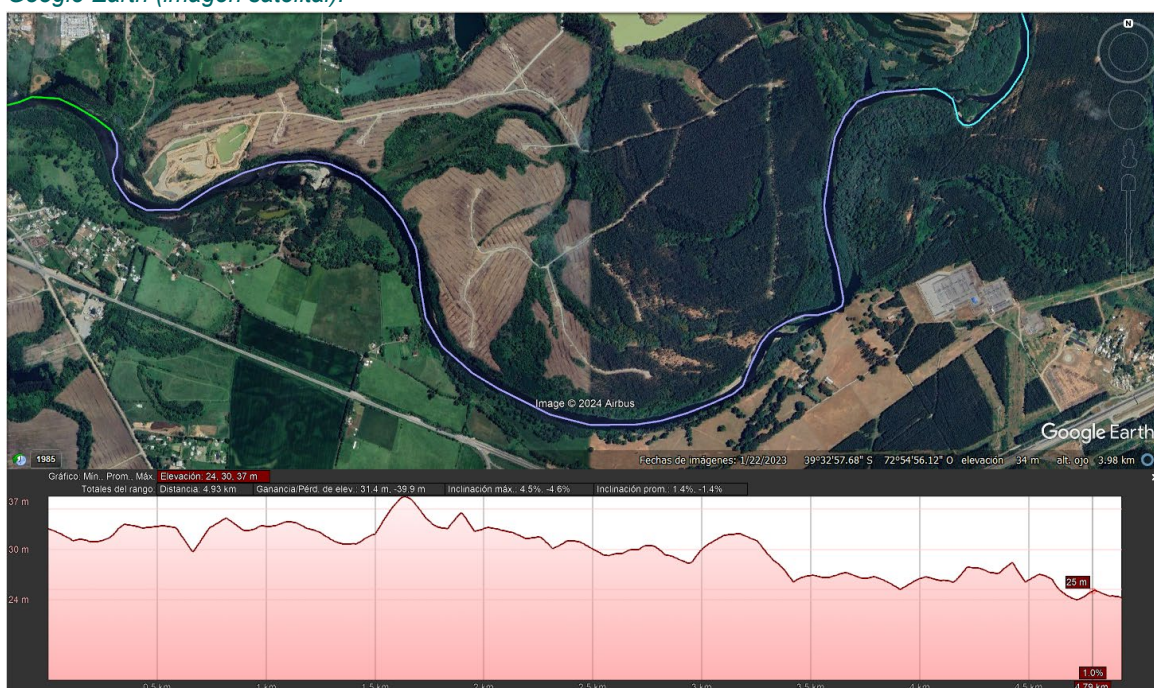


Figura C7. 58. Perfil longitudinal de elevación del segmento 2. Fuente: Elaboración propia (digitalización) y Google Earth (imagen satelital).



Figura C7. 59. Perfil longitudinal de elevación del segmento 3. Fuente: Elaboración propia (digitalización) y Google Earth (imagen satelital).

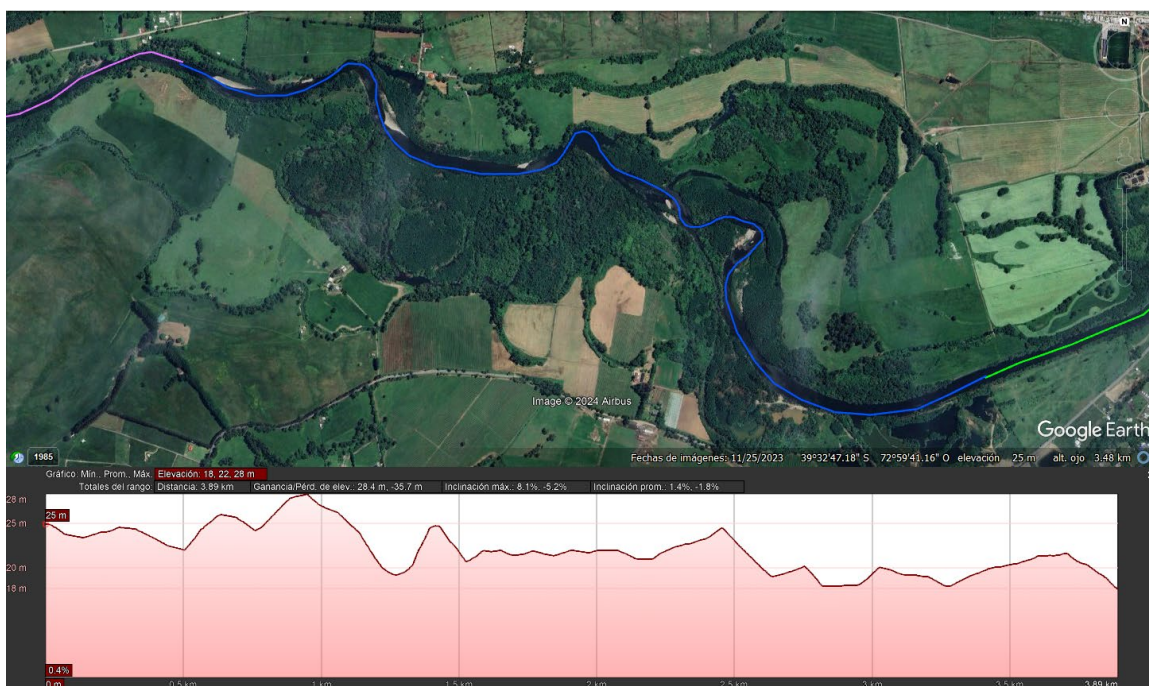


Figura C7. 60. Perfil longitudinal de elevación del segmento 4. Fuente: Elaboración propia (digitalización) y Google Earth (imagen satelital).

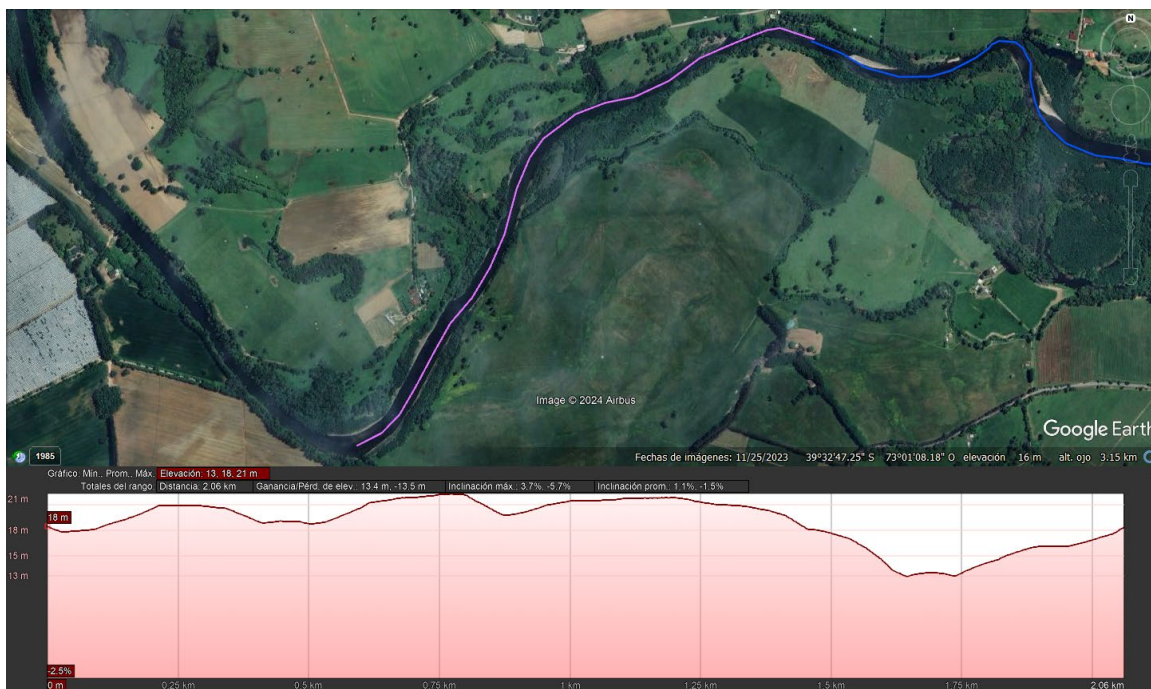


Figura C7. 61. Perfil longitudinal de elevación del segmento 5. Fuente: Elaboración propia (digitalización) y Google Earth (imagen satelital).

Paso 2: Definición del grado de confinamiento.

Para este paso se requiere un análisis de los segmentos utilizando Google Earth Pro. Los segmentos de interés se digitalizan manualmente utilizando la imagen satelital, para corregir posibles diferencias con la base de datos original y lograr mediciones fieles a la realidad. La digitalización recorre el cauce principal por la línea de la vaguada. En la **Figura C7. 62** se muestran estos 5 segmentos digitalizados.

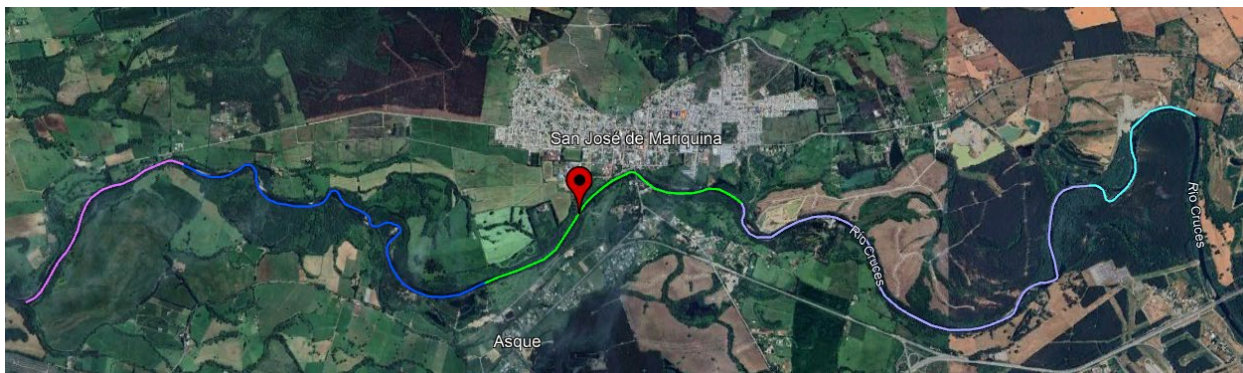


Figura C7. 62. Segmentos definidos en la extensión acotada de la red fluvial que serán analizados. El punto indicado es la ubicación de la obra MOP. Fuente: Elaboración propia (digitalización) y Google Earth (imagen satelital).

A lo largo de estos segmentos se establece una serie de secciones transversales (o transectas) de manera perpendicular a la dirección promedio del cauce (**Figura C7. 63**). Se ubican las secciones de forma que permita obtener un valor representativo del segmento. La longitud de los segmentos varía entre 1690 y 4927 metros y las secciones están separadas por una distancia promedio de 200 metros.

Para cada sección, se estudia el perfil de elevación junto para medir el **ancho de la planicie de inundación** y **ancho del cauce activo**. Luego se calcula un promedio para el segmento completo.

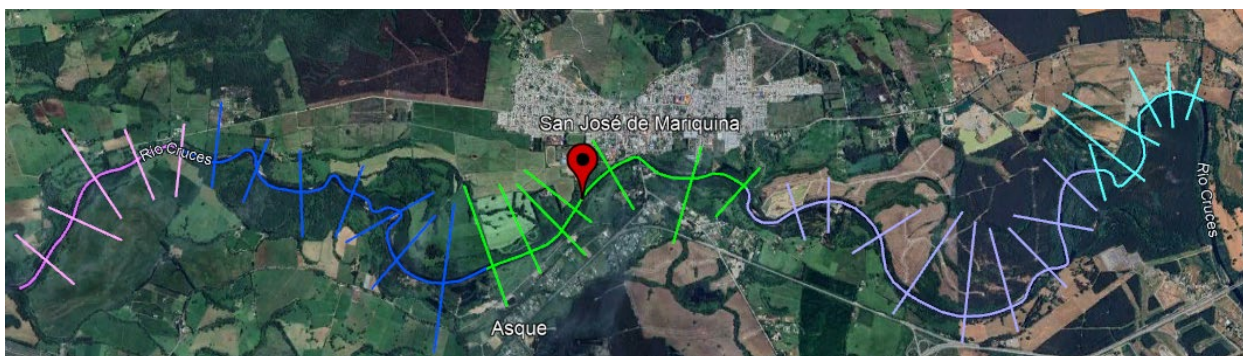


Figura C7. 63. Secciones transversales sobre los segmentos de estudio. El punto indicado es la ubicación de la obra MOP. Fuente: Elaboración propia (digitalización) y Google Earth (imagen satelital).

La **Tabla C7. 38** muestra las mediciones de las secciones transversales de cada segmento. Para cada sección se midieron las variables de ancho de planicie de inundación (VFW, valley floor width en inglés) y el ancho del cauce lleno (CBW: channel bankfull width).

Tabla C7. 38. Mediciones de las secciones transversales de cada segmento. *T: nombre de la transecta. VFW: ancho de la planicie de inundación. CBW: ancho de cauce lleno.*

Segmento S1			Segmento S2			Segmento S3			Segmento S4			Segmento S5		
T	VFW	CBW	T	VFW	CBW	T	VFW	CBW	T	VFW	CBW	T	VFW	CBW
S1_T1	88	24	S2_T1	108	41	S3_T1	190	77	S4_T1	422	129	S4_T1	109	31
S1_T2	164	41	S2_T2	81	44	S3_T2	90	53	S4_T2	165	90	S4_T2	87	45
S1_T3	153	44	S2_T3	85	107	S3_T3	71	59	S4_T3	328	43	S4_T3	71	49
S1_T4	161	35	S2_T4	78	52	S3_T4	104	51	S4_T4	209	81	S4_T4	71	43
S1_T5	168	53	S2_T5	103	68	S3_T5	74	53	S4_T5	133	49	S4_T5	118	49
S1_T6	214	40	S2_T6	76	57	S3_T6	99	50	S4_T6	339	29	S4_T6		
			S2_T7	91	52	S3_T7	100	58	S4_T7	125	31	S4_T7		
			S2_T8	262	154									
			S2_T9	268	54									
Promedios	158	40		128	70		104	57		246	65		91	43

La siguiente tabla resume los valores promedios de las variables medidas en este paso (**Tabla C7. 39**).

Tabla C7. 39. Promedios de ancho de planicie de inundación y cauce lleno. Luego, las dos medidas de confinamiento: el índice de confinamiento (una proporción) y el grado de confinamiento (un porcentaje). *Elaboración: Fuente propia.*

	Ancho de la planicie de inundación	Ancho del cauce lleno	Índice de confinamiento	Grado de confinamiento
Segmento S1	157.9	39.6	4.0	0%
Segmento S2	127.9	69.9	1.8	0%
Segmento S3	104.0	57.3	1.8	0%
Segmento S4	245.9	64.6	3.8	0%
Segmento S5	91.1	43.4	2.1	0%

Paso 3: Definición de la geometría planar.

Para identificar la geometría planar del canal entre las categorías presentadas en el **Instructivo**, es necesario calcular algunas variables (**Tabla C7. 40**) intermedias como la longitud del cauce a lo largo de la vaguada (Ver Glosario, **Volumen I, Anexo 2**) y la dirección general del cauce. Estas variables se utilizan para calcular el índice de sinuosidad, índice de trenzado, índice de anastomosamiento (**Tabla C7. 41**). Los índices mencionados se contrastan con los rangos y criterios establecidos en la **Tabla 2 del Instructivo** para entonces definir el tipo de geometría planar de entre aquellas en la **Figura 7 del Instructivo**.

Tabla C7. 40. Valores de variables de cada segmento: longitud, pendiente y número de canales.

Segmento	Longitud	Pendiente	Número de canales
S1	1690	0.24 %	1
S2	4927	0.18 %	1
S3	2829	0.00 %	1
S4	3894	0.15 %	1
S5	2060	0.00 %	1

Tabla C7. 41. Valor de los índices calculados para cada segmento en este paso. Estos índices permiten identificar el tipo de geometría planar

Segmento	Índice de sinuosidad	Índice de trenzado	Índice de anastomosamiento	Geometría planar
S1	1.50	1	1	Meandriforme
S2	1.55	1	1	Meandriforme
S3	1.17	1	1	Sinuoso
S4	1.32	1	1	Trenzado
S5	1.03	1	1	Recto

Paso 4: Otras discontinuidades y división final de segmentos.

Para considerar las discontinuidades naturales y artificiales se revisaron imágenes satelitales desde el año 2005 usando la función de línea temporal de Google Earth Pro para observar cambios.

Se observaron cambios en el avance de urbanización de la ciudad, también la construcción de defensas fluviales y puentes. Nos planteamos la siguiente pregunta para cada caso de discontinuidad o intervención en el río:

- ¿Esta discontinuidad cambia el tipo de geometría planar definida en el Paso 3?
 - No: Mantener la división final del paso 3.
 - Si: Sub dividir los segmentos con discontinuidades.

Tabla C7. 42. *Tipos de discontinuidades naturales que pueden indicar una sub división adicional en el Paso 4.*

Tipo de discontinuidad hidrológica	¿Aplica en el caso del Río Cruces?
Ingreso de tributarios	Considerado en paso inicial
Aluviones, derrumbes causados por procesos coluviales	No hay
Abanicos o conos aluviales causados por procesos aluviales	No hay
Cascadas	No hay
Represamientos naturales	No hay
Cambios abruptos de pendiente en el perfil longitudinal	Considerado en paso anterior
Cambios en el ancho del valle, planicie de inundación y/o canal	Considerado en paso anterior

Tabla C7. 43. *Tipos de discontinuidades artificiales que pueden indicar una sub división adicional en el Paso 4.*

Tipo de discontinuidad hidrológica	¿Aplica en el caso del Río Cruces?
Efluentes industriales.	Considerado en paso anterior
Estructuras de atraveso, puentes, terraplén	Existen puentes, pero no cambian la geometría planar
Desvíos y extracción de caudal.	No hay
Canalizaciones, protección de orillas, compuertas.	Existen defensas fluviales, pero no ha cambiado la geometría planar
Alteración en disponibilidad y distribución de sedimentos (extracción de áridos)	Existen defensas fluviales que han alterado la provisión de sedimentos (protección de erosión).
Intervenciones preexistentes en la cuenca con impactos acumulativos y sinérgicos	Extracción de áridos, zonas protegidas, efluentes industriales.

Clasificación

Con las categorías obtenidas en el proceso de segmentación se determinan los tipos de río.

Tipología de río

El proceso de segmentación genera valores de variables geomorfológicas para cada unidad (segmento). La **Tabla C7. 44** presenta los valores de los segmentos seleccionados.

Tabla C7. 44. Caracterización geomorfológica de los segmentos identificados en el caso del Río Cruces la extensión de la red fluvial de interés y su clasificación resultante en tramos homogéneos. Fuente: Elaboración propia

Segmentos		S1	S2	S3	S4	S5
Paso 2	Ancho planicie inundación (m)	158	128	104	246	91
	Ancho cauce lleno (m)	40	70	57	65	43
	Grado de confinamiento	4	2	2	4	2
	Índice de confinamiento	0	0	0	0	0
	Clase confinamiento	No confinado	No confinado	No confinado	No confinado	No confinado
Paso 3	Longitud segmento (m)	1690	4927	2829	3894	2060
	Longitud valle (m)	1128	3183	2425	2949	1992
	Elevación máxima (msnm)	37	33	24	24	18
	Elevación mínima (msnm)	33	24	24	18	18
	Pendiente (%)	0.24%	0.18%	0.00%	0.15%	0.00%
	Número de canales	1	1	1	1	1
	Sinuosidad	1.50	1.55	1.17	1.32	1.03
	Entrelazamiento	1	1	1	1	1
	Anastomosamiento	1	1	1	1	1
	Geometría planar	meandriforme	meandriforme	sinuoso	trenzado	recto
	Tipología de río	No confinado meandriforme	No confinado meandriforme	No confinado sinuoso	No confinado trenzado	No confinado recto

Tramos homogéneos

En el caso de esta extensión del Río Cruces, los segmentos estudiados (S1, S2, S3, S4, S5) se agrupan en cuatro tramos homogéneos según su tipología:

- Tramo A: No meandriforme (compuesto por S1 y S2).
- Tramo B: No confinado sinuoso (compuesto por S3).
- Tramo C: No confinado trezado (compuesto por S4)
- Tramo D: No confinado recto (compuesto por S5)

Tramo(s) de interés para el literal s)

La elección de el o los tramos homogéneos de interés se realiza en base al resultado de la clasificación fluvial. Los tramos de interés se emplean para determinar si la sección del humedal donde se emplaza el puente, en este caso el Río Cruces, se encuentra asociado al límite urbano de acuerdo al rombo 1 de la **Figura C7. 37**. Para ello se recomienda, además, delimitar dicho segmento de manera de evaluar con detalle si el polígono interseca con el límite urbano de San José de la Mariquina. No obstante, sólo la examinación visual del tramo homogéneo (Tramo B) en donde se emplaza la obra permite verificar que dicho segmento estaría asociado al límite urbano (parcialmente dentro).

De acuerdo a lo indicado en el Instructivo, se aplican dos filtros:

- Tramos homogéneos asociados al **límite urbano**.
- Tramos homogéneos con alguna **relación de proximidad** con la obra MOP.

En el caso del Río Cruces resulta un tramo que cumple con ambos filtros (**Figura C7. 64**):

- Tramo B: que tiene a la obra **dentro**.



Figura C7. 64. Segmentos que componen los tramos homogéneos en términos de geomorfología fluvial. El tramo B es el tramo asociado al límite urbano. Fuente: Elaboración propia.

El caso de la obra piloto tipo puente “Segundo Acceso a San José de la Mariquina” es un ejemplo de cómo la segmentación y clasificación de la red fluvial puede entregar sustento técnico en base a la geomorfología fluvial, que justifique la delimitación aguas arriba y aguas abajo por un río.

Esta propuesta de segmentación puede ser usada como paso previo a la delimitación del área del humedal mediante el uso de la fuente oficial Guía de Delimitación de Humedales Urbanos.

Definición y caracterización del área de sustento

En el caso de los humedales de tipo río, la caracterización del área de sustento se define por la cuenca aportante al humedal. Esta superficie es modelada como parte del proceso de segmentación (**Figura C7. 65**)



Figura C7. 65. Definición de la cuenca aportante al tramo homogéneo de interés resultante del proceso de segmentación y clasificación fluvial. Fuente: Elaboración propia

Según lo descrito anteriormente, el humedal de interés es una sección urbana del Río Cruces, que corresponde a un humedal ribereño. El régimen hidrológico de saturación de la zona ribereña se encuentra dominado por el aporte superficial del mismo río y su área de sustento. En este sentido, el régimen de saturación del humedal de interés proviene principalmente del caudal de la sub-subcuenca aportante de escorrentía superficial, proveniente a su vez de la precipitación captada y regulada por sus ecosistemas terrestres.

La delimitación de una aportante de escorrentía superficial se puede realizar utilizando un Modelo de Elevación Digital (DEM) y el procesamiento automático en algún software de información geográfica. De manera alternativa, es posible utilizar las curvas de nivel para delimitar manualmente la cuenca. En este caso se utilizaron las curvas de nivel del DEM ALOS PALSAR y el límite superior de la subcuenca ya delimitada por DGA

La cuenca aportante a la sección urbana del Río Cruces en San José de la Mariquina tiene una superficie cercana a 180.679 ha. Por otro lado, la subcuenca DGA de Río Cruces tiene un área total de 335.450 ha, es decir, la cuenca aportante al humedal de interés representa el 53,86% de la subcuenca DGA.

En cuanto al uso de suelo, según el Catastro de Uso de Suelo y Recursos Vegetacionales de CONAF (**Figura C7. 66**), se reconocen siete usos en la cuenca aportante: bosques (108.659 ha), terrenos agrícolas (55.007 ha), Praderas y Matorrales (14.922 ha), áreas urbanas e industriales (1.233 ha), cuerpos de agua (642 ha), humedales (187 ha) y áreas sin vegetación (29 ha), con una distribución porcentual de cada uso de suelo de 60,1%; 30,4%; 8,3%; 0,7%; 0,4%; 0,1%; y 0,02% respectivamente. Dentro del uso bosques, domina principalmente el sub-uso bosque nativo con un 60%, seguido por el sub-uso plantaciones forestales con un 38,4%, y con minoría de superficie el sub-uso bosque mixto, con 1,6%.

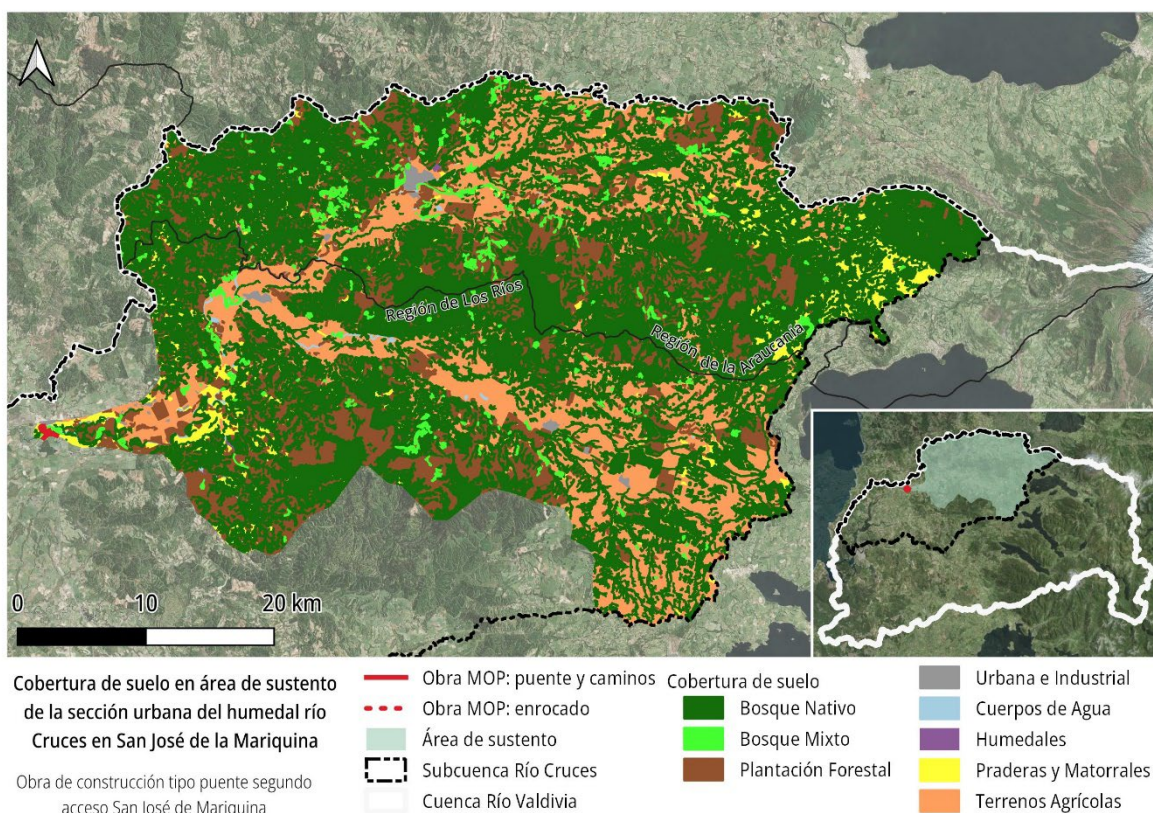


Figura C7. 66. Usos de suelo en el área de sustento de la sección urbana del humedal río Cruces en San José de la Mariquina, subcuenca del Río Cruces. Fuente: Elaboración propia.

Caracterización de la obra

El proyecto busca proporcionar un segundo acceso a la ciudad de San José de La Mariquina, mejorando las condiciones de operación para los flujos de tránsito que ingresan a la ciudad desde el sur por la Ruta 202 (**Figura C7. 67**). Frente a lo anterior se proyecta la construcción de caminos en la Ruta 202, además de un nuevo puente aguas abajo del puente existente.

De acuerdo con lo especificado en la consulta de pertinencia presentada por el titular, el tramo correspondiente a la construcción de la ruta proyectada se asocia con la intervención entre la Ruta 202 existente y el cruce proyectado. Como se puede observar en la **Figura C7. 68** y **Figura C7. 69**, la nueva ruta atraviesa el Río Cruces, instalando en ese sector un puente de 140m de largo. Dado que a la fecha el proyecto se encuentra en proceso de ingreso a SEIA, se asume una ubicación potencial tanto de acopio como de instalación de faenas, sin embargo, estos elementos no tendrán ubicación definitiva hasta la ejecución del proyecto. Cabe mencionar que los elementos mencionados son ubicados de acuerdo con las necesidades de la empresa contratista. Las obras por ejecutarse en la construcción de la ruta y puente se exponen en la **Figura C7. 45**. En la misma tabla se presenta una equivalencia con las obras abordadas en el estudio por etapa del proyecto.

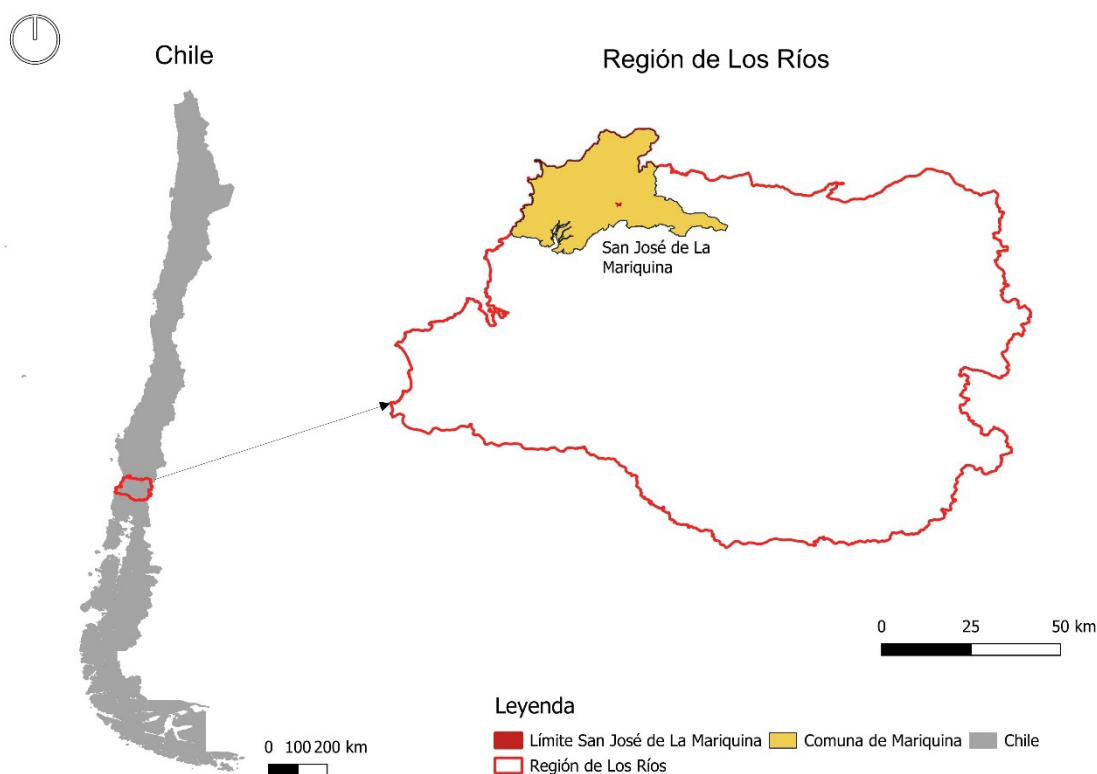
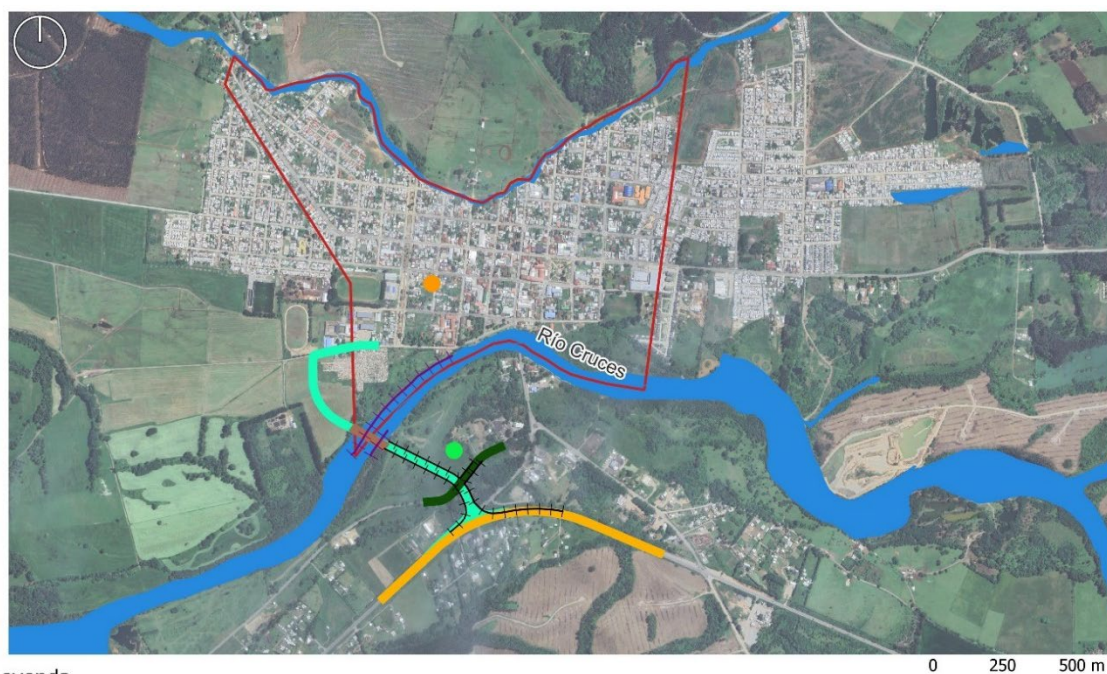


Figura C7. 67. Se presenta en color rojo la localidad de San José de la Mariquina, perteneciente a la comuna de Mariquina. Región de Los Ríos. Fuente: Elaboración propia.

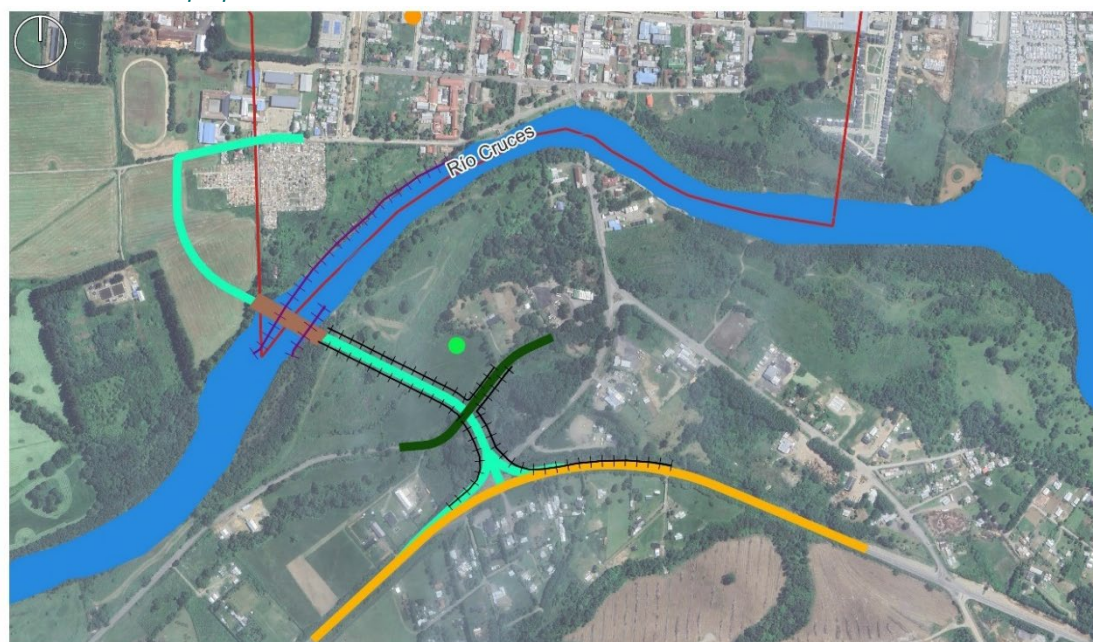


Leyenda

- | | | |
|---|--|---------------------------------------|
| □ Límite urbano San José de La Mariquina | ● Potencial Acopio | +++ Enrocados en terraplén proyectado |
| ■ Puente | ■ Ruta T-282 proyectada | ■ Sistema hídrico |
| — Muro guía proyectado en riberan norte y sur | ■ Ruta T-202 proyectada | |
| ● Potencial instalación de faenas | ■ Segundo acceso San José de La Mariquina proyectado | |

Figura C7. 68. Ubicación de las obras a ejecutar respecto del límite urbano de San José de La Mariquina.

Fuente: Elaboración propia



Leyenda

- | | | |
|---|--|---------------------------------------|
| □ Límite urbano San José de La Mariquina | ● Potencial Acopio | +++ Enrocados en terraplén proyectado |
| ■ Puente | ■ Ruta T-282 proyectada | ■ Sistema hídrico |
| — Muro guía proyectado en riberan norte y sur | ■ Ruta T-202 proyectada | |
| ● Potencial instalación de faenas | ■ Segundo acceso San José de La Mariquina proyectado | |

Figura C7. 69. Detalle de ubicación de las obras a ejecutarse para la construcción del segundo acceso a San José de La Mariquina. Fuente: Elaboración propia.

Tabla C7. 45. Equivalencia entre de obras y procedimientos de trabajo abordados en estudio (Capítulo 3, sección .3.3) e ítems mencionados en consulta de pertinencia. Fuente: Elaboración propia.

Etapas	Ítem Contrato	Obras y procedimientos abarcados en estudio
Instalación empresa constructora y entrega de terrenos	Habilitación de instalación de faenas	Apertura de instalación de faenas
	Transporte de materiales de construcción	Apertura de acopio
	Transporte de material excedente	Apertura de botaderos
	Transporte de material plantas y empréstitos	Apertura de empréstitos
Ejecución obras (ruta)	Implementación de plan de desvíos de tránsito	No aplica
	Despeje y preparación del área de trabajo	Formación y compactación de terraplenes
	Humectación de caminos no pavimentados	No aplica
	Movimientos de tierra / Escarpes	Formación y compactación de terraplenes
	Movimientos de tierra / Excavaciones	Formación y compactación de terraplenes
	Formación y compactación de terraplén	Formación y compactación de terraplenes
	Colocación de capa granular	Capas granulares
	Colocación y compactación de pavimento	Imprimación y Concreto asfáltico en caliente
	Enrocados en terraplén	Revestimiento de ribera, muros transversales, espigones, revestimiento de fondos, etc.
	Instalación de elementos de seguridad vial	No aplica
	Iluminación	No aplica
	Paisajismo	No aplica
Ejecución obras (puente)	Humectación de caminos de acceso	No aplica
	Despeje y preparación del área de trabajo	Formación y compactación de terraplenes
	Humectación de caminos no pavimentados	Formación y compactación de terraplenes
	Movimientos de tierra / Escarpes	Formación y compactación de terraplenes
	Movimientos de tierra / Excavaciones	Formación y compactación de terraplenes
	Formación y compactación de terraplén	Formación y compactación de terraplenes
	Construcción de zapatas y estribos	Excavación para fundaciones de estribos y cepas
	Preparación área de trabajo para la colocación de pilotes	Construcción de pilotes y cepas
	Construcción de pilotes pre-excavados in-situ	Construcción de pilotes y cepas
	Montaje de vigas	Vigas de hormigón armado, vigas postensadas vigas pretensadas
	Construcción del tablero	Estructuras de acero
	Construcción del tablero	Pavimentos para puentes
	Muro de guía ribera norte y sur de puente	Revestimiento de ribera, muros transversales, espigones, revestimiento de fondos, etc.
Finalización de los trabajos		Cierre de empréstitos
		Cierre de instalación de faenas
		Cierre centro de acopio
		Cierre de botaderos autorizados
Operación		Tránsito de la ruta

La **Tabla C7. 46** muestra el cronograma de la obra, que abarca instalación, ejecución y finalización. Según el SEA, también debe considerarse la fase de operación para identificar FGI y AA asociados al uso de la infraestructura, como el tránsito vehicular. Para este ejemplo, sólo se considerarán los FGI y AA asociados al tránsito de vehículos y no las conservaciones. Además, el SEA contempla una etapa de cierre, pero dado que se asume una vida útil indefinida, no se identifican FGI para esa fase.

Tabla C7. 46. Cronograma obra piloto 3. Fuente: Elaboración propia en base MOP Los Ríos.

Etapas	Ítem Contrato	Obra Estudio	Año 1												Año 2												Año 3													
			Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Instalación empresa constructora y entrega de obra	Habilitación de instalación de faenas	Apertura de instalación de faenas																																						
	Transporte de materiales de construcción	Apertura de acopio																																						
	Transporte de material excedente	Apertura de botaderos																																						
	Transporte de material plantas y empréstitos	Apertura de empréstitos																																						
Ruta																																								
Ejecución	Despeje y preparación del área de trabajo	Formación y compactación de terraplenes																																						
	Humectación de caminos no pavimentados																																							
	Movimientos de tierra / Escarpes	Formación y compactación de terraplenes																																						
	Movimientos de tierra / Excavaciones	Formación y compactación de terraplenes																																						
	Formación y compactación de terraplén	Formación y compactación de terraplenes																																						
	Colocación de capa granular	Capas granulares																																						
	Colocación y compactación de pavimento	Imprimación y concreto asfáltico en caliente																																						
	Colocación enrocados terraplén																																							
Puente																																								
Ejecución	Humectación de caminos	Formación y compactación de																																						

[illegible]

Descripción de la obra

Etapas instalación de la empresa constructora y entrega de terrenos

Las obras correspondientes a esta etapa corresponden a la apertura de instalación de faenas, apertura de botaderos, apertura de empréstitos y apertura de acopios. La ubicación de la instalación de faenas fue asumida dentro de la ciudad de San José de la Mariquina, debido a que para estos fines es frecuente el uso de una propiedad local, la cual pueda ser empleada como oficina administrativa, lugar de estacionamiento de vehículos de terreno y de personal y eventualmente bodegas de almacenaje de materiales de construcción, baños químicos y/o señales de tránsito provisionales, entre otros elementos. Considerando su localización urbana, la instalación de faenas **no** se considerará en la identificación de FGI y AA en Fase 2.

Debido a que el material necesario para la construcción de la ruta puede ser distinto al material utilizado en defensas fluviales de enrocados, es que probablemente se necesite más de un empréstito y más de un acopio de materiales. Para este caso se asume un lugar de acopio cercano tanto al puente como a la ruta proyectada. Con respecto a los empréstitos de extracción de materiales, se asume que al ser necesario el uso de material granular de medidas y características específicas, este será adquirido a través de empresa externa y trasladado posteriormente al respectivo acopio. Se asume la misma situación para el material de cantera a utilizar para la construcción de enrocados, motivo por el cual estos elementos no serán considerados para la identificación de FGI y AA. De ser necesario un botadero en la ejecución de los trabajos, la dirección de vialidad exige que sea utilizado para este fin uno autorizado por la autoridad sanitaria y se asume un proveedor externo, no considerando este elemento en la identificación de FGI y AA en la Fase 2.

Etapa ejecución de obras

Como se puede apreciar en la planimetría del proyecto en la **Figura C7. 70**, la ruta a construir parte desde la ruta T-202 atravesando también por la ruta T-282 hasta llegar al Río Cruces, lugar donde se proyecta la instalación de un puente para el atraveso, continuando con la ruta hasta la calle Gustavo Exss en la localidad de San José de La Mariquina. La **Tabla C7. 47** indica las distintas alternativas de composición de pavimentos para los segmentos de ruta que corresponden al proyecto. A continuación, son mencionados a más detalle los elementos de las obras proyectadas.

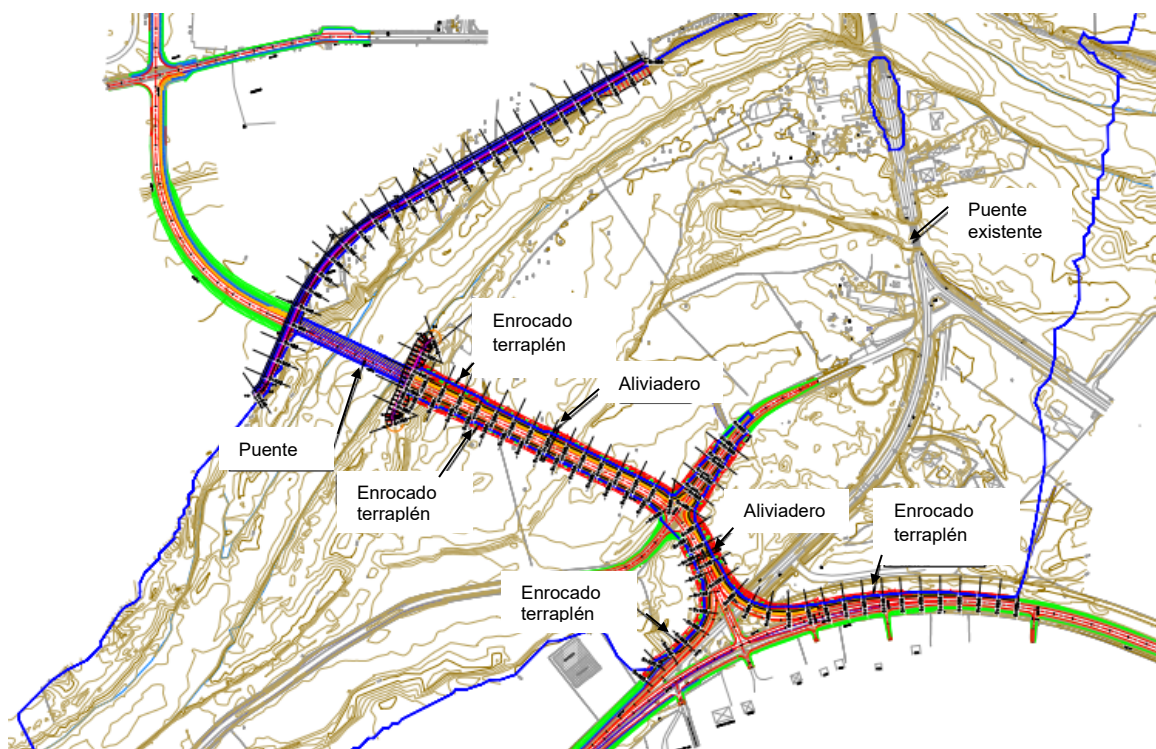


Figura C7. 70. Planimetría del proyecto en la cual se aprecia el puente proyectado, caminos de acceso y enrocados proyectados. Fuente: DV, MOP Los Ríos

Tabla C7. 47. Estructuración de alternativas de pavimentos para el proyecto. Fuente: Consulta de Pertinencia Segundo acceso a San José de a Mariquina, DGOP. 2013.

Tramo	Concreto (cm)	Asfáltico	Base (cm)	Asfáltica	Base (cm)	Granular	Subbase granular (cm)
Ruta T-202	7		7,5		15		15
Segundo Acceso Mariquina	5,5		5,5		15		15

Ruta T-202

Los trabajos proyectados en esta ruta existente consideran una intervención a fin de obtener un mejoramiento a través de un rediseño de menor trazado que no cambia significativamente el diseño geométrico actual. En este sentido, se mantendrán los empalmes de los extremos con lo existente, y sólo se modificará el trazado para incorporar la pista de giro a la izquierda como se puede apreciar en la **Figura C7. 69** y **Figura C7. 70**. El tramo mencionado se proyecta con una calzada de 7 m, con bermas de 1,5 m y un sobreancho de la plataforma (SAP) de 1 m en ambos costados como se puede apreciar en la **Figura C7. 71** y **Figura C7. 72**.

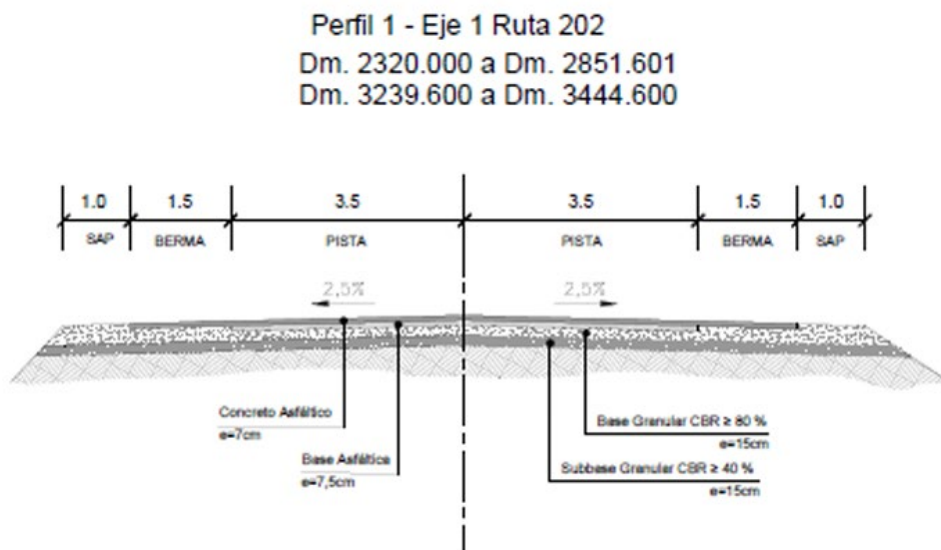


Figura C7. 71. Perfil 1, eje 1 Ruta T-202. Se visualizan los componentes y características del tramo a construir. Fuente: Consulta de Pertinencia Segundo acceso a San José de a Mariquina, DGOP. 2013.

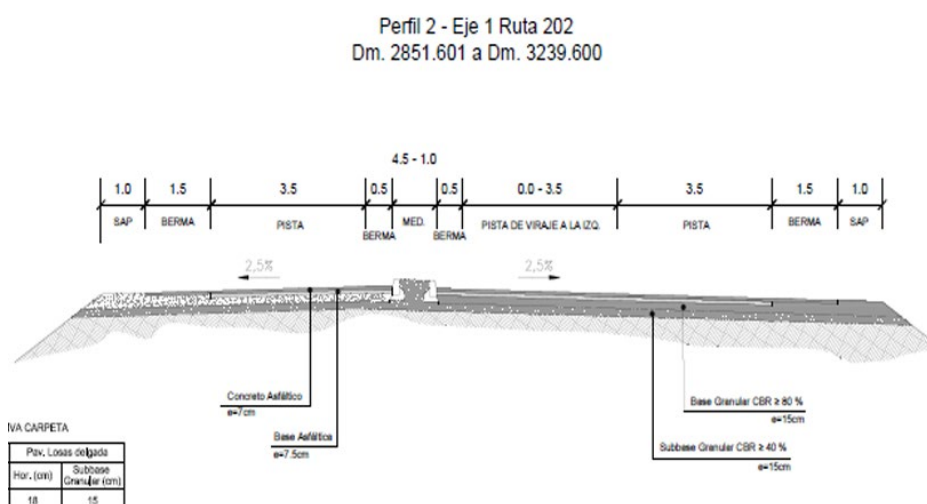


Figura C7. 72. Perfil 2, eje 1 Ruta T-202. Se visualizan los componentes y características del tramo a construir. Fuente: Consulta de Pertinencia Segundo acceso a San José de a Mariquina, DGOP. 2013.

Segundo acceso desde ruta T-202 hasta inicio de puente

Este tramo se proyecta desde la Ruta T-202 hasta el inicio del puente y consta de una calzada de 7 m, ciclo banda de 2,4 m y bermas de 1 m en ambos costados. El eje principal, eleva la rasante respecto al terreno existente, generando un cruce a nivel con la Ruta T-282, la cual se considera sobre el terraplén en este cruce. Luego se eleva su rasante para resguardar la zona de inundación del río. El perfil de este tramo se puede apreciar en la **Figura C7. 73**.

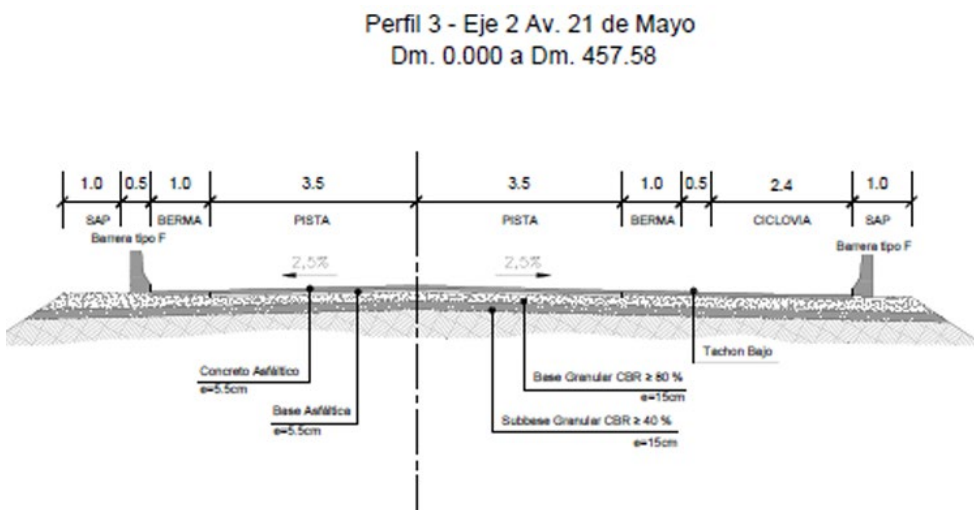


Figura C7. 73. Perfil 3, eje 2 desde intersección Ruta T-202 hasta entrada al puente. Se visualizan los componentes y características del tramo a construir. Fuente: Consulta de Pertinencia Segundo acceso a San José de a Mariquina, DGOP. 2013.

Finalmente, tanto en parte de la ruta T-202, T282 y el nuevo acceso son proyectados enrocados de protección ante eventuales crecidas del Río Cruces en temporadas de invierno. Estos enrocados cumplen la función de protección del terraplén ante eventos climáticos extremos. La **Figura C7. 74** presenta el perfil de estos enrocados.

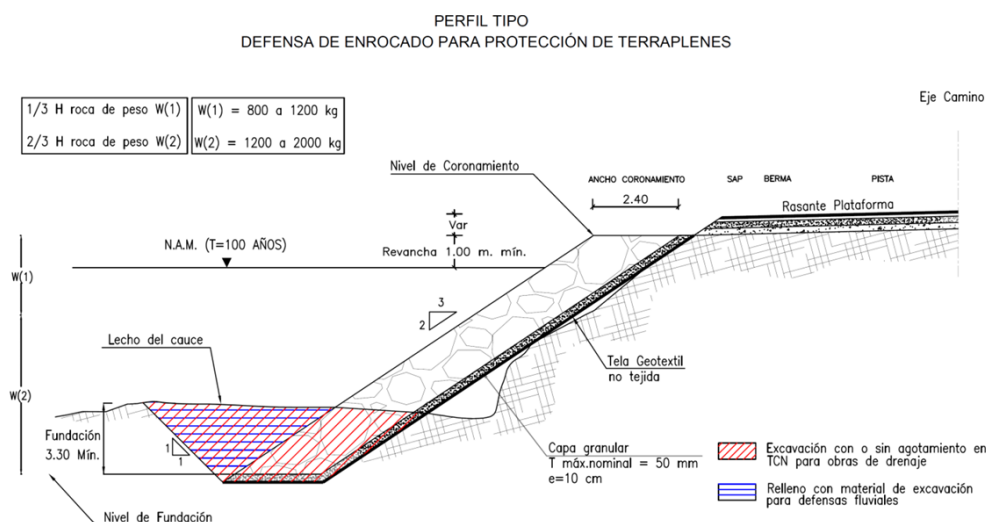


Figura C7. 74. Perfil tipo enrocado proyectado en protección de terraplenes. Fuente: Consulta de Pertinencia Segundo acceso a San José de a Mariquina, DGOP. 2013.

Puente

Como fue mencionado, el proyecto considera la construcción de un puente para el atraveso del Río Cruces, el cual contará con una longitud total de 140 m y 4 tramos. La plataforma de la estructura contará con una calzada de 10 m de ancho, ciclo banda de 2,4 m, barandas de hormigón y pasillo peatonal en costado derecho. La **Figura C7. 75** presenta la sección longitudinal del puente proyectado.

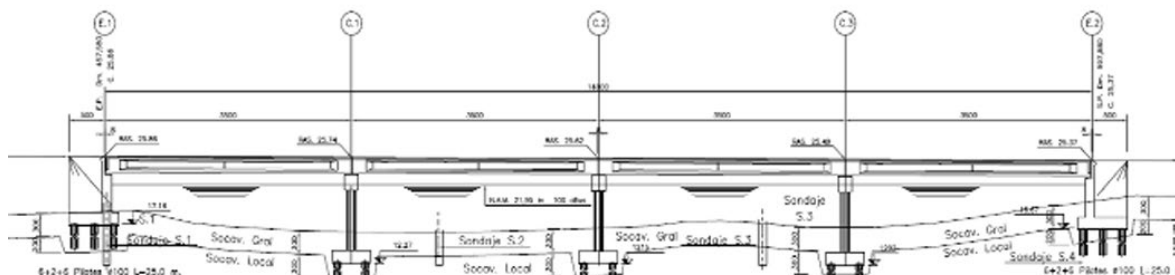


Figura C7. 75. Sección longitudinal puente proyectado en construcción de segundo acceso a San José de La Mariquina. Fuente: Consulta de Pertinencia Segundo acceso a San José de a Mariquina, DGOP. 2013.

De acuerdo con el siguiente párrafo presentado en la consulta de pertinencia: “Se comenzarán las excavaciones de los estribos, procurando dejar plataformas estables de trabajo para la pilotera”, se asume que los estribos serán del tipo pila con pilotes (**Figura C7. 76**), construyendo uno en cada extremo del puente. Para el caso de las cepas, estas son del tipo columna con dado de fundación y pilotes (**Figura C7. 77**).

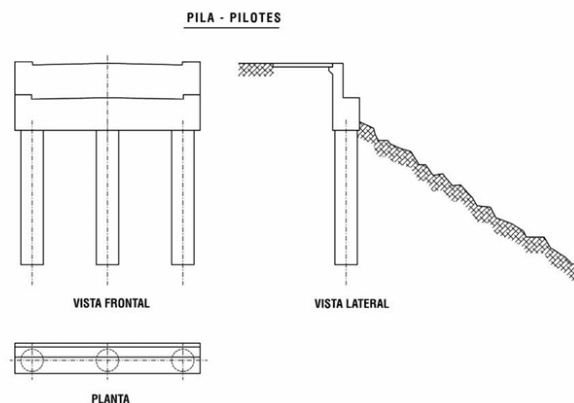


Figura C7. 76. Estribo tipo pila con pilotes. Fuente: Manual de Carreteras Vol. 3.

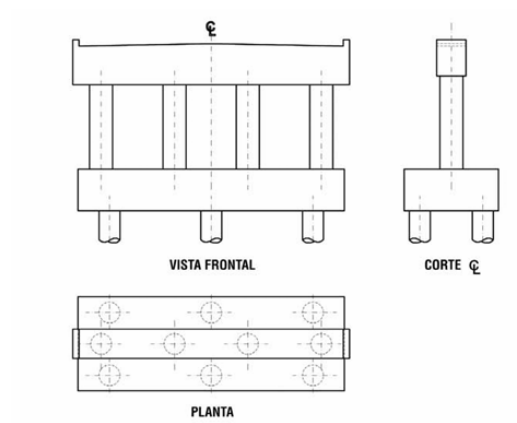


Figura C7. 77. Cepa tipo columna con dado de fundación y pilotes. Fuente: *Manual de Carreteras Vol. 3.*

Para realizar la construcción de las cepas al interior del Río Cruces, se deberán construir penínsulas e islas temporales utilizando de preferencia material de la excavación y reforzando la plataforma con un pedraplén de ser necesario (en caso de crecidas extremas del cauce). La colocación de las vigas de la superestructura se ejecutará una vez alcanzado el 70% de avance de las cepas, empleando el uso de grúas para dicho fin.

Fin de puente hasta calle Gustavo Exss

En continuación al puente se considera una calzada de 7m, berma de 0,5 m, ciclo banda de 2,4 m y acera de 2,5 m en lado derecho hasta la calle Gustavo Exss en la ciudad de San José de La Mariquina, como se puede apreciar en el perfil presentado en la **Figura C7. 78**. Todos los caminos mencionados recientemente consideran una solución de asfalto que incorpora subbase granular, base granular, base asfáltica y concreto asfáltico

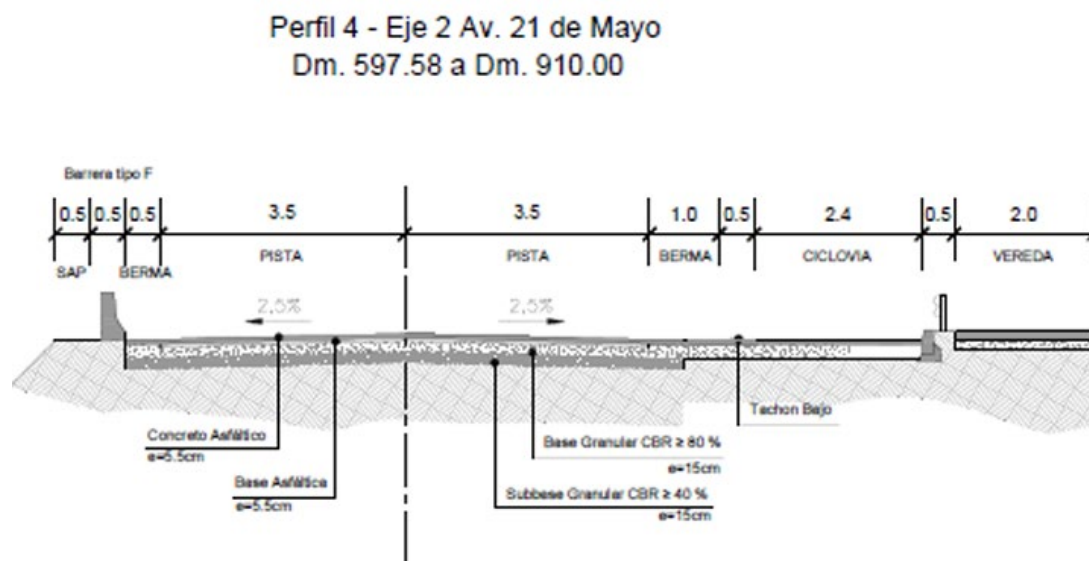


Figura C7. 78. Perfil 4, eje 2 desde puente hasta calle Gustavo Exss. Se visualizan los componentes y características del tramo a construir. Fuente: Consulta de Pertinencia Segundo acceso a San José de a Mariquina, DGOP. 2013.

Defensas Fluviales con Enrocados

Finalmente, para la protección fluvial de los terraplenes de acceso al puente proyectado son proyectados enrocados sobre los taludes del camino en la proximidad al puente. Se contempla en total $73.770 m^3$ de defensas fluviales instaladas sobre el Río Cruces lo que, sumado a las actividades de excavación para la construcción del puente, significan un total de $78.569 m^3$ de movimiento de material en el cauce y sus sectores aledaños. En la **Figura C7. 79** son presentados los perfiles tipo de los enrocados en terraplén proyectados.

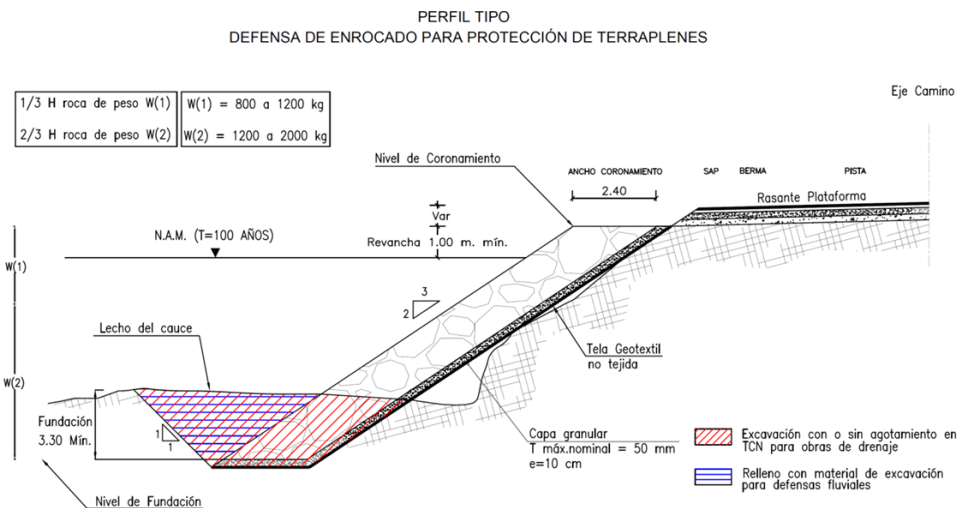


Figura C7. 79. Perfil tipo enrocado proyectado en protección de terraplenes. Fuente: Consulta de Pertinencia Segundo acceso a San José de Mariquina, DGOP. 2013.

Etapas finalización de los trabajos

Para la finalización de los trabajos, se contempla el cierre de todos aquellos elementos que en el inicio de la obra tuvieron apertura. Para este caso se identifica entonces el cierre de acopio.

Etapas de operación

Esta etapa está asociada al uso de la infraestructura. Como se mencionó anteriormente, en este caso no se analizaron los AA de las conservaciones asociadas a esta obra, ni su pertinencia de ingreso al SEIA. Sin embargo, se recomienda en este caso que las obras de conservación sigan las buenas prácticas descritas, las que pueden ser seleccionadas de acuerdo a los FGI y AA de las obras de conservación en particular.

Etapas de cierre

En la documentación del proyecto no se incluye la demolición una vez finalizada el ciclo de vida total de la obra. Se asume una vida útil indefinida tanto para la ruta como el puente, por lo que esta etapa no se evalúa en el SEIA. En este sentido, no aplica entonces la identificación de FGI

y AA (Fase 2) asociados a obras de cierre como lo serían, por ejemplo, la demolición de estribos, cepas, losas y elementos de hormigón en el caso de puentes³⁶.

³⁶ Cabe mencionar que los FGI asociados a demolición de puentes sí se incluye en la Matriz de Alteraciones en caso de que MOP deba evaluar esta etapa.

Relación de proximidad

La obra piloto “Construcción de Puente Nuevo Segundo Acceso a San José de la Mariquina” se encuentra **dentro** del humedal de interés ya que la construcción del puente incluye acciones al interior del cauce (**Figura C7. 80**). También presenta una relación de proximidad **aguas arriba** del humedal, por las acciones relacionadas al camino de acceso al puente, que se ubica cercano a zonas que cumplen los criterios de humedal.

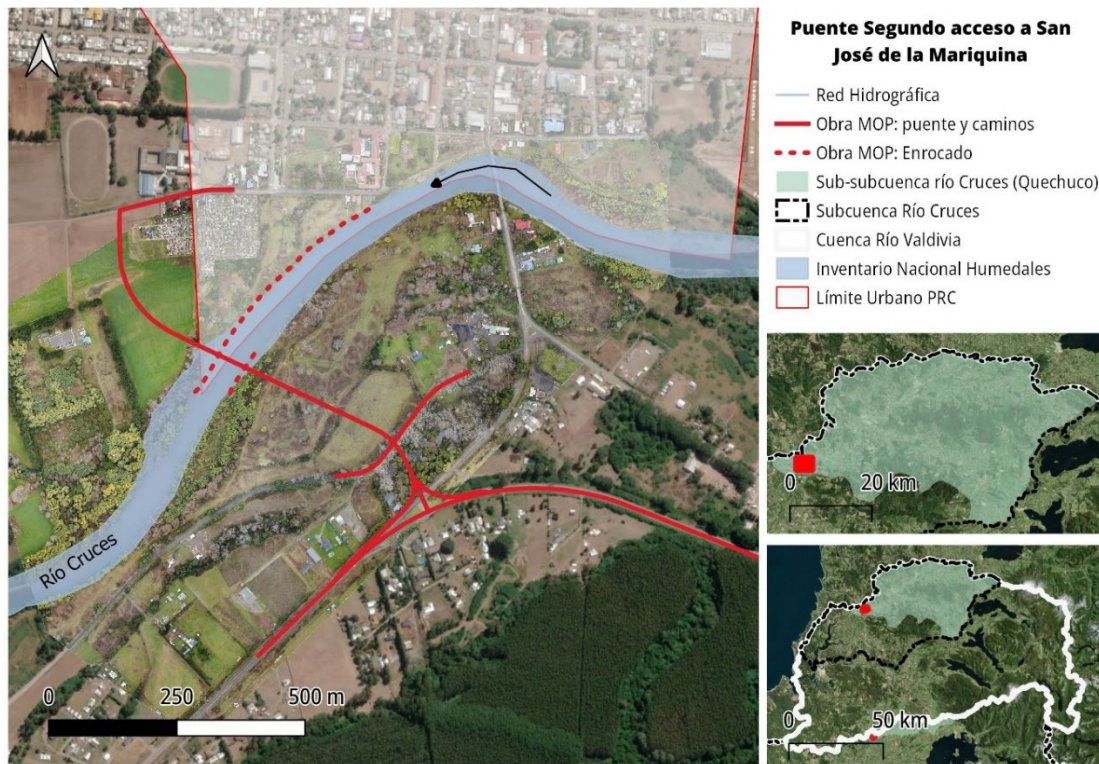


Figura C7. 80. Relación de proximidad de la obra piloto 3: Puente segundo acceso San José de la Mariquina. La obra se encuentra dentro del humedal. Fuente: Elaboración propia.

7.3.3 Fase 2

Identificación de FGI y AA

A continuación, se identifican los Factores Generadores de Impacto (FGI) y Aspectos Ambientales (AA) utilizando la **Matriz de Alteraciones**.

Etapla instalación de empresa constructora y entrega de terrenos

Como se detalló en la caracterización de esta obra, los elementos que componen esta etapa son: apertura de instalación de faenas, apertura de empréstitos, apertura de acopios y apertura de botaderos. Dado que el proyecto aún no comienza su ejecución, no es posible determinar cuál será la ubicación de estos elementos. En consecuencia, serán identificados los AA y FGI de todos los elementos mencionados. Lo anterior es expuesto en la **Tabla C7. 48**.

Tabla C7. 48. Potenciales FGI y AA generados en la etapa de instalación de la empresa constructora y entrega de terrenos de la obra piloto 3. Fuente: Elaboración propia.

Obra	Potencial FGI (partes, obras y acciones)	Aspecto ambiental (asociada a la obra)
Apertura de instalación de faenas	Tránsito de maquinaria pesada.	Generación de ruido.
	Tránsito de maquinaria pesada.	Generación de material particulado sedimentable.
	Implementación de frentes de trabajo.	Ingreso de especies domésticas de libre circulación.
	Implementación de frentes de trabajo.	Derrame de compuestos o sustancias tóxicas en el humedal o aledaño.
	Implementación de frentes de trabajo.	Generación y mala gestión de residuos sólidos.
	Instalación de estructuras temporales.	Impermeabilización del suelo aledaño.
	Instalación de estructuras temporales.	Instalación de luminarias cercanas al humedal.
Acopio	Carga y descarga de material.	Generación de material particulado sedimentable.
	Carga y descarga de material.	Perturbación de suelo aledaño al humedal.
	Carga y descarga de material.	Generación de ruido.
	Carga y descarga de material.	Uso de material agregado.

Etapla ejecución de obras

Las tipologías de obras que se encuentran contenidas dentro del proyecto corresponden a la construcción de caminos y un puente. Para determinar los FGI y AA se tomaron en consideración todas las obras asociadas a las tipologías de camino y puente identificadas en la caracterización (Fase 1). El detalle se puede observar en la **Tabla C7. 49**.

Tabla C7. 49. Potenciales factores generadores de impacto (FGI) y aspectos ambientales (AA) generados en la etapa ejecución de la obra piloto 3. Fuente: Elaboración propia.

Tipo de Obra	Obra	Potencial FGI (partes, obras y acciones)	Aspecto ambiental (asociada a la obra)
Camino	Formación y compactación de terraplenes	Prueba de arranque con bulldozer.	Generación de ruido.
		Prueba de arranque con bulldozer.	Generación de material particulado sedimentable.
		Prueba de arranque con bulldozer.	Derrame de compuestos o sustancias tóxicas en el humedal o aledaño.
		Prueba de arranque con bulldozer.	Perturbación de suelo aledaño al humedal.
		Limpieza del terreno.	Extracción de vegetación en el humedal.
		Limpieza del terreno.	Extracción de vegetación aledaña al humedal.
		Movimientos de tierra (TCN).	Movimiento de tierra en el humedal.
		Movimientos de tierra (TCN).	Generación de ruido.
		Movimientos de tierra (TCN).	Generación de material particulado sedimentable.
		Movimientos de tierra (TCN).	Derrame de compuestos o sustancias tóxicas en el humedal o aledaño.
		Movimientos de tierra (TCN).	Perturbación de suelo aledaño al humedal.
		Relleno con material granular.	Generación de ruido.
		Relleno con material granular.	Generación de material particulado sedimentable.
		Relleno con material granular.	Derrame de compuestos o sustancias tóxicas en el humedal o aledaño.
		Relleno con material granular.	Perturbación de suelo aledaño al humedal.
		Relleno con material granular.	Movimiento de tierra en el humedal
		Relleno con material granular.	Uso de material agregado.
		Relleno con material granular.	Disposición permanente de material en el humedal o relleno.
		Relleno con material granular.	Transformación permanente de la zona y frecuencia de inundación.
		Relleno con material granular.	Instalación permanente de barrera transversal.
		Relleno con material granular.	Instalación de barreras terrestres.
		Preparación del área de fundación del terraplén.	Generación de ruido.
		Preparación del área de fundación del terraplén.	Generación de material particulado sedimentable.
		Preparación del área de fundación del terraplén.	Derrame de compuestos o sustancias tóxicas en el humedal o aledaño.
		Formación ensanche y compactación de los terraplenes.	Generación de ruido.
		Formación ensanche y compactación de los terraplenes.	Generación de material particulado sedimentable.

Tipo de Obra	Obra	Potencial FGI (partes, obras y acciones)	Aspecto ambiental (asociada a la obra)
		Formación ensanche y compactación de los terraplenes.	Derrame de compuestos o sustancias tóxicas en el humedal o aledaño.
		Formación ensanche y compactación de los terraplenes.	Compactación del suelo del humedal.
		Formación ensanche y compactación de los terraplenes.	Perturbación de suelo aledaño al humedal.
		Formación ensanche y compactación de los terraplenes.	Disposición permanente de material en el humedal o relleno.
		Formación ensanche y compactación de los terraplenes.	Transformación permanente de la zona y frecuencia de inundación.
		Relleno con material granular.	Transformación permanente de la sección transversal, sinuosidad y rugosidad.
		Formación ensanche y compactación de los terraplenes.	Transformación permanente de la sección transversal, sinuosidad y rugosidad
	Capas granulares	Transporte y aplicación subbase, base o capa granular de rodadura.	Generación de ruido.
		Transporte y aplicación subbase, base o capa granular de rodadura.	Generación de material particulado sedimentable.
		Transporte y aplicación subbase, base o capa granular de rodadura.	Derrame de compuestos o sustancias tóxicas en el humedal o aledaño.
		Transporte y aplicación subbase, base o capa granular de rodadura.	Perturbación de suelo aledaño al humedal.
		Transporte y aplicación subbase, base o capa granular de rodadura.	Movimiento de tierra en el humedal.
		Transporte y aplicación subbase, base o capa granular de rodadura.	Uso de material agregado.
		Compactación con rodillo.	Generación de ruido.
	Imprimación	Aplicación a través de camión equipado con distribución a presión	Generación de ruido
		Aplicación a través de camión equipado con distribución a presión	Derrame de compuestos o sustancias tóxicas en el humedal o aledaño
	Concreto asfáltico en caliente	Arreglos necesarios en etapa de imprimación	Generación de ruido.
		Arreglos necesarios en etapa de imprimación	Generación de material particulado sedimentable.
		Traslado de material y maquinaria hasta frentes de trabajo	Generación de ruido.

Tipo de Obra	Obra	Potencial FGI (partes, obras y acciones)	Aspecto ambiental (asociada a la obra)
		Traslado de material y maquinaria hasta frentes de trabajo	Generación de material particulado sedimentable.
		Traslado de material y maquinaria hasta frentes de trabajo.	Derrame de compuestos o sustancias tóxicas en el humedal o aledaño.
		Aplicación de material con terminadora autopropulsada	Generación de ruido
		Aplicación de material con terminadora autopropulsada	Derrame de compuestos o sustancias tóxicas en el humedal o aledaño
		Compactación y nivelación	Generación de ruido.
		Compactación y nivelación	Impermeabilización del suelo aledaño
Defensa fluvial	Enrocados terraplenes	Preparación de taludes y excavación.	Extracción de suelo.
		Preparación de taludes y excavación.	Generación de material particulado sedimentable.
		Preparación de taludes y excavación.	Perturbación de suelo aledaño al humedal.
		Construcción de pretil.	Disposición permanente de material en el humedal o relleno.
		Construcción de pretil.	Transformación permanente de la zona y frecuencia de inundación.
		Construcción de pretil	Transformación permanente de la sección transversal, sinuosidad y rugosidad.
		Construcción de pretil.	Uso de material agregado.
Puente	Excavación para fundaciones de estribos y cepas	Desvío del agua fuera del área de la obra a través de cunetas, canales, drenes, subdrenes.	Transformación temporal de la zona y frecuencia de inundación.
		Compactación de excavaciones.	Compactación del suelo del humedal.
		Excavación a través de pilotera o maquina correspondiente.	Derrame de compuestos o sustancias tóxicas en el humedal o aledaño.
		Instalación de estructuras para mantener área seca y sin derrumbes.	Transformación temporal de la sección transversal, sinuosidad y rugosidad.
		Agotamiento (drenaje a través de bombas).	Extracción de caudales.
		Limpieza del terreno.	Extracción de vegetación aledaña al humedal.
		Limpieza del terreno.	Extracción de vegetación en el humedal.
		Construcción de península.	Generación de ruido.
		Construcción de península.	Generación de material particulado sedimentable.
		Construcción de península.	Derrame de compuestos o sustancias tóxicas en el humedal o aledaño.
		Construcción de península.	Transformación temporal de la zona y frecuencia de inundación.

Tipo de Obra	Obra	Potencial FGI (partes, obras y acciones)	Aspecto ambiental (asociada a la obra)
		Construcción de península.	Transformación temporal de la sección transversal, sinuosidad y rugosidad.
		Construcción de península.	Instalación temporal de barrera transversal.
		Construcción de península.	Movimiento de tierra en el humedal.
		Construcción de península.	Uso de material agregado.
		Construcción de península.	Extracción de caudales.
		Retiro de suelo vegetal.	Extracción de suelo.
		Excavación a través de pilotera o maquina correspondiente.	Extracción de suelo.
		Excavación a través de pilotera o maquina correspondiente.	Generación de ruido.
		Compactación de excavaciones.	Generación de ruido.
		Instalación de estructuras para mantener área seca y sin derrumbes.	Instalación temporal de barrera transversal.
		Desvío del agua fuera del área de la obra a través de cunetas, canales, drenes, subdrenes.	Movimiento de tierra en el humedal.
		Excavación a través de pilotera o maquina correspondiente.	Movimiento de tierra en el humedal.
	Construcción de pilotes y cepas	Perforación de excavación del pilote y remoción de agua acumulada.	Generación de ruido.
		Perforación de excavación del pilote y remoción de agua acumulada.	Derrame de compuestos o sustancias tóxicas en el humedal o aledaño.
		Perforación de excavación del pilote y remoción de agua acumulada.	Extracción de suelo.
		Perforación de excavación del pilote y remoción de agua acumulada.	Movimiento de tierra en el humedal.
		Colocación de hormigón de pilote en excavación.	Disposición permanente de material en el humedal o relleno.
		Colocación de hormigón de pilote en excavación.	Instalación de pilotes en la sección transversal.
		Colocación de armadura y hormigón del pilote.	Generación de ruido.
		Colocación de armadura y hormigón del pilote.	Derrame de compuestos o sustancias tóxicas en el humedal o aledaño.
		Colocación de armadura y hormigón del pilote.	Movimiento de tierra en el humedal.
		Colocación de armadura y hormigón del pilote.	Disposición permanente de material en el humedal o relleno.
		Instalación encamisado para soporte.	Generación de ruido.

Tipo de Obra	Obra	Potencial FGI (partes, obras y acciones)	Aspecto ambiental (asociada a la obra)
		Excavación método bajo el agua.	Generación de ruido.
		Excavación método bajo el agua.	Derrame de compuestos o sustancias tóxicas en el humedal o aledaño.
		Excavación método bajo el agua.	Extracción de suelo.
		Excavación método bajo el agua.	Movimiento de tierra en el humedal.
		Instalación encamisado para soporte.	Generación de ruido.
		Aplicación de hormigón de pilote.	Disposición permanente de material en el humedal o relleno.
		Aplicación de hormigón de pilote.	Instalación de pilotes en la sección transversal.
		Quitar encamisado.	Generación de ruido.
		Perforación con encamisado.	Generación de ruido.
		Perforación con encamisado.	Derrame de compuestos o sustancias tóxicas en el humedal o aledaño.
		Perforación con encamisado.	Extracción de suelo.
		Perforación con encamisado.	Movimiento de tierra en el humedal.
		Corte de encamisado a cota establecida.	Generación de ruido.
		Colocación de armadura de acero y pilote.	Generación de ruido.
		Colocación de armadura de acero y pilote.	Derrame de compuestos o sustancias tóxicas en el humedal o aledaño.
		Colocación de armadura de acero y pilote.	Movimiento de tierra en el humedal.
		Colocación de armadura de acero y pilote.	Disposición permanente de material en el humedal o relleno.
		Colocación de armadura de acero y pilote.	Instalación de pilotes en la sección transversal.
	Vigas de hormigón armado pre tensadas y post tensadas	Ubicación de planta en obra.	Perturbación de suelo aledaño al humedal.
		Producción de vigas en planta de obra.	Derrame de compuestos o sustancias tóxicas en el humedal o aledaño.
		Producción de vigas en planta de obra.	Generación de ruido.
		Producción de vigas en planta de obra.	Generación de material particulado sedimentable.
		Instalación de vigas.	Generación de ruido.
	Estructuras de acero	Instalación de elementos con grúa.	Generación de ruido.
		Instalación de elementos con grúa.	Generación de material particulado sedimentable.
		Instalación de elementos con grúa.	Derrame de compuestos o sustancias tóxicas en el humedal o aledaño.
		Instalación de elementos con grúa.	Compactación del suelo del humedal.

Tipo de Obra	Obra	Potencial FGI (partes, obras y acciones)	Aspecto ambiental (asociada a la obra)
	Pavimentos para puentes	Instalación de elementos con soldadura.	Generación de ruido.
		Instalación de elementos con soldadura.	Generación de fuentes de ignición.
		Arreglos necesarios.	Generación de ruido.
		Arreglos necesarios.	Generación de material particulado sedimentable.
		Traslado de material y maquinaria hasta frentes de trabajo.	Generación de ruido.
		Traslado de material y maquinaria hasta frentes de trabajo.	Generación de material particulado sedimentable.
		Traslado de material y maquinaria hasta frentes de trabajo.	Derrame de compuestos o sustancias tóxicas en el humedal o aledaño.
		Enrasado hormigón.	Generación de ruido.
		Enrasado hormigón.	Impermeabilización del suelo aledaño.
		Compactación de hormigón.	Generación de ruido.
		Sellado de juntas con mezclas de sellado.	Derrame de compuestos o sustancias tóxicas en el humedal o aledaño.
		Sellado de juntas con mezclas de sellado.	Derrame de compuestos o sustancias tóxicas en el humedal o aledaño.
Defensa fluvial	Revestimientos de riberas, protecciones de cepas, espigones, muros guardaradieres, muros transversales, revestimiento de fondos	Limpieza de terreno.	Extracción de vegetación en el humedal.
		Limpieza de terreno.	Perturbación de suelo aledaño al humedal.
		Desvío de cauce.	Movimiento de tierra en el humedal.
		Desvío de cauce.	Transformación temporal de la sección transversal, sinuosidad y rugosidad.
		Desvío de cauce.	Instalación temporal de barrera transversal.
		Desvío de cauce.	Transformación temporal de la zona y frecuencia de inundación.
		Desvío de cauce.	Derrame de compuestos o sustancias tóxicas en el humedal o aledaño
		Preparación de taludes y excavación.	Extracción de suelo.
		Preparación de taludes y excavación.	Generación de material particulado sedimentable.
		Preparación de taludes y excavación.	Perturbación de suelo aledaño al humedal.
		Construcción de pretil.	Disposición permanente de material en el humedal o relleno.
		Construcción de pretil.	Transformación permanente de la zona y frecuencia de inundación.
		Construcción de pretil	Transformación permanente de la sección transversal, sinuosidad y rugosidad.
		Construcción de pretil.	Uso de material agregado.
		Eliminación del desvío cauce.	Movimiento de tierra en el humedal.

Tipo de Obra	Obra	Potencial FGI (partes, obras y acciones)	Aspecto ambiental (asociada a la obra)
		Eliminación del desvío cauce.	Derrame de compuestos o sustancias tóxicas en el humedal o aledaño.

Etapa finalización de los trabajos

Los FGI y AA de la etapa de finalización de los trabajos, son identificados considerando todos los elementos que tuvieron apertura al inicio de la obra: el cierre de instalación de faenas, empréstitos, acopios y botaderos. Se presentan en la **Tabla C7. 50** los FGI y AA asociados a dichos elementos.

Tabla C7. 50. Potenciales factores generadores de impacto (FGI) y aspectos ambientales (AA) generados en la etapa de finalización de la obra piloto 3. Fuente: Elaboración propia.

Obra	Potencial FGI (partes, obras y acciones)	Aspecto ambiental (asociada a la obra)
Cierre de acopio	Escarificación del suelo para revertir compactación	Perturbación de suelo aledaño al humedal
	Nivelación del terreno.	Perturbación de suelo aledaño al humedal.
	Nivelación del terreno.	Generación de material particulado sedimentable.

Etapa operación

Dado que el proyecto es una obra nueva, la etapa de operación involucra un conjunto de factores generadores de impacto y aspectos ambientales producto del tránsito de vehículos, el consecuente aumento de ruido, entre otros factores que antes de la construcción no se presentaban en el área de influencia del proyecto. A continuación, se expone en la **Tabla C7. 51** los FGI y AA de la etapa de operación. Notar que tanto para las tipologías de camino y puente los FGI y AA son los mismos.

Tabla C7. 51. Potenciales factores generadores de impacto (FGI) y aspectos ambientales (AA) asociados a la etapa de operación de la obra piloto 3. Fuente: Elaboración propia.

Tipo de Obra	Obra	Potencial FGI (partes, obras y acciones)	Aspecto ambiental (asociada a la obra)
Puente	Aplicable a todas las obras tipo puente.	Tránsito de la ruta.	Aumento de tránsito vehicular.
Puente	Aplicable a todas las obras tipo puente.	Tránsito de la ruta.	Instalación de luminarias cercanas al humedal.
Puente	Aplicable a todas las obras tipo puente.	Tránsito de la ruta.	Generación de material particulado sedimentable.
Puente	Aplicable a todas las obras tipo puente.	Tránsito de la ruta.	Generación de ruido.
Camino	Aplicable a todas las obras tipo camino.	Tránsito de la ruta.	Aumento de tránsito vehicular.
Camino	Aplicable a todas las obras tipo camino.	Tránsito de la ruta.	Instalación de luminarias cercanas al humedal.

Camino	Aplicable a todas las obras tipo camino.	Tránsito de la ruta.	Generación de material particulado sedimentable.
Camino	Aplicable a todas las obras tipo camino.	Tránsito de la ruta.	Generación de ruido.

Resumen de aspectos ambientales generados durante el proyecto

En la **Tabla C7. 52** se presenta el conteo de aspectos ambientales generados durante el transcurso del proyecto. Se observa que los AA más frecuentes corresponden a derrame de compuestos o sustancias tóxicas en el humedal o aledaño y generación de ruido.

Tabla C7. 52. Listado completo de aspectos ambientales generados durante el transcurso de la obra piloto 3.
Fuente: Elaboración propia.

Etiquetas de fila
1. Aumento de tránsito vehicular
2. Compactación del suelo del humedal
3. Derrame de compuestos o sustancias tóxicas en el humedal o aledaño
4. Disposición permanente de material en el humedal o relleno
5. Extracción de caudales
6. Extracción de suelo
7. Extracción de vegetación aledaña al humedal
8. Extracción de vegetación en el humedal
9. Generación de fuentes de ignición
10. Generación de material particulado sedimentable
11. Generación de ruido
12. Impermeabilización del suelo aledaño
13. Instalación de barreras terrestres
14. Instalación de luminarias cercanas al humedal
15. Instalación de pilotes en la sección transversal
16. Instalación permanente de barrera transversal
17. Instalación temporal de barrera transversal
18. Movimiento de tierra en el humedal
19. Perturbación de suelo aledaño al humedal
20. Transformación permanente de la sección transversal, sinuosidad y rugosidad
21. Transformación permanente de la zona y frecuencia de inundación
22. Transformación temporal de la sección transversal, sinuosidad y rugosidad
23. Transformación temporal de la zona y frecuencia de inundación
24. Uso de material agregado

Indicación sobre Literal s)

Como se mencionó al inicio, esta obra piloto ha sido sugerida por el MOP dada la característica de que está asegurado su ingreso al SEIA por vía de EIA (**Figura C7. 81**). No obstante lo anterior, la ejecución de la Fase 1 y 2 de la estrategia permite corroborar teóricamente esta decisión del SEIA.

La Ley 21.202 de Humedales Urbanos modifica las tipologías de ingreso al SEIA establecidas en la Ley 19.300 sobre Medio Ambiente. Se agrega una nueva tipología descrita en el literal s):

“ s) Ejecución de obras o actividades que puedan significar una **alteración física o química** a los **componentes bióticos, a sus interacciones o a los flujos ecosistémicos** de humedales que se encuentran **total o parcialmente dentro del límite urbano**, y que impliquen su relleno, drenaje, secado, extracción de caudales o de áridos, la alteración de la barra terminal, de la vegetación azonal hídrica y ripariana, la extracción de la cubierta vegetal de turberas o el deterioro, menoscabo, transformación o invasión de la flora y la fauna contenida dentro del humedal, indistintamente de su superficie.”

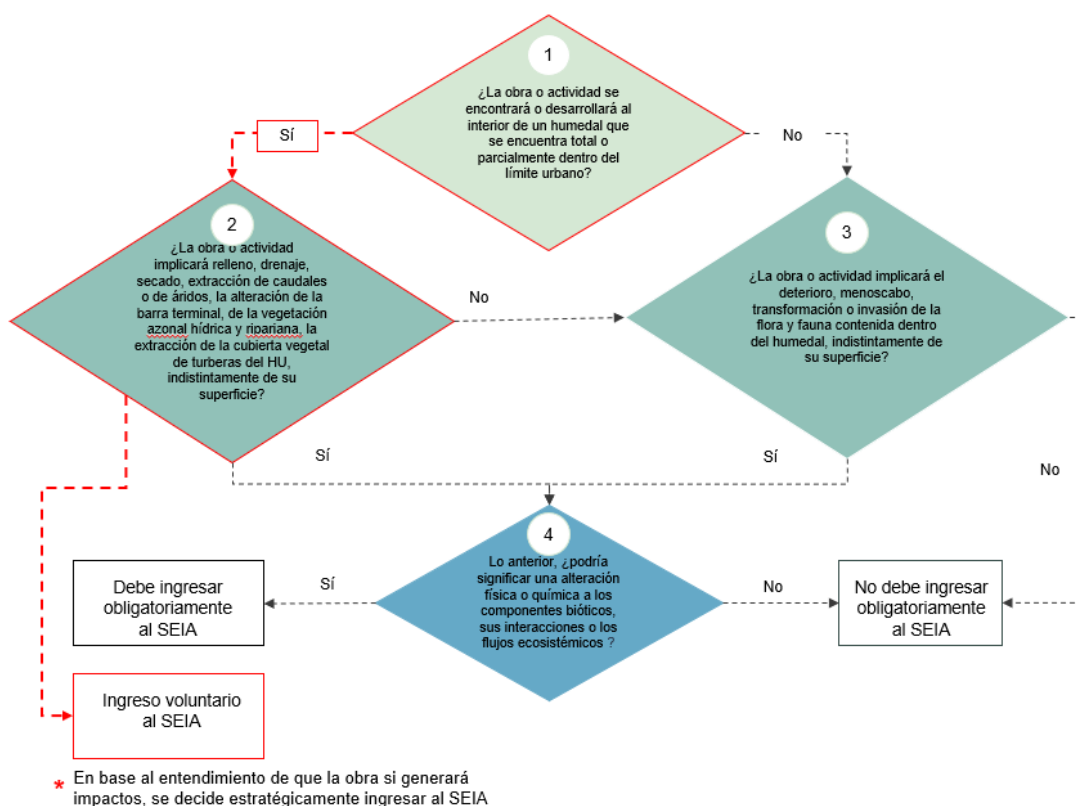


Figura C7. 81. Flujograma para abordar el literal s), en esta figura se sigue la ruta que se toma en el caso de la obra piloto Segundo Acceso a San José de la Mariquina. Fuente: Elaboración propia.

Rombo N° 1 ¿La obra o actividad se encontrará o desarrollará al interior de un humedal que se encuentra total o parcialmente dentro del límite urbano?

- En base al Inventario Nacional de Humedales, la obra se encuentra dentro del polígono de humedal urbano descrito a continuación.
- El tramo homogéneo donde se emplaza la obra, producto del proceso de segmentación fluvial, se encuentra parcialmente dentro del límite urbano.

Tabla C7. 53. Información sobre el polígono dentro del cual se ubica la obra piloto 3, según el Inventario Nacional de Humedales. Fuente: Inventario Nacional de Humedales, 2024.

Polígono 1	
Relación de proximidad	"Dentro"
Código	HUR-14-60-P14
Dirección del río	E → O
Nombre humedal	Sist. de Ríos Valdivianos- Ríos Cruces, Calle- Calle y Trib. (incluye río Cau Cau)
Clasificación	Orden 1: Continentales Orden 2: Ribereños Orden 3: Permanentes Orden 4: Río Orden 5: Río
Hectáreas	346,53
Hectáreas Límite Urbano	4,26

En este caso es evidente que el humedal se encuentra parcialmente **dentro del límite urbano**. El Río Cruces constituye el límite sur de la localidad San José de Mariquina. La delimitación del humedal según el Inventario Nacional de Humedales indica que un polígono que intersecta parcialmente el límite urbano.

Este caso en un humedal de tipo Ribereño/Río es un buen ejemplo de la necesidad de criterios y protocolos para definir "hacia donde aguas arriba y hacia donde aguas abajo llega el río". Para responder a esta necesidad, se realizó la segmentación y clasificación de la red fluvial.

Rombo N° 2 ¿La obra o actividad implicará relleno, su relleno, drenaje, secado, extracción de caudales o de áridos, la alteración de la barra terminal, de la vegetación azonal hídrica y ripariana, la extracción de la cubierta vegetal de turberas o el deterioro, menoscabo, transformación o invasión de la flora y la fauna contenida dentro del humedal, indistintamente de su superficie?

- Considerando los FGI y AA de las distintas etapas identificados en la Matriz de Alteraciones a partir de la descripción de la obra y sumado a la localización dentro del humedal, es posible determinar que existen afectaciones listadas en el literal s).
- En base a lo anterior, para efectos de este ejemplo se decide estratégicamente ingresar al SEIA en el primer análisis de susceptibilidad de afectación, como se indica en la **Figura C7. 36**, pág. 139.

7.3.4 Lineamientos para la evaluación ambiental en el SEIA

La obra piloto “Puente segundo acceso a San José de la Mariquina” es una obra para la cual se ha determinado el ingreso al SEIA. Por lo tanto, se realiza un ejercicio teórico de aplicación de las herramientas que puede orientar su uso en obras de similares características y en condiciones de ingresar al SEIA³⁷.

Identificación de impactos

Las Fichas de Aspectos Ambientales e Impactos están diseñadas para entregar directrices y criterios técnicos para los diferentes procesos de la evaluación en el SEIA (**Figura C7. 82**) para el titular y/o consultor encargado del proceso. Concretamente, las fichas sirven para tres procesos del SEIA:

- Determinación del área de influencia (AI)
- Predicción de impactos
- Evaluación de impactos

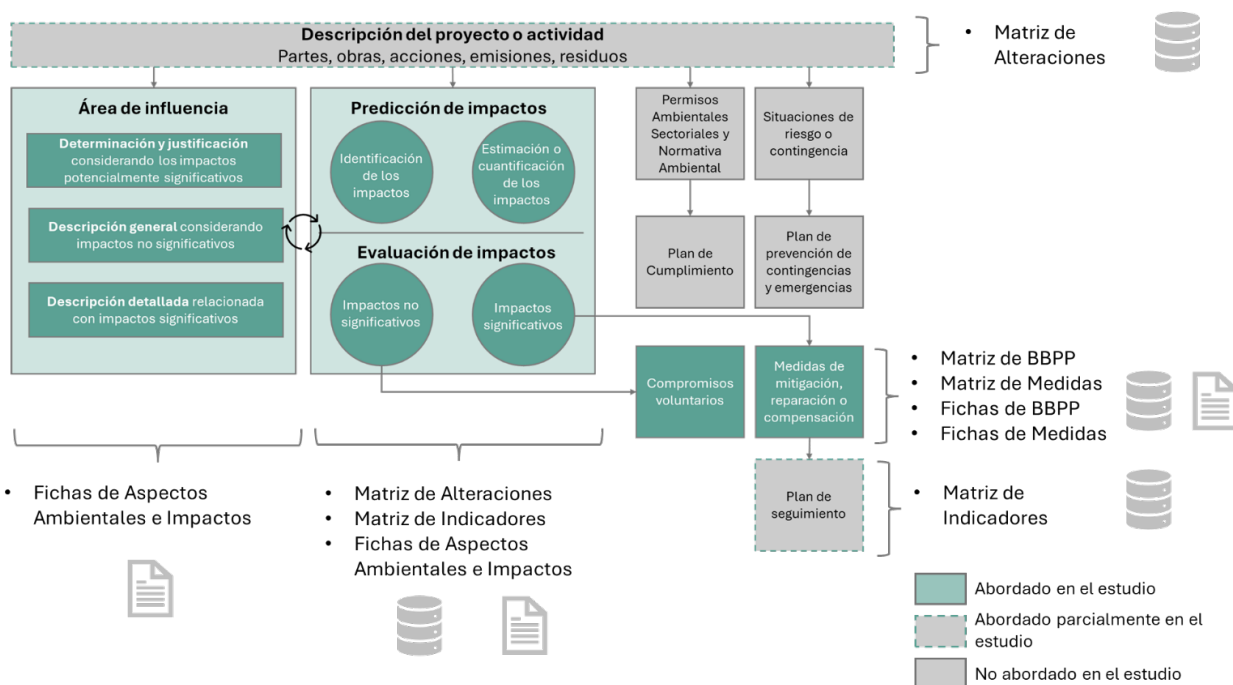


Figura C7. 82. Proceso de evaluación de impacto ambiental y componentes que aborda el alcance de las herramientas aplicadas en este estudio. Fuente: Adaptada de SEA, 2023.

Estos procesos siguen un flujo iterativo ya que, para definir el área de influencia, muchas veces es necesario poder predecir cual será la extensión geográfica del impacto y evaluar “hasta

³⁷ La aplicación de herramientas no constituye un Estudio de Impacto Ambiental, pero si aportan lineamientos para obras MOP en cuanto a los procedimientos requeridos dentro del SEIA.

donde” se expresan estos impactos. Es por esto que la aplicación de las **Fichas de Aspectos Ambientales e Impactos** resulta útil para los tres procesos.

La identificación de impactos se desprende de la identificación de Aspectos Ambientales. Según lo indicado en secciones anteriores y a través del uso de la **Matriz de Alteraciones**, se identificaron 24 AA para la obra de construcción de Puente Segundo Acceso a San José de la Mariquina:

- Aumento de tránsito vehicular
- Compactación del suelo del humedal
- Derrame de compuestos o sustancias tóxicas en el humedal o aledaño
- Disposición permanente de material en el humedal o relleno
- Extracción de caudales
- Extracción de suelo
- Extracción de vegetación aledaña al humedal
- Extracción de vegetación en el humedal
- Generación de fuentes de ignición
- Generación de material particulado sedimentable
- Generación de ruido
- Impermeabilización del suelo aledaño
- Instalación de barreras terrestres
- Instalación de luminarias cercanas al humedal
- Instalación de pilotes en la sección transversal
- Instalación permanente de barrera transversal
- Instalación temporal de barrera transversal
- Movimiento de tierra en el humedal
- Perturbación de suelo aledaño al humedal
- Transformación permanente de la sección transversal, sinuosidad y rugosidad
- Transformación permanente de la zona y frecuencia de inundación
- Transformación temporal de la sección transversal, sinuosidad y rugosidad
- Transformación temporal de la zona y frecuencia de inundación
- Uso de material agregado

Es importante notar que un único AA puede ocasionar más de un impacto ambiental. Es decir, que un impacto ambiental puede ser resultado de varios AA de la obra. Así, pesando en la economía de medios y eficiencia en el uso de recursos, es importante reconocer las similitudes en cuanto al origen de los impactos, puesto que los lineamientos técnicos para la evaluación de un impacto pueden servir para evaluar otros que provienen de los mismos AA o similares.

Por otra parte, los impactos “simples” o “directos” pueden producir impactos “indirectos” que pueden ser acumulativos, sinérgicos o en cadena. **Se abordan sólo los impactos directos** de la obra. Cada uno de estos AA puede generar uno o más impactos directos. La relación entre AA y los **potenciales** impactos se muestra en la **Figura C7. 83**.

En base a los FGI y AA que ocurren en esta obra, se identificó la ocurrencia **potencial** de 19 impactos directos que deberían ser evaluados ambientalmente dentro del SEIA³⁸. Los impactos presentes en la obra piloto 3 se listan en la **Tabla C7. 54** indicando el principal OP que es afectado.

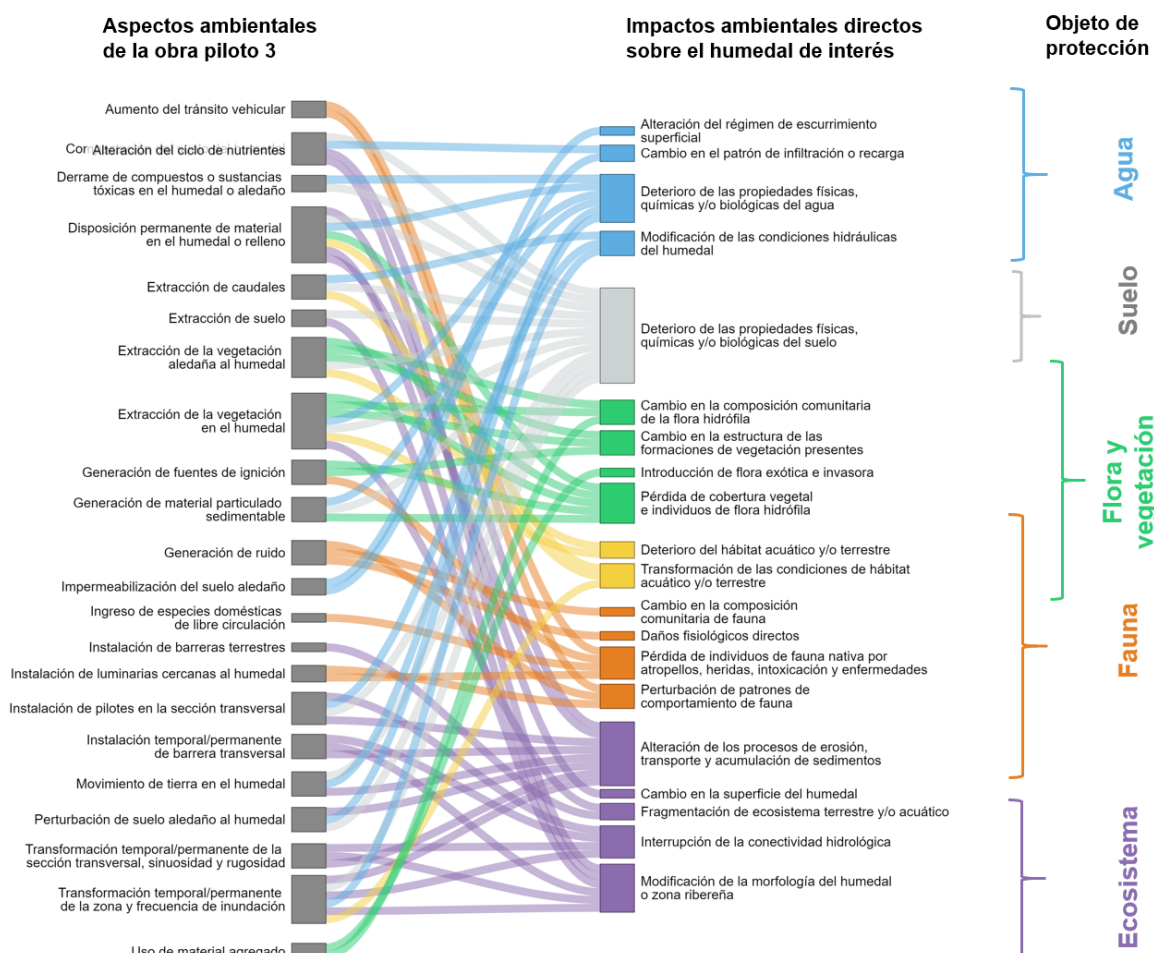


Figura C7. 83. Relaciones entre los (24) aspectos ambientales (partes o acciones) de la obra piloto 3 y los potenciales impactos (19) que pueden producir sobre los objetos de protección de humedal. Este es un listado referencial y no exhaustivo de impactos. Fuente: Elaboración propia

³⁸ Esta lista no es exhaustiva, pudiendo identificarse más impactos ambientales. La lista responde a los pasos lógicos y aplicación de las herramientas del estudio. Sin embargo, no se debe descartar la existencia de otros impactos sobre el humedal de interés.

Tabla C7. 54. Listado de potenciales impactos generados en las etapas del ciclo de vida de la obra piloto 3 “Puente segundo acceso a San José de La Mariquina”. Fuente: Elaboración propia.

Impacto directo identificado	OP principal
1. Alteración del régimen de escurrimiento superficial	Agua
2. Cambio en el patrón de infiltración o recarga	
3. Deterioro de las propiedades físicas, químicas y/o biológicas del agua	
4. Modificación de las condiciones hidráulicas del humedal	
5. Deterioro de las propiedades físicas, químicas y/o biológicas del suelo	Suelo
6. Cambio en la composición comunitaria de flora hidrófila	Flora y vegetación
7. Cambio en la estructura de las formaciones de vegetación presentes.	
8. Introducción de flora exótica e invasora.	
9. Pérdida de cobertura vegetal e individuos de flora hidrófila	
10. Deterioro del hábitat acuático y/o terrestre	Flora y vegetación y/o fauna
11. Transformación de las condiciones de hábitat acuático y/o terrestre	
12. Cambio en la composición comunitaria de fauna	Fauna
13. Daños fisiológicos directos	
14. Pérdida de individuos de fauna nativa por atropellos, heridas, intoxicación y enfermedades	
15. Perturbación de patrones de comportamiento de fauna	
16. Alteración de los procesos de erosión, transporte y acumulación de sedimentos	Ecosistema
17. Fragmentación de ecosistema terrestre o acuático (especificar)	
18. Interrupción de la conectividad hidrológica longitudinal del cauce	
19. Modificación de la morfología del humedal o zona ribereña	

A continuación, los impactos identificados serán descritos en mayor detalle para orientar el desarrollo de los procedimientos requeridos en el SEIA. Para cada impacto se describe:

- Consideraciones para determinar el área de influencia (AI)
- Consideraciones para describir los OP en el AI
- Lineamientos para identificar el impacto
- Lineamientos para estimar y cuantificar el impacto
- Criterios para evaluar la significancia del impacto

Para el correcto entendimiento de esta sección es necesario tener en cuenta que:

- Las AI se deben definir y justificar para cada elemento afectado del medio ambiente. Se habla en plural de las AI, ya que un solo proyecto o actividad tendrá varias AI, a razón de cada OP ambiental receptor de impactos. Por esta razón se muestran los impactos agrupados según su OP directamente afectado.
- La correcta evaluación de impactos requiere de la aplicación de modelos, simulaciones o cálculos matemáticos, así como también del respaldo de la

caracterización de los OP propios de las líneas base. Debido al alcance de este estudio, ninguno de estos procesos se llevó a cabo. En este sentido, para efectos de este ejemplo, se indican solo algunos lineamientos técnicos para el proceso de evaluación de impacto ambiental.

- Se recomienda revisar de qué Aspectos Ambientales y FGI se desprenden los impactos. Para esto, se puede revisar las secciones anteriores y revisar la Matriz de Alteraciones.

Impacto 1: Alteración del régimen de escurrimiento superficial

Este impacto ambiental proviene del siguiente AA de la obra:

- (13) Impermeabilización del suelo aledaño

Consideraciones para determinar el área de influencia (AI)

Para el caso de la obra en San José de la Mariquina se deben considerar todos los espacios de la obra en donde exista impermeabilización del suelo o una alta compactación que disminuya la tasa de infiltración en la cuenca aportante al humedal de interés. Las áreas que serán impermeabilizadas en este caso incluyen toda la zona que será modificada por la construcción de los caminos de acceso al puente por ambas riberas. Para estas zonas se debe identificar si existen puntos de descargas de aguas lluvias hacia el humedal de interés mediante colectores u otro elemento.

Considerando la relación de emplazamiento de la obra con respecto al humedal (obra dentro del humedal), el área de influencia debe considerar especialmente los espacios en donde, producto de la impermeabilización, se modifique la escorrentía en términos de cantidad y temporalidad del agua. El AI de este impacto incluye todas las zonas impermeables en donde se puedan acumular contaminantes como también el cuerpo de agua receptor de este.

Consideraciones para describir los OP en el AI

Este impacto se manifiesta sobre el OP **agua**, específicamente a su cantidad y temporalidad. Dado que el agua es un OP estructurante, este impacto puede repercutir en otros OP y generar diversos impactos indirectos que deben ser considerados adecuadamente en la evaluación ambiental del proyecto.

Para describir el OP agua, es necesario conocer el régimen hidrológico del humedal de interés. En este caso específico se cuenta con una estación fluviométrica en el Río Cruces a la altura de la ubicación de la obra. Recopilar los datos hidrológicos de esta estación permitirá determinar el régimen natural de caudales, incluyendo el comportamiento del humedal en condiciones normales y en condiciones extremas como tormentas de diferentes periodos de retorno (frecuencia de ocurrencia).

También, para describir adecuadamente el OP agua, es necesario conocer la cuenca aportante al humedal para poder modelar la respuesta hidrológica a los cambios producidos por la impermeabilización.

Lineamientos para identificar el impacto

Para identificar este impacto, es necesario definir las zonas de la cuenca aportante que serán impermeabilizadas y que se encuentran aguas arriba del humedal. Es decir, que, al generarse impermeabilización del suelo, el cambio en las condiciones de escorrentía repercutirá sobre el

humedal de interés. La predicción de este impacto se puede realizar mediante un modelo numérico que simule procesos de lluvia-escorrentía en los escenarios previo y post desarrollo del proyecto. El modelo deberá incluir toda el área que presente cambios en la impermeabilización del suelo como resultado del proyecto. Para predecir la ocurrencia del impacto se debe estimar el cambio en la respuesta hidrológica del sector de interés, con especial atención en los caudales máximos, tiempos de respuesta y volumen total escurrido/infiltrado.

Lineamientos para estimar y cuantificar el impacto

La cuantificación del impacto se realiza en base al modelo numérico lluvia-escorrentía que permita estimar el cambio en la respuesta hidrológica introducido por la obra. Notar que este mismo modelo permitirá cuantificar el impacto “**Cambio en el patrón de infiltración y recarga**”. Los cambios en la escorrentía afectan el OP agua directamente. No obstante, este OP genera condiciones estructurantes para la existencia de otros OP en el humedal, específicamente flora y fauna. Se sugiere adoptar un enfoque integral para cuantificar el impacto, estableciendo rangos en base a la variabilidad natural del régimen hidrológico, que permitan el sustento de la biota en su condición natural o actual. El titular deberá proponer rangos aceptables y debidamente justificados.

Criterios para evaluar la significancia del impacto

Se entenderá que existe un impacto significativo sobre el ecosistema cuando se altere su permanencia, regeneración o condiciones que hacen posible su desarrollo (Artículo 6° RSEIA). Con respecto a este impacto:

- En el caso del puente segundo acceso a San José de la Mariquina, la significancia de este impacto tiene un carácter **permanente**, ya que las zonas que serán impermeabilizadas y compactadas contemplan la instalación de infraestructura definitiva.
- Con respecto a la **regeneración**, no aplica en el caso de esta obra por el carácter definitivo de las obras. Sin embargo, esto debe ser considerado en el contexto de la cuenca aportante, ya que puede generar un efecto acumulativo con otras zonas impermeabilizadas dentro de la cuenca.
- La significancia de este impacto también debe considerar las **condiciones que hacen posible la presencia y desarrollo** del OP afectado (agua). La transformación desde suelo permeable a suelo impermeable puede transformar las condiciones del hidropereodo natural. Incluso, se puede producir sinergia con amenazas externas como el cambio climático que genera una disminución de precipitación en la zona de estudio.

Impacto 2: Cambio en el patrón de infiltración o recarga

Este impacto ambiental proviene de los siguiente AA de la obra. Estos aparecen en la fase constructiva y se mantienen durante la operación de la obra:

- (2) Compactación del suelo humedal
- (13) Impermeabilización del suelo aledaño

Consideraciones para determinar el área de influencia (AI)

Similar al impacto “Alteración del régimen de escurrimiento superficial” se deben considerar todas las zonas del proyecto que implican alta compactación o remplazo de la cobertura del suelo debido a pavimentación o revestimientos y, por ende, disminución de las tasas de infiltración. Notar que la disminución de la infiltración en el proyecto podrá significar una alteración en el flujo base subsuperficial hacia el Río Cruces. En este sentido se debe incorporar este cuerpo de agua receptor como parte del AI.

Consideraciones para describir los OP en el AI

Se deberá describir el régimen hidrológico del Humedal Río Cruces poniendo interés en el rol que cumple la infiltración para su sustento. Se deberá evaluar si existen aportes subsuperficiales significativos provenientes del área a intervenir.

Lineamientos para identificar el impacto

Para identificar este impacto se deberán definir las zonas de la cuenca aportante que serán altamente compactadas y por ende disminuirá su tasa de infiltración. Se debe definir si estas zonas y su infiltración cumplen un rol en el sustento hidrológico del humedal.

Lineamientos para estimar y cuantificar el impacto

Se sugiere construir un modelo hidrológico que permita cuantificar la diferencia de infiltración en el balance hidrológico en la situación con proyecto con respecto a la condición previa, se sugiere mostrar los resultados de manera porcentual. Debido a la permanencia de la impermeabilización y compactación debe considerarse un periodo de tiempo extenso (i.e., anual o mayor).

Criterios para evaluar la significancia del impacto

Se entenderá que existe un impacto significativo sobre el ecosistema cuando se altere su permanencia, regeneración o condiciones que hacen posible su desarrollo (Artículo 6° RSEIA). Para evaluar la significancia se recomienda evaluar la relevancia del sector a intervenir en el balance hidrológico del humedal, así como la **magnitud y extensión** del cambio introducido. Específicamente se deberá evaluar si estamos frente a: “La pérdida de suelo o de su capacidad para sustentar biodiversidad por degradación, erosión, impermeabilización, compactación o presencia de contaminantes.”

Cabe destacar también que este impacto se caracteriza por ser acumulativo con otros procesos de cambio de uso de suelo en la cuenca que deberán considerarse en su evaluación. Además, este impacto podrá producir sinergia con las amenazas introducidas por el cambio climático, vinculadas a la disminución de precipitación y por ende disminución del aporte de flujos al humedal, o bien, precipitaciones más intensas, lo cual genera caudales máximos aún más altos.

Impacto 3: Deterioro de las propiedades físicas, químicas y/o biológicas del agua

Este impacto ambiental proviene de múltiples AA, a excepción de (4), la mayoría de ellos ocurren principalmente durante la fase constructiva:

- (3) Derrame de compuestos o sustancias tóxicas en el humedal o aledaño
- (4) Disposición permanente de material en el humedal o relleno
- (8) Extracción de la vegetación en el humedal
- (10) Generación de Material Particulado Sedimentable
- (20) Movimiento de tierra en el humedal
- (21) Perturbación del suelo aledaño al humedal

Consideraciones para determinar el área de influencia (AI)

Debido a que este impacto se produce producto de múltiples AA y por ende, múltiples FGI se sugiere poner atención en todas las actividades dentro de la cuenca aportante que consideren :

- Acciones que dejen el suelo descubierto y cuyos sedimentos puedan ser arrastrados frente a precipitaciones.
- Acciones que se caractericen por emisiones de MPS o levantamiento de polvo.
- Acciones que deterioren la franja ribereña que actúa como filtro natural.
- Acciones con riesgo de derrame directo de contaminantes como hidrocarburos u otros.

El AI debe delimitarse desde aguas arriba hacia aguas abajo, considerando que aguas arriba es el sector de la cuenca aportante donde se realizan estas acciones y hacia aguas el cuerpo de agua receptor. La delimitación del AI en la zona dependerá de modelaciones hidrodinámicas o de dispersión de contaminantes según lo que se describe a continuación.

Consideraciones para describir los OP en el AI

Se deberá caracterizar el régimen hidrológico del humedal desde el punto de vista de la calidad del agua a través del análisis de reportes de calidad del agua públicos, monitoreos in-situ, modelaciones hidráulicas, entre otras se deberá definir como mínimo:

- Rangos óptimos de indicadores de calidad del agua, considerando entre ellos los parámetros SST, Metales, Hidrocarburos y macroinvertebrados.
- Capacidad de dilución del Río Cruces.
- Potencial de arrastre de sedimentos.

Lineamientos para identificar el impacto

Para el caso de la obra en análisis, verificar si existen acciones con potencial de arrastre de sedimentos hacia el humedal Río Cruces. Esto ya que ocurren tanto dentro del humedal como aguas arriba. Por otro lado, existe potencial de derrame de contaminantes especialmente

cuando la maquinaria está trabajando dentro del río Cruces durante la fase constructiva del puente.

Lineamientos para estimar y cuantificar el impacto

Para cuantificar el impacto se deberá simular la hidrodinámica del Río Cruces con el fin de caracterizar la potencialidad de arrastre de sedimentos y dispersión de contaminantes. Este deberá considerar el volumen estimado derramado de contaminantes como también la tasa de arrastre de sedimentos en las etapas constructivas más intensas.

Se recomienda además implementar un monitoreo de la calidad de las aguas previo, durante y posterior a la ejecución de las obras. Esto a fin de ser comparado eventualmente con la calidad de las aguas post derrame y con los parámetros definidos en la NSCA de la cuenca del Río Valdivia y NCh 1.333 (Ver **Selección de Indicadores de Viabilidad Ecológica**).

Criterios para evaluar la significancia del impacto

Se entenderá que existe un impacto significativo sobre el ecosistema cuando se altere su permanencia, regeneración o condiciones que hacen posible su desarrollo (Artículo 6° RSEIA). De forma general, se entenderá que se genera un impacto significativo cuando exista “superación de los valores de las concentraciones establecidos en las normas secundarias de calidad ambiental vigentes o el aumento o disminución significativos, según corresponda, de la concentración por sobre los límites establecidos en éstas. Para el caso del Río Cruces se recomienda evaluar la significancia del impacto comparando los parámetros de calidad del agua monitoreados con lo propuesto en el proyecto de NSCA para la cuenca del Río Valdivia. Para aquellos parámetros no definidos en esta se sugiere el uso de la NCh 1.333 o bien rangos definidos en base a monitoreos previo a la ejecución de la obra.

Debido a que la mayoría de los AA que provocan este impacto ocurren solo en la fase constructiva, se debe poner atención en el criterio de **duración** del impacto. Para el caso de los derrames accidentales desde maquinarias se deberá considerar también la probabilidad de ocurrencia.

Impacto 4: Modificación de las condiciones hidráulicas del humedal

Este impacto ambiental proviene de AA que ocurren durante la fase constructiva:

- (25) Transformación temporal de la zona y frecuencia de inundación
- (5) Extracción de caudales

Y otros AA que aparecen en la fase constructiva pero que permanecen en el tiempo:

- (23) Transformación permanente de la zona y frecuencia de inundación
- (17) Instalación de pilotes en la sección transversal

Consideraciones para determinar el área de influencia (AI)

Este impacto ocurre directamente sobre el Río Cruces y para determinar el AI debe considerarse la distancia suficiente hacia aguas arriba y hacia aguas abajo por el cauce tal que ya no se observen modificaciones en el eje hidráulico, velocidad del flujo y área inundable. Para una modelación preliminar se recomienda al menos considerar todo el tramo homogéneo de interés definido en el proceso de segmentación.

Consideraciones para describir los OP en el AI

Se debe conocer el comportamiento hidráulico del cauce del Río Cruces en diferentes condiciones, es decir, frente a tormentas significativas y en sus condiciones más frecuentes para la temporada seca y para la lluviosa. Se recomienda construir un modelo hidráulico capaz de simular el eje hidráulico frente a diferentes caudales representativos.

Lineamientos para identificar el impacto

El impacto existe cuando se proyectan cambios en variables como altura de agua, velocidad, caudal pasante y área inundable que a su vez generan otros impactos negativos en la hidrogeomorfología, flora y fauna. Debido a que el agua es un OP estructurante, las modificaciones en las condiciones hidráulicas producen impactos en cadena importantes como “Alteración de los procesos de erosión, transporte y acumulación de sedimentos” y “Cambio en la superficie del humedal” y “Transformación de las condiciones de hábitat acuático.”

Lineamientos para estimar y cuantificar el impacto

El foco en la cuantificación del impacto está en estimar el cambio introducido sobre variables hidráulicas que a su vez generan impactos sobre otros OP. Para esto se debe llevar a cabo una simulación hidráulica en la condición sin y con proyecto. Para aquellos AA que ocurren solo durante la fase constructiva se deberá poner atención en la duración del impacto.

Criterios para evaluar la significancia del impacto

A través de la modelación hidráulica se deberá cuantificar el cambio de las variables como altura de agua, velocidad, caudal pasante y área inundable y evaluar cómo este cambio repercute en las condiciones que hacen posible la permanencia y desarrollo del ecosistema humedal Río Cruces en su tramo de interés.

Impacto 5: Deterioro de las propiedades físicas, químicas y/o biológicas del suelo

Este impacto ambiental proviene de múltiples AA de la obra:

- (02) Compactación del suelo del humedal
- (03) Derrame de compuestos o sustancias tóxicas en el humedal o aledaño
- (04) Disposición permanente de material en el humedal o relleno
- (05) Extracción de caudales
- (06) Extracción de suelo
- (06) Extracción de vegetación aledaña al humedal
- (08) Extracción de vegetación en el humedal
- (10) Generación de material particulado sedimentable
- (17) Instalación de pilotes en la sección transversal
- (20) Movimiento de tierra en el humedal
- (21) Perturbación de suelo aledaño al humedal
- (23 & 25) Transformación temporal/permanente de la zona y frecuencia de inundación

Consideraciones para determinar el área de influencia (AI)

En el caso de la construcción de puentes, como en la obra piloto 3, el Área de Influencia (AI) para el componente suelo se define a partir de los impactos directos e indirectos que las actividades de construcción generan en sus propiedades físicas, químicas y biológicas. Las acciones como la compactación, el movimiento de tierra y la extracción de vegetación modifican la estructura del suelo, reducen su capacidad de infiltración y aumentan la susceptibilidad a la erosión.

Para la obra piloto 3, el AI incluye tanto las zonas de trabajo directo, como las áreas adyacentes que podrían verse afectadas por el tránsito de maquinaria pesada y la sedimentación de material particulado. Asimismo, se deben considerar los cambios en los patrones de inundación del humedal, lo que podría alterar los ciclos de saturación del suelo en áreas vecinas.

Es fundamental que el AI abarque también las zonas donde se acumularán sedimentos, ya que estos pueden influir en la calidad del suelo a largo plazo, afectando su funcionalidad y su capacidad para sostener vegetación nativa en el entorno de la obra.

Consideraciones para describir los OP en el AI

La definición del AI para el OP suelo requiere una caracterización detallada de la calidad del suelo que será compactado y modificado. Es necesario identificar los horizontes del perfil del suelo que se verán afectados, describiendo su textura, granulometría, cantidad de materia orgánica, y otros atributos esenciales. Especial atención se debe prestar a la presencia de indicadores de suelo hídrico, tales como rasgos redoximórficos y suelos gley, dado que estos suelos permiten el desarrollo de la flora hidrófila característica de humedales cercanos. Además, es importante delimitar y evaluar las interacciones entre el agua subterránea, superficial y el suelo, incluyendo la identificación de ecosistemas dependientes como humedales, áreas de recarga y descarga. En este contexto, se deben analizar las propiedades fisicoquímicas del

suelo mediante estudios multiparamétricos, lo cual permitirá definir su capacidad de soporte y su vulnerabilidad a la compactación. Cabe señalar que, al intervenir suelos hídricos previamente saturados, como los del lecho del río, se incrementa el riesgo de oxidación debido a la exposición al aire, lo cual puede alterar las propiedades del suelo y afectar su función ecológica.

Lineamientos para identificar el impacto

Es crucial especificar la fase de la obra piloto 3 en la que se generan estos impactos, la intensidad y frecuencia de las actividades, así como la cantidad de fuentes de emisión. Además, es necesario considerar las condiciones meteorológicas más desfavorables, ya que factores como la humedad y las precipitaciones pueden reducir la dispersión de MPS. En el caso de la obra piloto 3, este impacto puede presentarse durante actividades como la excavación para fundaciones de estribos y cepas, la compactación de terraplenes, y en las fases de instalación y cierre de faenas, especialmente en limpiezas de terreno y demoliciones.

El impacto sobre el suelo, producto de la generación de Material Particulado Sedimentable (MPS), se manifiesta cuando las actividades que generan emisiones atmosféricas, como el escarpe, demolición, excavación, erosión de material acopiado, carguío y volteo de material, compactación del terreno, tránsito de vehículos y maquinaria pesada, y combustión de fuentes fijas.

Lineamientos para estimar y cuantificar el impacto

Para estimar y cuantificar el impacto sobre el suelo en la obra piloto 3, se debe calcular el volumen de suelo extraído y describir sus características, como textura, granulometría y materia orgánica. La identificación de indicadores de suelo hídrico es crucial para comprender su rol en el humedal. Además, se recomienda implementar un modelo de dispersión gaussiana para predecir la sedimentación de MPS en el suelo y vegetación circundante, considerando variables meteorológicas y topográficas.

La evaluación de las condiciones iniciales del terreno, mediante inspecciones y análisis satelitales, permitirá identificar impactos preexistentes y acumulativos. También es fundamental monitorear la calidad del suelo en áreas susceptibles a derrames de sustancias tóxicas. Finalmente, para evaluar la compactación del suelo por la maquinaria, se sugiere desarrollar un modelo predictivo, comparando los cambios físicos con las condiciones originales, y estimar posibles efectos sobre la vegetación hidrófila aledaña.

Criterios para evaluar la significancia del impacto

La evaluación de la significancia del impacto en el suelo del humedal se fundamenta en tres criterios clave: permanencia, regeneración y las condiciones necesarias para el desarrollo del organismo que lo habita. Estos aspectos permiten determinar el alcance y la relevancia de los efectos derivados de las actividades en el terreno.

- **Permanencia:** Se considera significativo si la alteración de las condiciones del suelo, como la pérdida de capacidad de infiltración, tiene efectos permanentes en la estructura

del ecosistema, afectando la biodiversidad que depende de él. Por ejemplo, la significancia de la instalación de pilotes altera de manera permanente el suelo. Por otra parte, la transformación temporal de la zona de inundación, mediante instalación de islas y secado (o agotamiento) del suelo para instalar el pilote, es un impacto temporal ya que, una vez construido el pilote, la zona se vuelve a inundar. En el caso de la extracción de suelo se altera la permanencia del recurso (suelo) ya que el área es reemplazada por obras permanentes como caminos, taludes, enrocados, entre otros.

- **Regeneración:** Este criterio evalúa la capacidad del suelo para recuperarse después de un impacto. La regeneración suele ser un proceso lento y puede requerir medidas de mitigación, como el control de erosión y la incorporación de enmiendas orgánicas.
- **Condiciones que permiten la presencia y desarrollo del OP:** Se debe analizar si el impacto afectará la capacidad del ecosistema para mantener su estructura y calidad, lo que es esencial para la supervivencia de las especies y la salud del humedal.

Impacto 6: Cambio en la composición comunitaria de flora hidrófila

En el caso de la obra piloto 3, este impacto ocurre producto de un único AA:

- (28) “Uso de material agregado”.

Este AA ocurre durante la etapa de instalación de la empresa en sitios dónde se realiza carga y descarga de materiales y durante la etapa de ejecución de la obra para actividades como la formación y compactación de terraplenes, instalación de capas granulares, enrocado, excavación para fundaciones de estribos y cepas, protección de cepas y revestimiento de fondos.

Consideraciones para determinar el área de influencia (AI)

La determinación del AI del OP “flora y vegetación” en el contexto de la construcción del puente de la obra piloto 3, debe considerar todos los espacios en que se almacena, transporta y aplica material granulado. El uso de material agregado consiste en la incorporación de áridos en diversas partes del proyecto, como la conformación de terraplenes para construir caminos. Si los áridos provienen de áreas donde hay presencia de semillas de plantas invasoras, su uso puede resultar en la propagación de especies no nativas, como gramíneas y arbustos, que afectan negativamente la composición de la flora y vegetación en el humedal. Por lo tanto, el AI debe incluir no solo la zona de aplicación de estos materiales, sino también las áreas adyacentes a las actividades de la obra, que pueden facilitar la dispersión de estas especies invasoras. Esto es especialmente crítico en zonas ribereñas y áreas sin vegetación que podrían ser vulnerables a la colonización de flora exótica.

Consideraciones para describir los OP en el AI

Para describir adecuadamente el OP “flora y vegetación”, se debe considerar la presencia y distribución de las especies presentes, su diversidad y la estructura de la vegetación. Esto incluye la descripción de la vegetación ribereña, considerando su funcionalidad y la extensión de la franja ribereña. Es esencial evaluar la riqueza específica, la abundancia de especies nativas versus introducidas, así como la presencia de especies en categorías de conservación y formaciones vegetales frágiles. Estos indicadores permiten una comprensión más clara del estado actual de la flora hidrófila y de cómo el impacto del uso de material agregado podría alterar la composición comunitaria de estas especies en el humedal.

Lineamientos para identificar el impacto

El uso de material agregado en la construcción del puente puede provocar un impacto en la flora y vegetación debido a la posible introducción de especies exóticas invasoras. Para identificar la ocurrencia de este impacto, se debe evaluar la presencia de propágulos en el material, la identificación de las especies y su potencial de invasión. Esto se puede realizar mediante la toma de muestras de los áridos y el tamizaje para aislar las semillas presentes. Paralelamente, la identificación del impacto se relaciona con la vulnerabilidad del sitio ante la invasión de especies exóticas, considerando factores como la cobertura actual y la presencia

de suelo descubierto que puedan ser un nicho ecológico para la colonización de especies exóticas e invasoras.

Lineamientos para estimar y cuantificar el impacto

Además de los aspectos relacionados con la flora exótica invasora, es necesario evaluar el potencial de invasión de la flora y vegetación en el contexto del uso de material agregado. Factores como las condiciones abióticas y bióticas del ecosistema receptor, incluyendo la diversidad de especies nativas y la presencia de áreas degradadas, pueden influir en la invasividad de las especies.

La elaboración de modelos de dispersión para prever la propagación de especies invasoras puede ser una herramienta útil para cuantificar el impacto potencial en la flora y vegetación de la zona afectada. Un ecosistema receptor más perturbado es más propenso a la colonización por especies exóticas, lo que resalta la importancia de un monitoreo continuo y una gestión adecuada de los recursos naturales en el área del proyecto.

Criterios para evaluar la significancia del impacto

El impacto del uso de material granular en la obra piloto 3 se considerará significativo para el OP “flora y vegetación” si afecta su permanencia, regeneración o las condiciones necesarias para su desarrollo. Para evaluar estos tres componentes, se sugiere adoptar criterios que aseguren la preservación de las características ecológicas y el funcionamiento del humedal en su conjunto. En el caso del uso de material agregado en la construcción del puente, se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- **Permanencia:** El material granular aplicado produce un impacto que puede verse manifestado varios meses luego de la construcción de la obra, cuando las semillas presentes en los áridos comienzan a germinar. La permanencia del OP “flora y vegetación” dependerá del tipo de control que se realice de estas semillas y de los propágulos que germinen. Con un adecuado control, es posible reducir la permanencia sobre el OP ya que eventualmente el banco de semillas viables se verá agotado.
- **Regeneración:** Si se verifica que el material agregado contiene semillas de especies exóticas e invasoras, esto puede comprometer de manera considerable la regeneración de la flora local. Las especies invasoras se caracterizan por un rápido crecimiento y dispersión, ocupando agresivamente el nicho ecológico de especies de flora nativas que pueden ser de crecimiento más lento y dispersión reducida.
- **Condiciones que permiten la presencia y desarrollo del OP:** La presencia de semillas de plantas exóticas invasoras en el material puede restringir las condiciones necesarias para el crecimiento y desarrollo de la vegetación nativa existente. La significancia del impacto dependerá del tipo de especies exóticas invasoras y el nivel de control que se realice posterior a la construcción de la obra.

Impacto 7: Cambio en la estructura de las formaciones de vegetación presentes

Este impacto ambiental proviene de múltiples AA de la obra piloto 3:

- (07) Extracción de vegetación aledaña al humedal
- (08) Extracción de vegetación en el humedal
- (09) Generación de fuentes de ignición

Con respecto a los AA (07) y (08) que implican la extracción de vegetación AA ocurren durante la etapa de ejecución de la obra como parte de la preparación de espacios para la construcción del puente y caminos de acceso. Con respecto al AA (09) Generación de fuentes de ignición, ocurre durante la ejecución de la obra asociado a la instalación de elementos con soldaduras.

Consideraciones para determinar el área de influencia (AI)

El AI debe incluir todas las zonas del humedal donde se retirará o alterará la vegetación, así como áreas aguas arriba cuya escorrentía pueda afectar el ecosistema. La delimitación del humedal puede requerir un enfoque iterativo, ya que es posible que se necesiten estudios en terreno para obtener una definición precisa. Esta definición sirve para distinguir el impacto sobre la vegetación “en” el humedal (09) y “aledaña” al humedal (07)

Se deben identificar las áreas donde se realizará la extracción de vegetación y aquellas que recibirán algún tipo de intervención, recomendando la inclusión de una zona de amortiguación para minimizar el impacto. La remoción de la vegetación conlleva una disminución de la cobertura vegetal, alterando la estructura y composición de la comunidad vegetal y, por ende, transformando el paisaje y las condiciones de hábitat acuático y terrestre.

Consideraciones para describir los OP en el AI

En este caso el foco del OP “flora y vegetación”, el Atributo Ecológico Clave (AEC) apropiado sería la “estructura de la vegetación ribereña”. Para caracterizar la estructura y composición de la vegetación ribereña se debe describir la composición de especies presentes, elaborar un listado detallado de ellas e identificar su estado de conservación, así como la estructura horizontal y vertical de las comunidades. Además, se debe analizar la distribución espacial de las especies, haciendo especial énfasis en aquellas que enfrentan problemas de conservación y en su funcionalidad ecológica, incluyendo los procesos ecológicos que interactúan con otros componentes del ecosistema. Este enfoque garantizará una comprensión integral de cómo las especies ribereñas contribuyen al equilibrio del humedal.

Lineamientos para identificar el impacto

La identificación de este impacto se manifiesta principalmente en acciones como la limpieza del terreno y la apertura de empréstito. También pueden surgir durante la construcción del puente, específicamente en actividades como la excavación para las fundaciones de los estribos y la formación de terraplenes. En el caso específico de la obra piloto 3, las zonas ribereñas poseen alta cobertura de especies exóticas e invasoras como el aramo australiano y eucalipto. Sin

embargo, es posible que existan especies de vegetación hidrófila nativa que sean anuales o bianuales, lo que dificulta su identificación durante ciertas épocas del año. Por ello, se sugiere realizar campañas de muestreo en primavera y verano, cuando la mayoría de las especies muestran sus órganos reproductivos. Si estas campañas no se llevan a cabo, se corre el riesgo de subestimar la riqueza y abundancia de la flora hidrófila presente. La identificación del impacto también debe incluir zonas aledañas al humedal, especialmente aquellas situadas aguas arriba que influyan en su estado.

Lineamientos para estimar y cuantificar el impacto

Para estimar y cuantificar el impacto de la extracción de vegetación en el humedal, se debe evaluar la presencia y cobertura porcentual de especies usando un estándar de 1 m², aplicando el método Braun-Blanquet. Es igualmente importante describir las diferentes comunidades vegetales ribereñas e hidrófilas presentes en el humedal, teniendo en cuenta el enfoque ecosistémico. Para cuantificar el impacto sobre la vegetación en el humedal y en áreas aledañas, es necesario obtener una dimensión espacial del impacto (superficie afectada), lo cual puede realizarse mediante observaciones en terreno o imágenes satelitales, o una combinación de ambos métodos. Se debe estimar o proyectar el porcentaje de cobertura remanente después de la construcción del puente y sus accesos.

Criterios para evaluar la significancia del impacto

La extracción de vegetación dentro del humedal se considerará un impacto significativo cuando afecte especies de flora en estado de conservación o cuando existan planes de recuperación y gestión de dichas especies en el área de intervención, por ejemplo, planes RECOGE. En este sentido, es fundamental evaluar tres aspectos clave de la afectación sobre el OP:

- **Permanencia:** La extracción de vegetación aledaña al humedal generalmente es permanente, ya que se sustituye por obras como caminos y taludes.
- **Regeneración:** La capacidad de regeneración de la flora hidrófila puede verse comprometida. En el contexto de obras viales, la extracción suele ser irreversible, lo que imposibilita la regeneración en el área afectada.
- **Condiciones para el desarrollo:** Se eliminan o reducen las condiciones que permiten la presencia y desarrollo de vegetación en el AI, además de que las medidas de manejo posterior a la construcción pueden incluir el control de la vegetación que intenta regenerarse, afectando así el ecosistema de manera adversa.

Impacto 8: Introducción de flora exótica e invasora.

El uso de material agregado en la obra piloto 3 puede conllevar la dispersión accidental de semillas y otras formas de propagación de flora exótica invasora. Este impacto ocurre cuando el material agregado proviene de sectores contaminados por especies invasoras, como el espinillo (*Ulex europaeus*), las cuales pueden establecerse y colonizar áreas intervenidas, favorecidas por la capacidad dispersora de ecosistemas ribereños y humedales.

En el caso de la obra piloto 3, este impacto ocurre producto de un único AA:

- (28) “Uso de material agregado”.

Este AA ocurre durante la etapa de instalación de la empresa en sitios dónde se realiza carga y descarga de materiales y durante la etapa de ejecución de la obra cuando se dispone material granular.

Consideraciones para determinar el área de influencia (AI)

El área de influencia de este impacto debe abarcar no solo las zonas donde se aplican los áridos, sino también áreas circundantes propensas a la invasión, como zonas degradadas, praderas abiertas, y bordes de humedales. Es fundamental evaluar las áreas expuestas y su vulnerabilidad, tomando en cuenta la falta de cobertura vegetal que facilita la invasión. También se deben considerar las zonas en las que sea almacenado temporalmente el material granular y las vías de tránsito de maquinaria que puedan transportar este material y dispersarlo accidentalmente, ya sea por pérdidas en el traslado o mediante el movimiento de material granular en ruedas y otras partes de maquinaria.

Consideraciones para describir los OP en el AI

La descripción del OP afectado se enfoca en la flora nativa presente en el AI. En particular, es necesario describir aspectos como la riqueza y abundancia de especies, con énfasis en la proporción de especies nativas e introducidas. También es relevante identificar la presencia de formaciones vegetales vulnerables y de especies de flora en alguna categoría de conservación.

Lineamientos para identificar el impacto

La introducción de flora exótica e invasora debe evaluarse a partir de la identificación de posibles propágulos en el material agregado. Este análisis incluye la revisión de semillas u otras estructuras vegetativas que puedan ser transportadas, especialmente en ecosistemas con baja diversidad o perturbados. Metodológicamente, esta identificación se puede realizar mediante la toma de muestras de los áridos y el tamizaje para aislar las semillas presentes e identificar las especies de flora exótica e invasora.

Lineamientos para estimar y cuantificar el impacto

El impacto se puede cuantificar a partir de la invasividad de las especies exóticas detectadas en el material agregado, considerando factores como la disponibilidad de nichos ecológicos y la competencia con especies nativas. Es recomendable complementar este análisis con modelos predictivos de dispersión de las especies exóticas, los cuales permiten proyectar la expansión de la invasión y su impacto a largo plazo. Además, se debe evaluar el potencial de propagación de las especies invasoras en ecosistemas ribereños, donde la conectividad y dinámica natural del agua puede acelerar su dispersión. Un monitoreo continuo de las especies introducidas será clave para evaluar la evolución del impacto.

Criterios para evaluar la significancia del impacto

El impacto causado por el uso de material agregado en la obra piloto 3 será significativo para el OP “flora y vegetación” si afecta su permanencia, capacidad de regeneración o las condiciones para su desarrollo. Para determinar la significancia, se deben aplicar criterios que garanticen la conservación del ecosistema del humedal y su funcionalidad. Los aspectos a considerar son:

- **Permanencia:** El uso de material agregado con semillas de flora exótica puede generar impactos visibles meses después de la obra, cuando las semillas germinan. La permanencia del impacto en la flora local dependerá de las medidas de control aplicadas. Un control efectivo puede limitar el establecimiento de especies invasoras, agotando el banco de semillas presentes en los áridos.
- **Regeneración:** Si el material agregado contiene semillas de flora invasora, la regeneración de la vegetación nativa puede verse gravemente comprometida. Las especies exóticas suelen tener tasas de crecimiento y dispersión más rápidas, lo que las hace más competitivas frente a la flora nativa de regeneración más lenta.
- **Condiciones para el desarrollo del OP:** La introducción de flora invasora puede alterar las condiciones necesarias para la flora nativa, restringiendo su desarrollo y crecimiento. La significancia del impacto dependerá tanto del tipo de especies invasoras presentes como del nivel de intervención posterior a la construcción para controlar su propagación

Impacto 9: Pérdida de cobertura vegetal e individuos de flora hidrófila

Este impacto ambiental proviene de múltiples AA de la obra:

- (04) Disposición permanente de material en el humedal o relleno
- (06) Extracción de vegetación aledaña al humedal
- (08) Extracción de vegetación en el humedal
- (09) Generación de fuentes de ignición
- (10) Generación de material particulado sedimentable

El AA “Generación de material particulado sedimentable” está presente a lo largo de todo el ciclo de vida de la obra incluyendo la etapa de construcción (según etapas SEA) de la obra, que incluye las fases de la instalación de la empresa, la ejecución de la obra y la finalización (según etapas MOP) y posteriormente la etapa de operación (según etapas SEA). El resto de los AA ocurren durante la etapa de construcción.

Consideraciones para determinar el área de influencia (AI)

El AI de este impacto se determina para el OP afectado directamente que es la “flora y vegetación”. El AI de la pérdida de cobertura vegetal y de flora hidrófila debe abarcar las zonas directamente intervenidas durante la obra, como el humedal y sus áreas aledañas. La disposición permanente de material, la extracción de vegetación y la generación de material particulado sedimentable pueden impactar no solo en el área inmediata, sino también en zonas ribereñas que dependen de la vegetación hidrófila para su estabilidad ecológica. El AI también debe incluir cuerpos de agua cercanos, ya que los efectos de los sedimentos y la pérdida de vegetación pueden generar cambios significativos en la calidad del agua y en los ecosistemas acuáticos asociados y la vegetación hidrófila presente en éstos. Se sugiere considerar la extensión completa intervenida por la construcción del puente y sus caminos de acceso, las riberas circundantes, especialmente aquellas con vegetación hidrófila, prestando especial atención a las zonas expuestas al depósito de material y a fuentes de ignición.

Consideraciones para describir los OP en el AI

Para describir el OP “flora y vegetación” en el AI se considera la cobertura vegetal hidrófila y la diversidad de especies presentes. La flora hidrófila desempeña un papel clave en el equilibrio del ecosistema, regulando la retención de agua, la protección contra la erosión y proporcionando hábitat para la fauna local. Al describir el estado actual del OP antes de la obra, considerar aspectos como el porcentaje de cobertura en el AI, la riqueza específica, abundancia relativa, la proporción de especies nativas e introducidas, y la presencia de especies endémicas o en categoría de conservación. También es importante evaluar la estructura de la vegetación, su capacidad para regenerarse después de la intervención, y la fragmentación de hábitats que puede producirse debido a la obra

Lineamientos para identificar el impacto

El impacto de la pérdida de cobertura vegetal e individuos de flora hidrófila puede originarse desde la disposición permanente de material en el humedal, la extracción de vegetación, y la generación de fuentes de ignición, que podrían destruir o dañar plantas sensibles. En particular, la extracción directa de vegetación en o alrededor del humedal y la acumulación de material sedimentable son fuentes principales de esta pérdida. La identificación del impacto incluye la disminución de la densidad de la cobertura vegetal, la mortalidad de especies vegetales locales, y la alteración de la estructura del ecosistema en la zona ribereña. Para identificar el impacto, es crucial contar con un levantamiento del estado inicial, previo a la obra, del AI y considerar el tipo de cobertura vegetal que será modificado por las actividades de construcción del puente.

Lineamientos para estimar y cuantificar el impacto

La comparación entre la cobertura vegetal inicial y la posterior a la intervención es la base para cuantificar el impacto. Se deben establecer indicadores como el porcentaje de pérdida de vegetación y la densidad de especies afectadas. También se puede emplear un análisis de la capacidad de regeneración del ecosistema para proyectar la recuperación de la vegetación en el mediano y largo plazo. Para una estimación integral del impacto causado por la pérdida de cobertura de vegetación, se sugiere también considerar la escala de paisaje. Es recomendable considerar la fragmentación del hábitat y el grado de aislamiento de las especies vegetales tras las intervenciones.

Criterios para evaluar la significancia del impacto

El impacto de la pérdida de cobertura vegetal e individuos de flora hidrófila se considera significativo si afecta la permanencia, regeneración o las condiciones necesarias para el desarrollo de estas especies en el área afectada.

- **Permanencia:** La pérdida de cobertura vegetal puede tener efectos a largo plazo si no se toman medidas de reparación. La permanencia del daño sobre el OP dependerá de la extensión del área afectada y de la capacidad de las especies vegetales para recolonizar las zonas intervenidas. Si no se implementan planes de restauración, la pérdida puede prolongarse durante años, afectando la funcionalidad del humedal y la estructura ecológica del sitio.
- **Regeneración:** La capacidad de regeneración de la flora hidrófila depende de las condiciones del suelo, la disponibilidad de agua y la ausencia de especies invasoras que supongan una competencia. Si las actividades de construcción generan una alteración severa de estas condiciones o favorecen la introducción de especies invasoras, la regeneración de la vegetación nativa puede verse seriamente comprometida. Las especies invasoras, al ocupar rápidamente los nichos ecológicos vacíos, pueden inhibir el regreso de las especies nativas.
- **Condiciones que permiten el desarrollo del OP:** Las condiciones hidrológicas y la calidad del suelo son fundamentales para el desarrollo de la flora hidrófila. Si el uso de material granular o la alteración del flujo de agua modifican estas condiciones, la vegetación nativa puede no encontrar un ambiente adecuado para su crecimiento.

Además, el depósito de material sedimentable y la extracción de vegetación pueden crear condiciones adversas para el desarrollo y la reproducción de estas especies, afectando tanto su viabilidad como su función ecológica dentro del humedal.

Impacto 10: Deterioro del hábitat acuático y/o terrestre

Este impacto ambiental proviene de 3 AA de la obra piloto 3, los cuales afectan de manera diferente a dos OP: “fauna” y “flora y vegetación”. Las acciones de la obra producen diferentes FGI que derivan en este impacto, por lo cual el diseño de medidas debe estar asociado a los FGI específicos de cada AA y el OP que se busca proteger.

- (07) Extracción de vegetación aledaña al humedal.
- (08) Extracción de vegetación en el humedal.
- (11) Generación de ruido.

En este caso es un impacto ambiental que afecta directamente a dos OP: Primero, el OP “flora y vegetación” relacionado a los AA (07) y (08) que ocurren durante la etapa de ejecución de la obra como parte de la preparación de espacios para la construcción del puente y caminos de acceso. Segundo, el OP “fauna” también es afectado por la extracción de vegetación ya que ésta ofrece condiciones de refugio, alimento y zonas de reproducción para muchas especies de fauna. Este OP también se ve afectado por el AA (11) a lo largo de toda la obra, ya que la generación de ruido ocurre en todas las etapas de la obra. Se sugiere revisar también otros impactos que producen cambios similares en el OP “fauna” producto de la generación de ruido, específicamente:

- Daños fisiológicos directos.
- Perturbación de patrones de comportamiento de fauna.

Consideraciones para determinar el área de influencia (AI)

Para determinar el AI del OP “fauna” se definirá el alcance máximo de las emisiones de ruido. Se debe identificar la diferencia entre los niveles de ruido proyectados y el ruido de fondo en zonas clave para la nidificación, reproducción o alimentación de especies nativas. El AI se describirá en función de hábitats relevantes, incluyendo áreas protegidas que puedan verse afectadas por el ruido. También considerar las zonas en donde se extrae vegetación ya que ésta presta importantes funciones para la fauna: refugio, alimentación y zonas de nidificación y reproducción.

El AI en dónde ocurre el deterioro de hábitat que afecte el OP “flora y vegetación” se define en base a todas las zonas intervenidas por la obra mediante la extracción de vegetación, tanto en el humedal y como en sus áreas adyacentes. Actividades como la disposición de material, extracción de vegetación y generación de sedimentos pueden impactar tanto en áreas inmediatas como en zonas ribereñas, afectando su estabilidad ecológica. Se sugiere incluir las riberas circundantes y las zonas expuestas a depósitos de material y fuentes de ignición.

Consideraciones para describir los OP en el AI

Con respecto a la descripción de la flora y vegetación, se sugiere caracterizar su riqueza específica, abundancia total y específica, proporción o porcentaje de especies nativas/introducidas, presencia de especies en categoría de conservación, presencia de

formaciones vegetales frágiles o escasas, índice de Braun-Blanquet. Para la descripción de la fauna, la descripción debe considerar la riqueza específica, abundancia total y específica, presencia de peces en categoría de conservación, y evidencia de reclutamiento. Sobre la comunidad de anfibios y reptiles, también se sugiere describir su riqueza específica, abundancia relativa, presencia de especies de anfibios y reptiles en categoría de conservación y evidencias de reclutamiento.

Lineamientos para identificar el impacto

El deterioro del hábitat para flora y vegetación se identifica en las etapas de instalación de la empresa constructura y ejecución de la obra. Para la obra piloto 3, estas etapas incluyen acciones como la limpieza de terreno, excavación para fundaciones de estribos y cepas, formación y compactación de terraplenes. Todas las acciones que impliquen la extracción de la vegetación presente antes de la obra constituyen parte del impacto.

Con respecto al hábitat para la fauna se debe tener siempre en cuenta la diferencia entre los niveles de ruido del proyecto y el ruido de fondo del entorno. Para ello, se utilizarán los modelos de predicción de la Guía para la Predicción y Evaluación de Impactos por Ruido y Vibración en el SEIA (SEA, 2019).

Lineamientos para estimar y cuantificar el impacto

Para estimar y cuantificar el impacto de la extracción de vegetación en el humedal, se debe detallar la presencia de especies y su cobertura porcentual utilizando un área estándar de 1 m² (método Braun-Blanquet).

El deterioro de hábitat de fauna producido por la extracción de flora hidrófila se debe estimar mediante una caracterización inicial de la fauna presente, con especial enfoque en aquellas especies que utilizan la flora hidrófila como refugio o para el desarrollo de sus actividades vitales (peces, anfibios y reptiles). En este sentido, es relevante identificar el número de especies por comunidad, su abundancia relativa, y si es que tienen alguna categoría de conservación. Es útil en estos casos indagar sobre las especies que potencialmente puedan estar en el área, elaborando un listado de especies.

La estimación del impacto de deterioro de hábitat para fauna por generación de ruido de impactos considerará los niveles de ruido proyectados en las áreas receptoras durante las diferentes fases del proyecto, además de crear un mapa que represente la propagación del ruido hacia los hábitats relevantes, utilizando isolíneas que indiquen la presión sonora en decibeles (dB).

Criterios para evaluar la significancia del impacto

El impacto del deterioro del hábitat acuático y/o terrestre, derivado de las actividades de extracción de vegetación y la generación de ruido, puede tener un efecto significativo en la fauna y flora del humedal. Para evaluar la significancia de este impacto, se deben considerar los siguientes aspectos:

- **Permanencia:** La eliminación de vegetación, tanto dentro como en las cercanías del humedal, puede generar efectos duraderos sobre el hábitat de la fauna nativa. En particular, la fauna terrestre y acuática puede verse desplazada debido a la reducción de espacios adecuados para refugio, alimentación y reproducción. La permanencia del impacto sobre la fauna dependerá de la capacidad de estas especies para adaptarse o migrar a nuevos hábitats. En el caso de la flora, la extracción directa puede llevar a una pérdida prolongada de la cobertura vegetal.
- **Regeneración:** La capacidad de regeneración de las especies afectadas puede verse comprometida por la introducción de nuevas condiciones físicas en el área, especialmente si el proceso de extracción de vegetación altera la estructura del suelo o la disponibilidad de agua. Las especies de fauna que dependen de hábitats específicos para reproducirse, como las aves y mamíferos, podrían experimentar dificultades para volver a colonizar la zona, lo que reduciría significativamente la diversidad y funcionalidad del ecosistema. Para la flora, la regeneración dependerá del grado de alteración del sustrato y de la existencia de mecanismos naturales o asistidos para la revegetación.
- **Condiciones que permiten el desarrollo del OP:** Las condiciones de ruido generadas durante la construcción pueden alterar los patrones de comportamiento de las especies de fauna, afectando sus actividades de alimentación, apareamiento y migración. El aumento del ruido en áreas críticas para la fauna, como zonas de nidificación o de paso migratorio, puede provocar un abandono o desplazamiento temporal o permanente. En cuanto a la flora, las condiciones alteradas del hábitat, como la modificación de la estructura del suelo o la disminución de áreas de sombra, pueden dificultar el crecimiento de especies nativas, favoreciendo la entrada de especies invasoras.

Impacto 11: Transformación de las condiciones de hábitat acuático y/o terrestre

La transformación de las condiciones de hábitat en la obra piloto 3 se ocasiona a partir de tres AA que afectan el OP “ecosistema”. Los AA indicados a continuación ocurren todos durante la fase de ejecución de la obra:

- (04) Disposición permanente de material en el humedal o relleno.
- (05) Extracción de caudales.
- (23 & 25) Transformación temporal/permanente de la zona y frecuencia de inundación.

Si bien el foco en este ejercicio es el OP impactado directamente, al ser el OP “ecosistema” un OP estructurante, los cambios generan respuestas en cadena sobre otros OP, por lo que se sugiere adoptar un enfoque integrado que considere estos impactos en cadena.

Consideraciones para determinar el área de influencia (AI)

El AI debe abarcar todas las zonas afectadas por la extracción de caudal, transformación de la zona de inundación y disposición de material o relleno. La disposición permanente de material en el humedal genera sepultamiento de flora hidrófila y afecta el hábitat de fauna acuática. Esto altera la escorrentía superficial y la calidad del agua. Es fundamental considerar las áreas donde se verán alteradas las propiedades del suelo hídrico, así como la conectividad vertical y lateral del humedal.

El AI debe incluir zonas donde se cambiará el régimen de inundación mediante la desviación de cauce, utilizando modelos hidráulicos para evaluar cómo las obras modificarán la saturación. Para ello, es relevante modelar eventos representativos, tanto en condiciones secas como húmedas, y considerar impactos en la magnitud, frecuencia y duración de las inundaciones.

Consideraciones para describir los OP en el AI

El ecosistema es el OP afectado directamente. La conectividad vertical, clave para el intercambio entre las aguas superficiales y subterráneas, se verá alterada, por lo que se recomienda modelar esta afectación. Además, el análisis de los ecotipos y la ubicación del humedal dentro de la cuenca permitirá entender las alteraciones en las funciones y procesos. Asimismo, la conectividad hidrogeomorfológica será transformada, lo que impactará tanto el suelo como el agua, alterando la conectividad del paisaje y afectando los componentes bióticos y flujos ecosistémicos a nivel de paisaje.

Lineamientos para identificar el impacto

La identificación del impacto del relleno se basa en la inspección de las condiciones iniciales en terreno y el análisis de imágenes satelitales históricas para evaluar la preexistencia de rellenos y posibles efectos acumulativos. Es fundamental identificar cambios en las variables hidrogeomorfológicas, como el régimen de saturación y la integridad del cauce, y determinar cómo estos afectarán la conectividad ecológica. También se deben considerar actividades que

puedan alterar el flujo de agua dentro y alrededor del humedal. El análisis preventivo debe incluir escenarios de precipitación y caudales extremos para prever posibles colapsos de estructuras.

Lineamientos para estimar y cuantificar el impacto

Para estimar y cuantificar el impacto del puente y caminos de acceso en la obra piloto 3, se debe considerar el secado temporal del lecho, que puede dañar severamente el ecosistema debido a la pérdida de conectividad hidrológica y biológica. La magnitud del impacto depende del tamaño relativo del río y la temporalidad del secado en relación a los ciclos reproductivos de especies acuáticas. Además, se debe modelar la restitución del caudal y evaluar la capacidad de retorno del ecosistema a su estado original. Para el relleno permanente del humedal, se requiere un modelo conceptual que analice impactos hidrológicos, sedimentológicos, y sobre flora y fauna en conservación. La cuantificación del impacto se basa en cambios en la saturación hídrica, evaluados a través de modelos hidrológicos y considerando condiciones previas, constructivas y operativas del proyecto.

Criterios para evaluar la significancia del impacto

Para evaluar la significancia del impacto, es crucial considerar la normativa sobre Caudal Mínimo Ecológico y lo estipulado en el Artículo 6° del RSEIA. Se debe analizar el cambio en el área inundable y de saturación a lo largo de las distintas fases del proyecto, siendo la diferencia relativa un indicador de la magnitud del impacto. Es fundamental evaluar la duración del impacto: si es temporal, puede no afectar la capacidad de regeneración del humedal. Además, se deben considerar aspectos como:

- **Permanencia:** Analizar cómo la duración de la obra y su planificación pueden evitar la alteración en temporadas de reproducción de especies, ya que el impacto de un relleno es permanente.
- **Regeneración:** Estudiar la capacidad del ecosistema para renovarse después de que se restituya el caudal. La permanencia de la infraestructura puede alterar los atributos del hábitat, limitando la regeneración del recurso.
- **Condiciones para el desarrollo:** Evaluar cómo los cambios en el régimen hidrológico afectan a las especies y ecosistemas, especialmente aquellos que son escasos y únicos, ya que el flujo natural es fundamental para el equilibrio dinámico del ecosistema.

Impacto 12: Cambio en la composición comunitaria de fauna

Este impacto ambiental proviene del siguientes AA de la obra:

- (11) Generación de ruido

Este impacto ocurre de manera transversal durante todo el ciclo de vida de la obra, incluyendo la fase de operación, una vez que la obra ya está construida.

Consideraciones para determinar el área de influencia (AI)

En el caso específico de la obra piloto en San José de La Mariquina, las emisiones de ruido que generen el AI deben incluir todas las fuentes de ruido generadas por las diferentes partes y etapas de la obra. El AI de las emisiones de ruido se determina por su alcance y efecto en la fauna. Primero, se delimita la extensión geográfica donde se detecta una diferencia entre el ruido generado por el proyecto y el ruido de fondo, especialmente en zonas importantes para la fauna (zonas de nidificación, reproducción o alimentación). En ambientes acuáticos, se incluye la profundidad del agua y las áreas terrestres y aéreas del ecosistema de humedal. Luego, se describen los hábitats afectados. Las mediciones de ruido deben realizarse en épocas de mayor sensibilidad para las especies y en condiciones favorables para captar los niveles mínimos de ruido ambiental.

Consideraciones para describir los OP en el AI

Al describir el componente de fauna vinculado a esta AI, se debe reconocer la relevancia de los hábitats esenciales para la nidificación, reproducción o alimentación de las especies nativas. Esto implica detallar los hábitats clave, identificar las especies presentes considerando su grupo taxonómico, movilidad, migración, épocas reproductivas, rango de audición, abundancia y estado de conservación. Además, es importante evaluar la distancia entre las fuentes de generación de ruido y los receptores más cercanos, así como analizar los elementos naturales que puedan atenuar o enmascarar el ruido, tales como cuerpos de agua, vegetación densa, topografía y condiciones atmosféricas. También se debe delimitar el área representativa de los receptores, presentada en planos a escala adecuada, como en formatos kmz o shp. Esto requiere un trabajo de modelación espacial de la distribución de especies sensibles al ruido y las épocas del año en que hay mayor presencia de estas especies en el sitio, por ejemplo, como es el caso de las aves migratorias.

Lineamientos para identificar el impacto

Para identificar el impacto es importante conocer el nivel base de ruido en el área de proyecto y describir de la mejor manera posible a los organismos/poblaciones receptoras. Para esto, se identifican las fuentes emisoras de ruido y las acciones que generarán ruido de acuerdo al cronograma de la obra piloto 3. Se deben utilizar los modelos de predicción señalados en la Guía para la Predicción y Evaluación de Impactos por Ruido y Vibración en el SEIA, (SEA, 2019), para lo que se deben considerar los niveles de ruido proyectados sobre el área representativa de los receptores para la condición con proyecto, en cada una de sus fases; y

representación cartográfica de los niveles de ruido estimados (mapa de ruido), a objeto de visualizar la propagación de los niveles de ruido hacia los hábitats de relevancia identificados (las isolíneas deberán representar el nivel de presión sonora en decibeles (dB)).

Lineamientos para estimar y cuantificar el impacto

Para la estimación y cuantificación del impacto, el proyecto debe comparar los niveles de ruido generados con los niveles de ruido iniciales (situación sin proyecto) en el área de influencia para evaluar si los impactos son significativos. Los niveles estimados se contrastarán con umbrales específicos para cada especie o grupo taxonómico, si no hay información disponible. Estos umbrales pueden variar según el tipo de fuente de ruido (construcción, tránsito, etc.) y deben distinguir entre efectos fisiológicos y conductuales, así como su relación con la alteración o pérdida de hábitat. Se representará cartográficamente el área donde se superan estos umbrales, considerándola como "área de afectación" y contrastando con la ubicación de los receptores. Un factor relevante es la categoría de conservación de las especies presentes.

Criterios para evaluar la significancia del impacto

Si los receptores superan los umbrales de ruido para efectos fisiológicos, se considerará que el impacto es significativo. Si los niveles de ruido superan los umbrales para efectos conductuales, la significancia del impacto se evaluará según el artículo 6° del Reglamento del SEIA, considerando: la afectación de la **permanencia** de la fauna nativa, la alteración de su capacidad de **regeneración** o renovación, y la modificación de las **condiciones que permiten la presencia y desarrollo** de especies, con énfasis en recursos escasos, únicos o representativos del país.

Impacto 13: Daños fisiológicos directos

Este impacto ambiental proviene de las siguientes AA de la obra:

- (11) Generación de ruido

Consideraciones para determinar el área de influencia (AI)

Al igual que para lo indicado en el impacto “Perturbación de patrones de comportamiento de fauna” y “Cambio en la composición comunitaria de fauna”, el AI estará determinada por el máximo alcance de las emisiones de ruido y su interacción con la fauna receptora.

Consideraciones para describir los OP en el AI

Se deben describir los hábitats críticos para la nidificación, reproducción o alimentación, donde se agrupan especies nativas. En la sección **Selección de Indicadores de Viabilidad Ecológica** se mencionan especies que podrían estar presentes en el humedal del Río Cruces. Durante la evaluación ambiental, es fundamental analizar aspectos como el grupo taxonómico, grado de movilidad, posible presencia de especies migratorias, períodos reproductivos, rango auditivo, y abundancia de las especies incluidas en la línea base de fauna. Además, es importante considerar elementos naturales que puedan amortiguar los niveles de ruido, como el bosque ribereño en el caso del terraplén del camino. Para el puente, el ruido se transmite directamente hacia el humedal, lo cual puede afectar a la fauna local.

Lineamientos para identificar el impacto

El impacto existe cuando se proyectan cambios fisiológicos en la fauna presente en el humedal producto de la generación de ruido en proyecto. Esto ocurre cuando se superan los umbrales de afectación fisiológica definidos para la fauna que habita en el humedal.

Se deberá seleccionar la condición más desfavorable para el análisis, debido a la intensidad de las acciones lo más probable es que ocurra durante la fase constructiva.

Lineamientos para estimar y cuantificar el impacto

Se deberá considerar la diferencia de niveles que genera el proyecto, en términos relativos al nivel inicial presente en el área de influencia. Luego se deberán comparar estos niveles con los umbrales de afectación fisiológica específicos para cada especie.

Criterios para evaluar la significancia del impacto

Siempre que los receptores presenten un nivel de exposición a ruido superior a los umbrales de afectación para efectos fisiológicos, ya sea como especie o grupo taxonómico según la información disponible, se considerará que el impacto ocasionado es significativo.

Impacto 14: Pérdida de individuos de fauna nativa por atropellos, heridas, intoxicación y enfermedades

La pérdida de individuos de fauna ocurre por diversos motivos generados por acciones de la obra, como los atropellos, infecciones de heridas, intoxicación por consumo de sustancias tóxicas y enfermedades transmitidas por el contacto directo o indirecto con fauna doméstica de libre circulación. En el caso de la obra piloto 3, la construcción del puente y sus caminos de acceso generan los siguientes AA que producen este impacto:

- (01) Aumento del tránsito vehicular.
- (09) Generación de fuentes de ignición.
- (11) Generación de ruido.
- (16) Instalación de luminarias cercanas del humedal.

Los cuatro AA ocurren tanto en fase constructiva como en operación, pero provocados por diferentes FGI.

Consideraciones para determinar el área de influencia (AI)

La determinación del AI para fauna propia de la generación de ruido está estandarizada por el SEIA, a grandes rasgos esta está determinada por el máximo alcance de las emisiones de ruido y su interacción con la fauna receptora. Similarmente, se deberá determinar el alcance de las emisiones de luz y la interacción con la fauna receptora.

Considerar la presencia de especies nativas y su hábitat potencial en el entorno de la obra, especialmente en relación con el humedal. Para las especies migratorias, se deben tener en cuenta los lugares de nidificación y alimentación. En el caso de especies con ciclos de vida anuales, como los anfibios y peces, es esencial incluir en el área de influencia todo el hábitat potencial que estas especies utilizan y requieren a lo largo de su ciclo vital.

En cuanto al AI de la fauna afectada por la generación de fuentes de ignición, el proceso puede ser iterativo al incluir medidas para reducir el riesgo de incendio. Si estas medidas implican el despeje de vegetación para creación de cortafuegos, se debe incluir en el AI la superficie donde se elimina la vegetación.

Consideraciones para describir los OP en el AI

Para describir el OP “fauna” afectado en el AI de la obra piloto 3 se debe considerar todos los hábitats esenciales para el ciclo de vida incluyendo, zonas de nidificación, reproducción, refugio y alimentación. Estas zonas configuran el uso de las especies de fauna que pueden verse expuestas a peligro de atropellos, heridas, intoxicación y enfermedades.

La descripción de la fauna debe considerar aspectos como grupo taxonómico, grado de movilidad, potencial presencia de especies migratorias, períodos reproductivos, rango de frecuencia auditivo, abundancia, entre otros. Caracterizar espacialmente los patrones de uso del humedal y su distribución con respecto al humedal. Considerar especies locales y también

migratorias. En el caso de aves y mamíferos que pueden ocupar el humedal para refugio, nidificación y crianza, que puedan ser afectados por eventuales incendios relacionados a la obra.

Lineamientos para identificar el impacto

Este impacto ocurre en todas las obras de construcción como la obra piloto 3, ya que en toda instalación de faenas se incrementa el tráfico vehicular (velocidad y volumen) desde y hacia el sitio de la obra. Además, la maquinaria pesada, si bien puede no causar atropellos, si genera vibraciones y ruido que ahuyentan a la fauna silvestre. El nivel de tráfico es de variable intensidad a lo largo del ciclo de vida de la obra y se sostiene posterior a la construcción de la obra ya que el tránsito vehicular continua o incluso incrementa. Las fuentes de ignición están presentes principalmente durante la etapa de ejecución de la obra producto de actividades que requieran soldadura. De manera secundaria, este impacto continua luego de la construcción ya que al aumentar el tránsito vehicular y peatonal, hay mayor probabilidad de generación de incendios por causas antrópicas, así como de atropellos de fauna.

Con respecto al ruido y la instalación de luminaria cercana al humedal, se identifica el impacto cuando hay cambios conductuales o desplazamiento de la fauna del humedal, producto del aumento de ruido e iluminación adicional introducida por la obra.

Lineamientos para estimar y cuantificar el impacto

La estimación de la pérdida de individuos de fauna es compleja ya que responde a muchos AA de la obra. Para estimar el impacto del ruido, se compara el nivel de ruido que genera la obra con el nivel basal de ruido presente en el AI. Luego se comparan estos niveles con los umbrales de afectación fisiológica específicos para cada especie

Con respecto al aumento de tránsito vehicular, que pueda ocasionar mayor frecuencia de atropellos y heridas, se aplican modelos de redes de transporte para cuantificar el aumento de tránsito vehicular. Este modelo debe considerar el tamaño de la obra, el número de trabajadores que se trasladan diariamente, la intensidad de uso de maquinaria pesada y la duración del impacto. La estimación del impacto por propagación de incendios también se realiza en base a modelación: se pueden elaborar modelos de ocupación de fauna basados en monitoreo (por ejemplo, con cámaras trampa) que permitan proyectar las zonas más vulnerables ante un incendio. A partir de esta información, se pueden desarrollar mapas de ocupación y análisis de riesgo relacionados con los diferentes AA.

Criterios para evaluar la significancia del impacto

El impacto sobre la fauna se considera significativo, según el artículo 6° del Reglamento del SEIA, cuando se altera la **permanencia** de la fauna nativa, la alteración de su capacidad de **regeneración** o renovación, y la modificación de las **condiciones que permiten la presencia y desarrollo** de especies, con énfasis en recursos escasos, únicos o representativos del país. Para evaluar la significancia del impacto en la fauna, se considera la pérdida de individuos de poblaciones locales y el cambio que esto pueda generar a escala de meta-población (conjunto

interconectado de poblaciones locales, conectadas por corredores biológicos) El aumento del tránsito vehicular actúa como una barrera a la conectividad biológica, fragmentando las poblaciones locales y reduciendo la conectividad de la meta-población, que comprende poblaciones interconectadas por corredores biológicos.

- **Permanencia:** La construcción del puente de la obra piloto 3 es permanente. El impacto en la permanencia del OP fauna se verá manifestado a largo plazo en base a la frecuencia y cantidad de individuos perdidos.
- **Regeneración:** La regeneración es limitada debido a la permanencia de las obras, a menos que se implementen estructuras que favorezcan la conectividad biológica, como pasos para fauna o medidas para control de la velocidad, aunque no se podrá eliminar por completo.
- **Condiciones para la presencia y desarrollo:** Con el aumento de tránsito se producen cambios estructurales en las condiciones de hábitat para la fauna. Estos cambios pueden alterar sus patrones de comportamiento y producir estrés fisiológico que impacte su supervivencia. La evaluación del impacto debe considerar la presencia de especies en alguna categoría de conservación.

Impacto 15: Perturbación de patrones de comportamiento de fauna

Este impacto ambiental proviene de los siguientes AA de la obra:

- (1) Aumento del tránsito vehicular
- (11) Generación de ruido
- (16) Instalación de luminarias cercanas del humedal

Los tres AA ocurren tanto en fase constructiva como en operación, pero provocados por diferentes FGI.

Consideraciones para determinar el área de influencia (AI)

La determinación del AI para fauna propia de la generación de ruido está estandarizada por el SEIA, a grandes rasgos esta está determinada por el máximo alcance de las emisiones de ruido y su interacción con la fauna receptora. Similarmente, se deberá determinar el alcance de las emisiones de luz y la interacción con la fauna receptora. Ver impacto anterior para más antecedentes.

Consideraciones para describir los OP en el AI

El objeto de protección en la fauna y se deben describir los hábitats de relevancia para la nidificación, reproducción o alimentación donde se concentre la fauna nativa. En la **Selección de Indicadores de Viabilidad Ecológica** se presentan especies que podrían encontrarse en el humedal Río Cruces. En el proceso de evaluación ambiental se deben determinar características como grupo taxonómico, grado de movilidad, potencial presencia de especies migratorias, períodos reproductivos, rango de frecuencia auditivo, abundancia, entre otros, de las especies indicadas en la línea base de fauna.

Por otro lado, hay que tener en cuenta elementos naturales que puedan generar enmascaramiento de los niveles de ruido o atenuar los niveles de luz. En este caso solo aplica el bosque ribereño para el terraplén del camino, para el caso del puente, las emisiones de ruido se generan directamente en el humedal.

Lineamientos para identificar el impacto

El impacto existe cuando se proyectan modificaciones conductuales o cambios en el comportamiento vocal de la fauna presente en el humedal producto de las alteraciones introducidas por el proyecto, en este caso iluminación (proveniente de la instalación de faenas o el tránsito de vehículos) y generación de ruido (durante la fase constructiva y por el tránsito de vehículos en operación). Se deberá seleccionar la condición más desfavorable para el análisis.

Lineamientos para estimar y cuantificar el impacto

Se deberá considerar la diferencia de niveles de ruido y de luz que genera el proyecto, en términos relativos al nivel inicial presente en el área de influencia. Luego se deberán comparar estos niveles con los umbrales de afectación específicos para cada especie.

Criterios para evaluar la significancia del impacto

Cuando solo se generen cambios conductuales y no fisiológicos, deberá evaluarse la significancia del impacto sobre las especies evaluadas en función de lo señalado en el artículo 6° del Reglamento del SEIA:

- Afectación de la permanencia del recurso, en este caso, fauna nativa.
- Alteración de la capacidad de regeneración o renovación del recurso.
- Alteración de las condiciones que hacen posible la presencia y desarrollo de las especies y ecosistemas, con especial énfasis en aquellos recursos propios del país que sean escasos, únicos y representativos.

Poner especial atención en especies de aves en alguna categoría de conservación que podrían estar presente como Choroy (*Enicognathus leptorhynchus*), Perdiz chilena (*Nothoprocta perdicaria*) y Torcaza (*Patagioenas araucana*). O para el caso de anfibios, la Rana chilena (*Calyptocephalella gayi*), Rana de hojarasca de Oncol (*Eupsophus altor*), Sapo rojo (*Eupsophus roseus*), Rana grande de hojarasca (*Eupsophus vertebralis*) y Sapito de cuatro ojos (*Pleurodema thaul*).

Impacto 16: Alteración de los procesos de erosión, transporte y acumulación de sedimentos

Los AA que producen este impacto son múltiples. Algunos cambian la forma del humedal y por ende las variables hidráulicas que dominan los procesos de erosión, transporte y sedimentos:

- (17) Instalación de pilotes en la sección transversal.
- (18 & 19) Instalación temporal/permanente de barrera transversal.
- (22 & 24) Transformación temporal/permanente de la sección transversal, sinuosidad y rugosidad.
- (23 & 25) Transformación temporal/permanente de la zona y frecuencia de inundación.

Otros alteran las propiedades del suelo del lecho del río y por ende su potencial de levantamiento y arrastre:

- (2) Compactación del suelo del humedal.
- (4) Disposición permanente de material en el humedal o relleno.

Y por último otros levantan o aumentan los sedimentos aportantes al humedal:

- (20) Movimiento de tierra en el humedal.
- (21) Perturbación de suelo aledaño al humedal.

Consideraciones para determinar el área de influencia (AI)

Los AA que alteran la geomorfología del río o bien el lecho del cauce, generan una alteración de la dinámica del transporte de sedimentos dentro del Río Cruces. Se deberán considerar dentro del AI la zona intervenida (puente y enrocado) y todo el tramo hacia aguas arriba y hacia aguas abajo que presenta cambios en variables hidráulicas que dominan este proceso como la velocidad de flujo.

Para aquellos AA que levantan o aumentan los sedimentos en el humedal, se deberá estimar el potencial de arrastre y acumulación de nuevos sedimentos aportados por el proyecto, según las propiedades hidrodinámicas. Las zonas que tendrán un cambio en la turbidez o bien, acumularán sedimentos con respecto a la condición previa al proyecto deberán ser parte del AI, esto también es conocido como la pluma de dispersión de los sedimentos. Notar que en estos casos se debe considerar toda la porción dentro de la cuenca aportante al humedal que puede arrastrar sus sedimentos producto de las acciones en la obra.

Consideraciones para describir los OP en el AI

En cuanto al OP “ecosistema”, se deberá considerar el perfil de la sección transversal actual en todo el tramo homogéneo de interés y posterior a la construcción de la obra. El perfil debe estudiar la batimetría de la sección, caracterizar la granulometría del lecho y presencia de sedimentos de mayor tamaño como rocas y troncos de árbol. Adicionalmente cobra importancia caracterizar el régimen hidrológico del Río Cruces desde el punto de vista de la calidad y

cantidad del agua a través del análisis de reportes de calidad del agua públicos, monitoreos in-situ, modelaciones hidráulicas, entre otras se deberá definir como mínimo:

- Rangos óptimos de indicadores de calidad del agua, considerando entre ellos los SST.
- Potencial de arrastre de sedimentos.
- Eje hidráulico y sus propiedades frente a diferentes condiciones y caudales de diseño.

Lineamientos para identificar el impacto

Existirán impactos en los procesos de erosión, transporte y acumulación de sedimentos si existen cambios en las características hidrogeomorfológicas del cauce o en los sedimentos arrastrados por la cuenca aportante. Para el caso de la obra de interés ambos cambios ocurren, el primero producto de la obra puente y enrocado y para el segundo por las perturbaciones del suelo en la cuenca aportante a este.

Lineamientos para estimar y cuantificar el impacto

En todos los casos, para cuantificar el impacto se debe construir un modelo capaz de simular la hidrodinámica del humedal, cuantificar la potencialidad de arrastre de sedimentos y su pluma de dispersión en el AI. El modelo se debe aplicar a escenarios actuales y futuros y considerar la combinación más desfavorable de condiciones para la obra y para el humedal. Por ejemplo, la potencialidad de arrastre es mayor con precipitaciones intensas sobre un suelo seco. Por otro lado, el impacto sobre la calidad del agua sobre el Río Cruces será mayor si este tiene menor caudal pasante.

Criterios para evaluar la significancia del impacto

Se entenderá que existe un impacto significativo cuando se superen los valores de las concentraciones establecidas. Para este caso se recomienda utilizar como referencia el proyecto de NSCA para la cuenca del Río Valdivia, especialmente en los Sólidos Suspendidos Totales (SST) y transparencia o turbidez.

Notar también que la significancia del impacto directo tiene que ver con el potencial de efectos en cadena ocasionados, por ejemplo, sobre la flora hidrófila. La permanencia, regeneración y condición podrá estudiarse también sobre estos OP.

Impacto 17: Fragmentación de ecosistema terrestre

En el ejemplo de la construcción de puente de segundo acceso a San José de la Mariquina, el impacto de fragmentación de ecosistema proviene de los siguientes AA de la obra:

- (08) Extracción de vegetación en el humedal.
- (15) Introducción de barreras terrestres.

Los tres AA ocurren tanto en fase constructiva como en operación, pero provocados por diferentes FGI.

Consideraciones para determinar el área de influencia (AI)

En este caso el AI se debe detallar para el OP afectado directamente, el OP “ecosistema”. El área de influencia (AI) debe incluir todos los espacios del humedal donde se removerá o modificará la vegetación en su estructura y composición, abarcando as zonas directamente intervenidas durante la obra, como el humedal y sus áreas aledañas. Se sugiere considerar la extensión completa intervenida por la construcción del puente y sus caminos de acceso, las riberas circundantes. Por otra parte, el AA que implica la instalación de una barrera terrestre, en el caso de la obra piloto 3 se refiere a la construcción de caminos de acceso al puente que generen fragmentación del ecosistema terrestre, específicamente alterando el atributo ecológico clave (AEC) de conectividad del paisaje. También la ejecución de obras en la ribera, como el enrocado, implica una pérdida de conectividad ecológica de la franja ribereña como corredor biológico. Se sugiere determinar el AI considerando como escala mínima la cuenca aportante al humedal e idealmente a escala de subcuenca o cuenca (según la DGA) para comprender el contexto del humedal y sus interacciones bióticas y flujos ecosistémicos.

Consideraciones para describir los OP en el AI

El OP “ecosistema” es estructurante y su alteración puede desencadenar una serie de impactos indirectos sobre otros OP. Para describir este OP dentro en el contexto de la obra piloto 3, se debe describir en términos espaciales la superficie de hábitat con conectividad biológica que se vería afectado por la instalación de barreras terrestres. La descripción del OP consiste en la configuración sitio-específica de matriz, corredores y parches. Esto se analiza mediante métricas de fragmentación del paisaje procesadas en softwares de Sistemas de Información Geográfica (SIG). Otras herramientas incluyen el análisis de flujos de materia y energía a través de cadenas tróficas y el estudio de funciones y procesos de humedales, como los ecotipos. También se debe tener en cuenta la localización del humedal según el Orden Hidrológico del río, su geomorfología y ubicación dentro de la cuenca.

Lineamientos para identificar el impacto

La extracción de vegetación en el humedal ocurre en la etapa de instalación y ejecución de la obra, con acciones como la apertura de empréstito, limpieza de terreno, excavación para fundaciones de estribos y cepas; la formación y compactación de terraplenes; construcción de accesos al puente en construcción; entre otras.

En el caso de los caminos, la barrera física es el camino en sí, pero también los paneles de amortiguación acústica instalados temporalmente, las rejas o cercos. En el caso de caminos y puentes, también la instalación de cableado eléctrico es una barrera física que frecuentemente afecta a aves.

Lineamientos para estimar y cuantificar el impacto

Para la estimación y cuantificación del impacto por extracción de la vegetación dentro del humedal, se debe describir la presencia y distribución de especies y su cobertura porcentual, según una superficie estándar. Adicionalmente, se sugiere describir la comunidad de fauna acuática que habita el AI, con especial enfoque en aquellas especies que utilizan la flora hidrófila como refugio o para el desarrollo de sus actividades vitales (peces, anfibios y reptiles).

Respecto a la instalación de barreras terrestres, se debe representar cartográficamente el área geográfica dentro de la cual estarán insertas las barreras físicas, en términos de hábitat disponible y conectividad biológica. La superficie deberá ser representada previo y posterior al proyecto para cuantificar el porcentaje de cambio en la conectividad.

Criterios para evaluar la significancia del impacto

En el caso de esta obra piloto de construcción de un puente aplican los criterios detallados en el Artículo 6° RSEIA que define impactos significativos. En este caso, la extracción de vegetación aledaña al humedal y dentro del humedal tiene un carácter permanente, disminuyendo al mínimo las condiciones que hacen posible la regeneración o el desarrollo de vegetación. Sin embargo, con medidas correctivas de revegetación, entre otras, puede reducirse esta significancia.

Respecto a la instalación de la barrera transversal como un camino, corresponden a infraestructura permanente, que produce un impacto definitivo en la conectividad del paisaje, modificando estructuralmente las funciones del ecosistema. La significancia de este impacto sobre el OP “ecosistema” es alta, pero es posible, mediante medidas de mitigación o adaptaciones en el diseño de la obra, reducir la significancia de este impacto sobre el OP “fauna”.

Impacto 18: Interrupción de la conectividad hidrológica longitudinal del cauce

En el ejemplo de la construcción de puente de segundo acceso a San José de la Mariquina, el impacto proviene de los siguientes AA de la obra:

- (17) Instalación de pilotes en la sección transversal.
- (18 & 19) Instalación temporal/permanente de barrera transversal.
- (22 & 24) Transformación temporal/permanente de la sección transversal, sinuosidad y rugosidad.
- (23 & 25) Transformación temporal/permanente de la zona y frecuencia de inundación.

Todos estos AA ocurren durante la etapa de ejecución de la obra y se relacionan con la construcción del puente en sí mismo y las acciones requeridas dentro del cauce del río para construir los pilotes y cepas.

Consideraciones para determinar el área de influencia (AI)

En el caso de la obra piloto 3, la interrupción de la conectividad hidrológica longitudinal ocurre en el tramo del río en dónde se construirá el puente. Esta construcción requiere requieren el desvío de cauce o la instalación de estructuras (por ejemplo, terraplenes y construcciones temporales como islas o penínsulas) para mantener un área seca para establecer estribos y cepa. El AI de cualquier intervención en el cauce estará determinada por el área hasta donde los cambios morfológicos del cauce en el largo plazo sean despreciables. En este caso, el AI considera toda la zona del desvío de cauce, instalación de barreras temporales e instalación de pilotes en el cauce.

Consideraciones para describir los OP en el AI

El cambio sobre el humedal ocurre sobre el atributo de conectividad hidrogeomorfológica, correspondiente al OP ecosistema. Para describir los cambios en el OP se consideran aspectos que reflejen la alteración del caudal y, por lo tanto, una alteración en la dinámica natural del transporte de sedimentos dentro del sistema fluvial. La instalación de cepas y pilotes constituyen un obstáculo en el lecho fluvial y genera un desequilibrio entre la erosión y la sedimentación, conocido en ingeniería civil como socavación. Esto provoca una profundización local del lecho (fosa socavada) y la acumulación de sedimentos removidos (depositación). Para identificar este fenómeno es necesario conocer el perfil transversal y longitudinal actual y proyectado de la sección alterada, el régimen hidrológico del humedal (magnitud, duración, frecuencia y estacionalidad de los caudales), y la granulometría del lecho.

Lineamientos para identificar el impacto

Para identificar el impacto de la instalación temporal de barreras transversales en un río, se debe analizar cómo esta modificación de la sección transversal del río, en el tramo de interés, altera el régimen hidrológico, la conectividad y el transporte de sedimentos. En el caso de barreras como penínsulas para construcción de cepas, el aumento de velocidad del flujo por la

reducción de la sección transversal puede deteriorar el hábitat del lecho y las riberas, afectando la calidad del agua. Para los pilotes, se debe identificar la generación de socavación mediante modelos hidráulicos que simulen el flujo actual y proyectado, determinando también el impacto en la vegetación hidrófila por la acumulación de sedimentos.

Lineamientos para estimar y cuantificar el impacto

Para estimar y cuantificar el impacto de barreras y pilotes en un río, se deben modelar los cambios en la sección transversal, velocidad de flujo y transporte de sedimentos, evaluando el desarrollo de zonas de erosión y acumulación. Es clave medir el cambio en la conectividad hidrológica de la zona de inundación ya que puede afectar la napa subterránea, suelo hídrico y vegetación. Los modelos hidrodinámicos y de dispersión de sedimentos deben justificar umbrales aceptables según normativas. Además, se recomienda un monitoreo continuo de granulometría antes, durante y después de la intervención, para evaluar el impacto en la morfología del cauce y biodiversidad.

Criterios para evaluar la significancia del impacto

Se entenderá que existe un impacto significativo sobre el ecosistema cuando se altere su permanencia, regeneración o condiciones que hacen posible su desarrollo (Artículo 6° RSEIA). Con respecto a la interrupción de la conectividad longitudinal del cauce, la evaluación requiere considerar:

- **Permanencia:** En este caso se puede asegurar que la instalación de pilotes será permanente. Sin embargo, la modificación de la sección transversal y zona de inundación será temporal.
- **Regeneración:** La capacidad de regeneración de la conectividad luego de finalizada la construcción de la obra dependerá de factores como el potencial de socavación en torno a los pilotes durante la vida útil del proyecto y la capacidad del cauce del río de reestablecer la morfología de la sección transversal.
- **Condiciones que hacen posible la presencia y el desarrollo:** La calidad del agua (SST y transparencia) y la conectividad hidrogeomorfológica posibilitan la existencia de la flora y fauna asociada al lecho del río. Estas condiciones también permiten al mismo río sostener un equilibrio dinámico de los procesos de erosión, transporte y acumulación de sedimentos.

Impacto 19: Modificación de la morfología del humedal o zona ribereña

Este impacto está asociado a diferentes AA de la obra piloto 3, todos ocurren durante la etapa de ejecución de la obra y forman parte de la construcción del puente y sus caminos de acceso. Los AA que generan este impacto son:

- (02) Compactación del suelo del humedal.
- (04) Disposición permanente de material en el humedal o relleno.
- (06) Extracción de suelo.
- (18 & 19) Instalación temporal/permanente de barrera transversal.
- (22 & 24) Transformación temporal/permanente de la sección transversal, sinuosidad y rugosidad.
- (23 & 25) Transformación temporal/permanente de la zona y frecuencia de inundación.

Consideraciones para determinar el área de influencia (AI)

En la obra piloto 3, la modificación de la morfología del humedal o la zona ribereña se producirá por intervenciones como el desvío del cauce y la instalación de estructuras temporales, como terraplenes y penínsulas, para construir estribos y cepas del puente. El área de influencia (AI) se define por el área donde los cambios geomorfológicos a largo plazo, como alteraciones en la sección transversal, la zona ribereña y la planicie de inundación, sean significativos. El AI también incluye las áreas donde se planifique la extracción de suelo. Esto incluye áreas de escarpe, remoción de suelo vegetal, rebajes y extracción de áridos, entre otros. Será necesario presentar un polígono o mapa que delimite claramente estas áreas. Las actividades de extracción y compactación de suelo en el cauce del río y en la zona de inundación modifican aspectos geomorfológicos como la sección transversal, el sustrato del lecho y la conectividad lateral y vertical del río.

Consideraciones para describir los OP en el AI

El OP impactado directamente en este caso es el “ecosistema”, particularmente el atributo ecológico clave (AEC) conectividad hidrogeomorfológica. En este sentido, la descripción del OP debe incluir el perfil de la sección transversal actual, durante la obra y tras la eliminación del desvío del cauce. Esto implica estudiar la batimetría de la sección, caracterizar la granulometría del lecho y evaluar la presencia de sedimentos grandes como rocas y troncos. Además, se debe considerar la naturaleza multidimensional de los ecosistemas acuáticos, analizando las funciones y procesos de los humedales. Esto puede incluir el análisis de ecotipos y la ubicación del humedal según el orden hidrológico del río, el tipo de geomorfología y su posición dentro de la cuenca.

Lineamientos para identificar el impacto

Para identificar el impacto, se debe evaluar si habrá modificaciones en las variables hidrogeomorfológicas de la sección transversal, la zona ribereña y la zona de inundación, así como la duración de estos cambios. Estos cambios locales pueden alterar el régimen de erosión y la

frecuencia e intensidad de las crecidas. Además, la compactación y extracción de suelo en áreas cercanas al humedal pueden modificar el régimen de escorrentía, infiltración y provocar el arrastre de sedimentos hacia el humedal. El impacto abarca el tramo intervenido del río y el tramo de río aguas abajo, hasta que los cambios observados en el OP “ecosistema” sean mitigados por el humedal, incluyendo áreas adyacentes con extracción y compactación de suelo.

Lineamientos para estimar y cuantificar el impacto

Para estimar el impacto de la modificación en la morfología del humedal o zona ribereña, se deben evaluar los cambios hidráulicos debido a la reducción de la sección transversal, lo cual puede incrementar la velocidad de flujo. Este efecto se puede modelar mediante herramientas hidrodinámicas que simulen las condiciones actuales y proyectadas del caudal (velocidad, nivel). Asimismo, el transporte de sedimentos debe ser estimado usando modelos de dispersión, que consideren diferentes escenarios de caudal. Será fundamental definir umbrales aceptables basados en normativa vigente y características del humedal. Además, se sugiere implementar un monitoreo continuo del transporte de sedimentos, tanto en suspensión como en el lecho y las riberas, utilizando trampas y muestreos con transectas. Con respecto a la extracción y la compactación del suelo, un modelo de compactación permitirá proyectar los cambios en las propiedades físicas del suelo debido a la obra y al tránsito de maquinaria pesada. Este análisis debe comparar las condiciones previas y posteriores del suelo, estimando el impacto sobre la vegetación hidrófila y considerando que la compactación originada por las obras será permanente, mientras que la generada por maquinaria podría ser reversible.

Criterios para evaluar la significancia del impacto

Se entenderá que existe un impacto significativo sobre el ecosistema cuando se altere su permanencia, regeneración o condiciones que hacen posible su desarrollo (Artículo 6° RSEIA). Con respecto la modificación en la morfología del humedal o zona ribereña, la evaluación de la significancia requiere considerar:

- **Permanencia:** Si bien la modificación de la sección transversal y zona de inundación será temporal, pueden existir cambios de carácter permanente por la modificación de la sección transversal al instalarse cepas, estribos y enrocado en las riberas. Por otra parte, la extracción y compactación de suelo es de carácter permanente.
- **Regeneración:** La capacidad de regeneración de la morfología del humedal y zona ribereña suele ser un proceso lento y que requiere facilitación. La regeneración del suelo compactado requiere aplicación de medidas de control de erosión o incorporación de enmiendas orgánicas para recomponer las propiedades físicas, químicas y biológicas. En zonas donde se realice extracción de suelo, no es posible la regeneración del recurso.
- **Condiciones que hacen posible la presencia y el desarrollo:** La morfología de la sección transversal y la zona ribereña es fundamental para la conectividad hidrogeomorfológica del humedal, lo que posibilita la existencia de la flora y fauna. Estas condiciones también permiten al mismo río sostener un equilibrio dinámico de los procesos de erosión, transporte y acumulación de sedimentos. La significancia del

impacto dependerá de la posibilidad de reestablecer estas condiciones hidrogeomorfológicas en las zonas en donde sea posible luego de la construcción de la obra.

Identificación de medidas de mitigación, reparación o compensación

Selección de medidas

En base a la serie de impactos identificados, utilizando la **Matriz de Medidas** y en función de las características de la obra y del humedal Río Cruces, es posible seleccionar medidas pertinentes. Para este proceso es importante tener en cuenta que:

- Debido a que no se llevó a cabo la evaluación de impactos, se asume que todos serán significativos y su mitigación, reparación o compensación toma la forma de Medidas. En el caso de demostrar que alguno de estos no es significativo, las estrategias adoptadas podrán presentarse como Compromisos Voluntarios.
- Para la selección de medidas se adoptó la Jerarquía de Medidas, priorizando medidas de mitigación y luego reparación.
- No se definieron medidas de compensación debido a que se asume que todos los impactos identificados quedarán cubiertos mediante las medidas de mitigación y reparación.
- Se proponen medidas para todos los impactos (**Tabla C7. 55**), siendo estos coherentes entre sí. Aun así, debido a que el catastro de medidas se presenta en función de los AA, ya que se busca que las medidas seleccionadas sean apropiadas para la obra en cuestión, estas también se clasifican según el AA que buscan controlar (**Tabla C7. 56**).
- Se proponen medidas cuya aplicación es solo durante la fase constructiva y también medidas de carácter permanente, las cuales buscan minimizar los AA de larga duración (en etapa de operación). Las medidas de carácter permanente requerirán mantención y monitoreo a largo plazo.
- Además de las medidas, se consideran una serie de BBPP sencillas para ser aplicadas durante la fase constructiva.

El listado propuesto de medidas de mitigación y reparación y sus impactos vinculados se muestran en la **Tabla C7. 55**.

Tabla C7. 55. Medidas propuestas para la obra Construcción Segundo Acceso San José de la Marquina y los impactos que buscan mitigar o reparar. La numeración corresponde a la Matriz de Medidas.

Tipo	Numeración	Medida	Impacto 1	Impacto 2	Impacto 3
Mitigación	7.1.2	Definir senderos y zonas de tránsito	Deterioro de las propiedades físicas, químicas y/o biológicas del suelo	Deterioro del hábitat acuático y/o terrestre	Pérdida de cobertura vegetal e individuos de flora hidrófila
Mitigación	1.1.25	Zona de control salida de maquinaria	Deterioro de las propiedades físicas, químicas y/o biológicas del agua	Deterioro de las propiedades físicas, químicas y/o biológicas del suelo	
Mitigación	1.1.26	Barreras flotantes	Deterioro de las propiedades físicas, químicas y/o biológicas del agua	Deterioro de las propiedades físicas, químicas y/o biológicas del suelo	
Mitigación	16.1.2	Controlar que la remoción de suelo se realice en el área estrictamente necesaria	Deterioro de las propiedades físicas, químicas y/o biológicas del suelo	Modificación de la morfología del humedal o zona ribereña	
Mitigación	7.1.3	Delimitación física del humedal y hábitats de relevancia y/o sensibles	Cambio en la estructura de las formaciones de vegetación presentes	Deterioro del hábitat acuático y/o terrestre	Pérdida de cobertura vegetal e individuos de flora hidrófila
Mitigación	3.1.2	Riego de suelos descubiertos	Deterioro de las propiedades físicas, químicas y/o biológicas del agua	Deterioro de las propiedades físicas, químicas y/o biológicas del suelo	
Mitigación	3.1.3	Instalación de barreras de viento	Deterioro de las propiedades físicas, químicas y/o biológicas del agua	Deterioro de las propiedades físicas, químicas y/o biológicas del suelo	
Mitigación	2.1.2	Paneles acústicos	Perturbación de patrones de comportamiento de fauna	Daños fisiológicos directos	

Tipo	Numeración	Medida	Impacto 1	Impacto 2	Impacto 3
Mitigación	2.1.3	Encierro de fuentes de ruido estacionarias	Perturbación de patrones de comportamiento de fauna	Daños fisiológicos directos	
Mitigación	4.1.1	Planificar del trabajo según los ciclos de la biota - Aves	Perturbación de patrones de comportamiento de fauna	Daños fisiológicos directos	Deterioro del hábitat acuático y/o terrestre
Mitigación	8.2.1	Franja Filtrante	Alteración del régimen de escurrimiento superficial	Cambio en el patrón de infiltración o recarga	Deterioro de las propiedades físicas, químicas y/o biológicas del agua
Mitigación	8.2.3	Zanja de Infiltración	Alteración del régimen de escurrimiento superficial	Cambio en el patrón de infiltración o recarga	
Mitigación	8.3.3	Bajada de soleras o soleras discontinuas	Alteración del régimen de escurrimiento superficial	Cambio en el patrón de infiltración o recarga	
Mitigación	12.1.2	Pasos bajo nivel en caminos para fauna	Pérdida de individuos de fauna nativa por atropellos, heridas, intoxicación y enfermedades	Fragmentación de ecosistema terrestre y/o acuático	Cambio en la composición comunitaria de fauna
Mitigación	12.1.3	Rejas perimetrales	Pérdida de individuos de fauna nativa por atropellos, heridas, intoxicación y enfermedades	Cambio en la composición comunitaria de fauna	
Mitigación	18.1	Iluminación amigable	Perturbación de patrones de comportamiento de fauna	Pérdida de individuos de fauna nativa por atropellos, heridas, intoxicación y enfermedades	

Tipo	Numeración	Medida	Impacto 1	Impacto 2	Impacto 3
Mitigación	11.3.1	Atravesos tipo alcantarilla en la planicie de inundación ³⁹	Interrupción de la conectividad hidrológica longitudinal del cauce	Modificación de la morfología del humedal o zona ribereña	Alteración de los procesos de erosión, transporte y acumulación de sedimentos
Mitigación	12.1.4	Atravesos de cauces con pasos de fauna	Interrupción de la conectividad hidrológica longitudinal del cauce	Fragmentación de ecosistema terrestre y/o acuático	
Mitigación	4.1.3	Planificación del trabajo según los ciclos de la biota - Peces y Anfibios	Transformación de las condiciones de hábitat acuático y/o terrestre		
Mitigación	8.5.13	Aplicación de rollos de fibra	Alteración de los procesos de erosión, transporte y acumulación de sedimentos	Deterioro de las propiedades físicas, químicas y/o biológicas del agua	Deterioro de las propiedades físicas, químicas y/o biológicas del suelo
Mitigación	8.5.16	Malla o barrera de sedimentos	Alteración de los procesos de erosión, transporte y acumulación de sedimentos	Deterioro de las propiedades físicas, químicas y/o biológicas del agua	Deterioro de las propiedades físicas, químicas y/o biológicas del suelo
Mitigación	8.5.3	Geotextiles, mantas y mallas	Alteración de los procesos de erosión, transporte y acumulación de sedimentos	Deterioro de las propiedades físicas, químicas y/o biológicas del agua	Deterioro de las propiedades físicas, químicas y/o biológicas del suelo
Mitigación	15.1.1	Flameo para eliminar semillas en agregados	Introducción de flora exótica e invasora	Cambio en la composición comunitaria de flora hidrófila	

³⁹ Se sugiere evaluar la posibilidad de adaptar estos mismos atravesos como pasos de fauna (Ver medida 12.1.4)

Tipo	Numeración	Medida	Impacto 1	Impacto 2	Impacto 3
Reparación	9.1.1	Creación de humedales en planicie de inundación	Modificación de la morfología del humedal o zona ribereña	Transformación de las condiciones de hábitat acuático y/o terrestre	Pérdida de cobertura vegetal e individuos de flora hidrófila
Reparación	10.1.1	Restauración de bosques pantanoso y restauración ripariana	Cambio en la estructura de las formaciones de vegetación presentes	Deterioro de las propiedades físicas, químicas y/o biológicas del suelo	Pérdida de cobertura vegetal e individuos de flora hidrófila
Reparación	17.1.2	Viverización de flora silvestre	Pérdida de cobertura vegetal e individuos de flora hidrófila	Cambio en la composición comunitaria de flora hidrófila	
Reparación	11.2.2	Revestimientos vegetales	Alteración de los procesos de erosión, transporte y acumulación de sedimentos	Modificación de la morfología del humedal o zona ribereña	Modificación de las condiciones hidráulicas del humedal

Tabla C7. 56. Medidas propuestas para la obra Construcción Segundo Acceso San José de la Marquina y los AA vinculados propios de la obra.

Tipo	Numeración	Medida	Aspecto Ambiental 1	Aspecto Ambiental 2	Aspecto Ambiental 3	Aspecto Ambiental 4
Mitigación	7.1.2	Definir senderos y zonas de tránsito	Compactación del suelo del humedal	Perturbación de suelo aledaño al humedal	Extracción de vegetación aledaña al humedal	
Mitigación	1.1.25	Zona de control salida de maquinaria	Derrame de compuestos o sustancias tóxicas en el humedal o aledaño			
Mitigación	1.1.26	Barreras flotantes	Derrame de compuestos o sustancias tóxicas en el humedal o aledaño	Perturbación del suelo aledaño al humedal		
Mitigación	16.1.2	Controlar que la remoción de suelo se realice en el área estrictamente necesaria	Extracción de suelo	Extracción de vegetación aledaña al humedal		
Mitigación	7.1.3	Delimitación física del humedal y hábitats de relevancia y/o sensibles	Extracción de vegetación aledaña al humedal	Extracción de vegetación en el humedal	Compactación del suelo del humedal	
Mitigación	3.1.2	Riego de suelos descubiertos	Generación de material particulado sedimentable			
Mitigación	3.1.3	Instalación de barreras de viento	Generación de material particulado sedimentable			
Mitigación	2.1.2	Paneles acústicos	Generación de ruido			
Mitigación	2.1.3	Encierro de fuentes de ruido estacionarias	Generación de ruido			
Mitigación	4.1.1	Planificar del trabajo según los ciclos de la biota - Aves	Generación de ruido	Extracción de vegetación aledaña al humedal	Extracción de vegetación en el humedal	

Tipo	Numeración	Medida	Aspecto Ambiental 1	Aspecto Ambiental 2	Aspecto Ambiental 3	Aspecto Ambiental 4
Mitigación	8.2.1	Franja Filtrante	Impermeabilización del suelo aledaño			
Mitigación	8.2.3	Zanja de Infiltración	Impermeabilización del suelo aledaño			
Mitigación	8.3.3	Bajada de soleras o soleras discontinuas	Impermeabilización del suelo aledaño			
Mitigación	12.1.2	Pasos bajo nivel en caminos para fauna	Instalación de barreras terrestres	Aumento de tránsito vehicular		
Mitigación	12.1.3	Rejas perimetrales	Instalación de barreras terrestres	Aumento de tránsito vehicular		
Mitigación	18.1	Iluminación amigable	Instalación de luminarias cercanas al humedal			
Mitigación	11.3.1	Atravesos tipo alcantarilla en la planicie de inundación	Instalación permanente de barrera transversal	Instalación temporal de barrera transversal		
Mitigación	12.1.4	Atravesos de cauces con pasos de fauna	Instalación permanente de barrera transversal			
Mitigación	4.1.3	Planificación del trabajo según los ciclos de la biota - Peces y Anfibios	Movimiento de tierra en el humedal	Transformación temporal de la sección transversal, sinuosidad y rugosidad	Instalación temporal de barrera transversal	Extracción de caudales
Mitigación	8.5.13	Aplicación de rollos de fibra	Perturbación del suelo aledaño al humedal			
Mitigación	8.5.16	Malla o barrera de sedimentos	Perturbación del suelo aledaño al humedal			
Mitigación	8.5.3	Geotextiles, mantas y mallas	Perturbación del suelo aledaño al humedal			
Mitigación	15.1.1	Flameo para eliminar semillas en agregados	Uso de material agregado			

Tipo	Numeración	Medida	Aspecto Ambiental 1	Aspecto Ambiental 2	Aspecto Ambiental 3	Aspecto Ambiental 4
Reparación	9.1.1	Creación de humedales en planicie de inundación	Disposición permanente de material en el humedal o relleno	Transformación permanente de la zona y frecuencia de inundación	Transformación permanente de la sección transversal, sinuosidad y rugosidad	Compactación del suelo del humedal
Reparación	10.1.1	Restauración de bosques pantanosos y restauración ripariana	Extracción de vegetación en el humedal	Perturbación de suelo aledaño al humedal	Transformación temporal de la zona y frecuencia de inundación	Compactación del suelo del humedal
Reparación	17.1.2	Viverización de flora silvestre	Extracción de vegetación en el humedal	Extracción de vegetación aledaña al humedal		
Reparación	11.2.2	Revestimientos vegetales	Transformación permanente de la sección transversal, sinuosidad y rugosidad	Transformación permanente de la zonas y frecuencia de inundación		

Selección de buenas prácticas

Además de las medidas descritas, se sugiere la implementación de BBPP generales y sencillas que apuntan a abordar algunos de los AA durante la fase constructiva. Estas se listan en la **Tabla C7. 57**.

Tabla C7. 57. Buenas Prácticas sugeridas para la fase constructiva de la Obra Construcción Segundo Acceso San José de la Marquina.

Numeración	Medida	Aspecto Ambiental 1	Aspecto Ambiental 2
1.1.11	Inspeccionar maquinarias diariamente y reparar cualquier fuga o derrame de fluidos peligrosos	Derrame de compuestos o sustancias tóxicas en el humedal o aledaño	
1.1.13	Abastecimiento de combustible fuera del sitio de la obra	Derrame de compuestos o sustancias tóxicas en el humedal o aledaño	Generación de fuentes de ignición
1.1.17	Mantenimiento de vehículos y maquinaria fuera del sitio de la obra	Derrame de compuestos o sustancias tóxicas en el humedal o aledaño	
1.1.23	Ubicación correcta de baños químicos	Derrame de compuestos o sustancias tóxicas en el humedal o aledaño	
1.1.4	Limpiar derrames de contaminantes inmediatamente	Derrame de compuestos o sustancias tóxicas en el humedal o aledaño	
1.1.8	Lavar maquinaria fuera del sitio de la obra y en lugar designados	Derrame de compuestos o sustancias tóxicas en el humedal o aledaño	
1.1.1	Ubicación estratégica de la zona de acopio de residuos	Derrame de compuestos o sustancias tóxicas en el humedal o aledaño	Generación y mala gestión de residuos sólidos
1.1.2	Uso de contenedores de residuos con tapa o lona	Derrame de compuestos o sustancias tóxicas en el humedal o aledaño	Generación y mala gestión de residuos sólidos
3.1.4	Limitar velocidad de tránsito de vehículos	Generación de material particulado sedimentable	
2.1.10	Evitar el uso de bocinas	Generación de ruido	
2.1.4	Uso de silenciadores de escape	Generación de ruido	
2.1.5	Minimizar el uso de alarma de reversa mediante el diseño de zonas de tránsito	Generación de ruido	
2.1.6	Priorizar maquinaria menos ruidosa	Generación de ruido	
2.1.9	Fabricar elementos con procesos ruidosos fuera del sitio de la obra	Generación de ruido	
4.1.2	Planificar el trabajo según los ciclos de la biota – Horarios críticos	Generación de ruido	
1.1.27	Ubicación estratégica de pilas de acopio	Perturbación del suelo aledaño al humedal	Generación de material particulado sedimentable
8.5.1	Protección de pilas de acopio	Perturbación del suelo aledaño al humedal	Generación de material particulado sedimentable
15.2.1	Uso de especies nativas en paisajismo	Uso de flora exótica invasora	

6.1.2	Implementación de protocolos para reducir los encuentros y estipular cómo actuar ante el encuentro o presencia de fauna sensible o protegida	Generación de ruido
6.1.1	Restringir el ingreso de animales domésticos	Ingreso de animales de libre circulación

Cronograma de medidas

Una programación preliminar de las medidas sugeridas para la obra Construcción Segundo Acceso San José de la Marquina se muestra en la **Tabla C7. 58**. Notar que se considera tanto la fase constructiva como la operación del proyecto. Es posible notar como aquellas medidas de carácter permanente cuentan con actividades de mantención y monitoreo a largo plazo, estas deberán ir en línea con los programas de seguimientos propuestos.

Tabla C7. 58. Cronograma preliminar para las medidas de mitigación y reparación

Nro.	Medida	Fase	Construcción												Operación							
		Año	1				2				3				4				5 +			
		Tipo Trimestre /	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8
7.1.2	Definir senderos y zonas de tránsito	Mitigación																				
1.1.25	Zona de control salida de maquinaria	Mitigación																				
1.1.26	Barreras flotantes	Mitigación																				
16.1.2	Controlar que la remoción de suelo se realice en el área estrictamente necesaria	Mitigación																				
7.1.3	Delimitación física del humedal y hábitats de relevancia y/o sensibles	Mitigación																				
3.1.2	Riego de suelos descubiertos	Mitigación																				
3.1.3	Instalación de barreras de viento	Mitigación																				
2.1.2	Paneles acústicos	Mitigación																				
2.1.3	Encierro de fuentes de ruido estacionarias	Mitigación																				
4.1.1	Planificar del trabajo según los ciclos de la biota - Aves	Mitigación																				
8.2.1	Franja Filtrante	Mitigación																				
8.2.3	Zanja de Infiltración	Mitigación																				
8.3.3	Bajada de soleras o soleras discontinuas	Mitigación																				
12.1.2	Pasos bajo nivel en caminos para fauna	Mitigación																				
12.1.3	Rejas perimetrales	Mitigación																				
18.1	Iluminación amigable	Mitigación																				
11.3.1	Atravesos tipo alcantarilla en la planicie de inundación	Mitigación																				
12.1.4	Atravesos de cauces con pasos de fauna	Mitigación																				
4.1.3	Planificación del trabajo según los ciclos de la biota - Peces y Anfibios	Mitigación																				
8.5.13	Aplicación de rollos de fibra	Mitigación																				
8.5.16	Malla o barrera de sedimentos	Mitigación																				
8.5.3	Geotextiles, mantas y mallas	Mitigación																				

Nro.	Medida	Fase	Construcción												Operación							
		Año	1				2				3				4				5 +			
		Tipo / Trimestre	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8
15.1.1	Flameo para eliminar semillas en agregados	Mitigación																				
9.1.1	Creación de humedales en planicie de inundación	Reparación																				
10.1.1	Restauración de bosques pantanosos y restauración ripariana	Reparación																				
17.1.2	Viverización de flora silvestre	Reparación																				
11.2.2	Revestimientos vegetales	Reparación																				
			Instalación																			
			Implementación y mantenimiento (Fase Construcción)																			
			Mantenimiento y monitoreo (Fase Operación)																			

Espacialización de las principales medidas

A continuación, se presenta una espacialización preliminar de las principales medidas para fase constructiva y fase de operación. Cabe destacar que la correcta ubicación de las medidas deberá justificarse técnicamente luego de la evaluación de impactos. La ubicación propuesta solo es esquemática y permite visualizar potenciales configuraciones para el set de medidas priorizadas. Se especializaron únicamente aquellas medidas que ocupan un lugar determinado en el espacio, notar que hay una serie de medidas que no cumplen con esta característica y por ende no aparecen en el mapa.

Se diferenció entre fase constructiva y de operación debido a la escala de tiempo en la que estas medidas son funcionales, aun así, tal como se señala en el cronograma, las medidas para la fase de operación tienen su instalación durante la fase constructiva. Además, en la **Figura C7. 86** se muestran referentes de estas medidas propuestas.

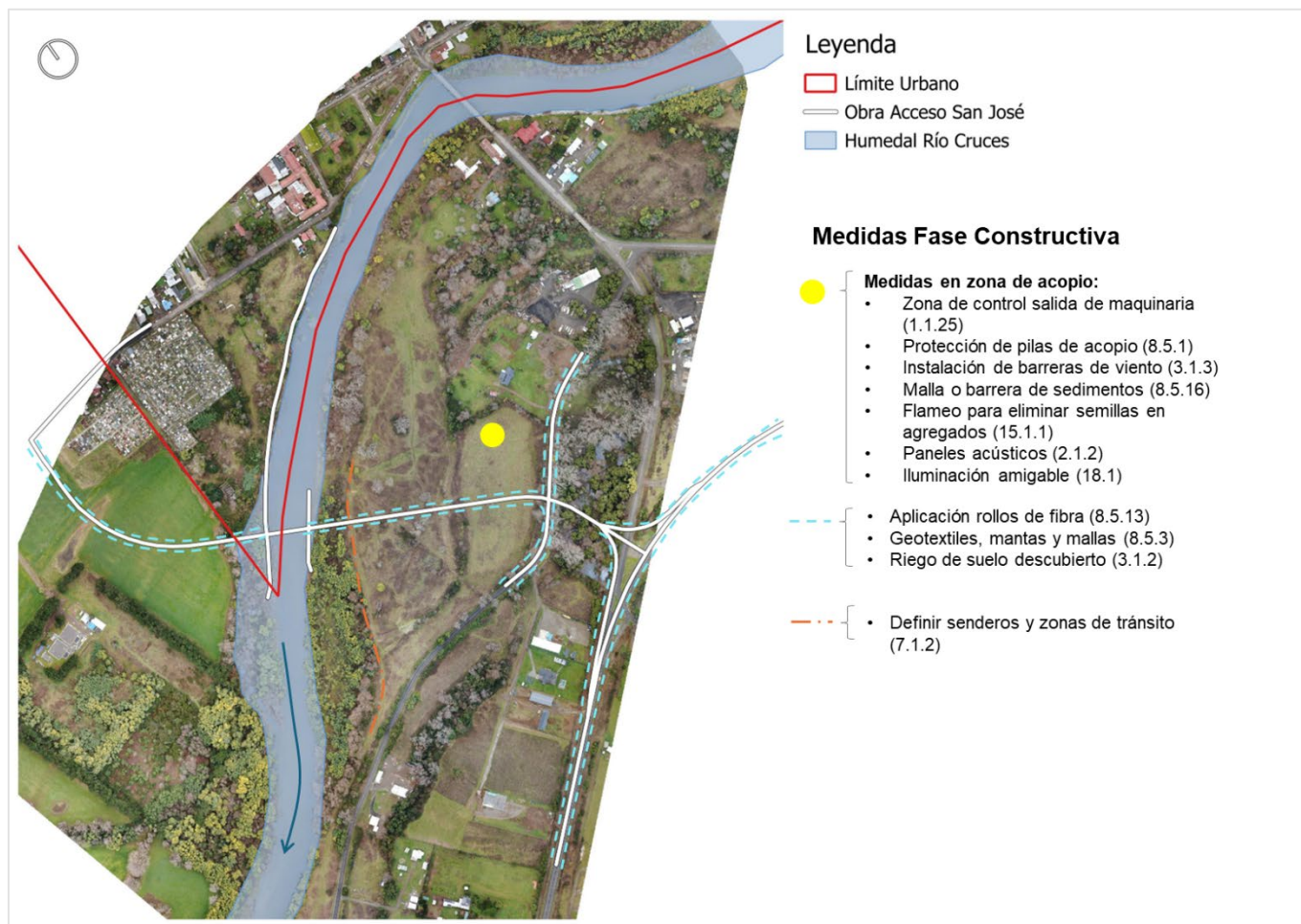


Figura C7. 84. Ubicación propuesta preliminar de las medidas durante la fase constructiva del proyecto.

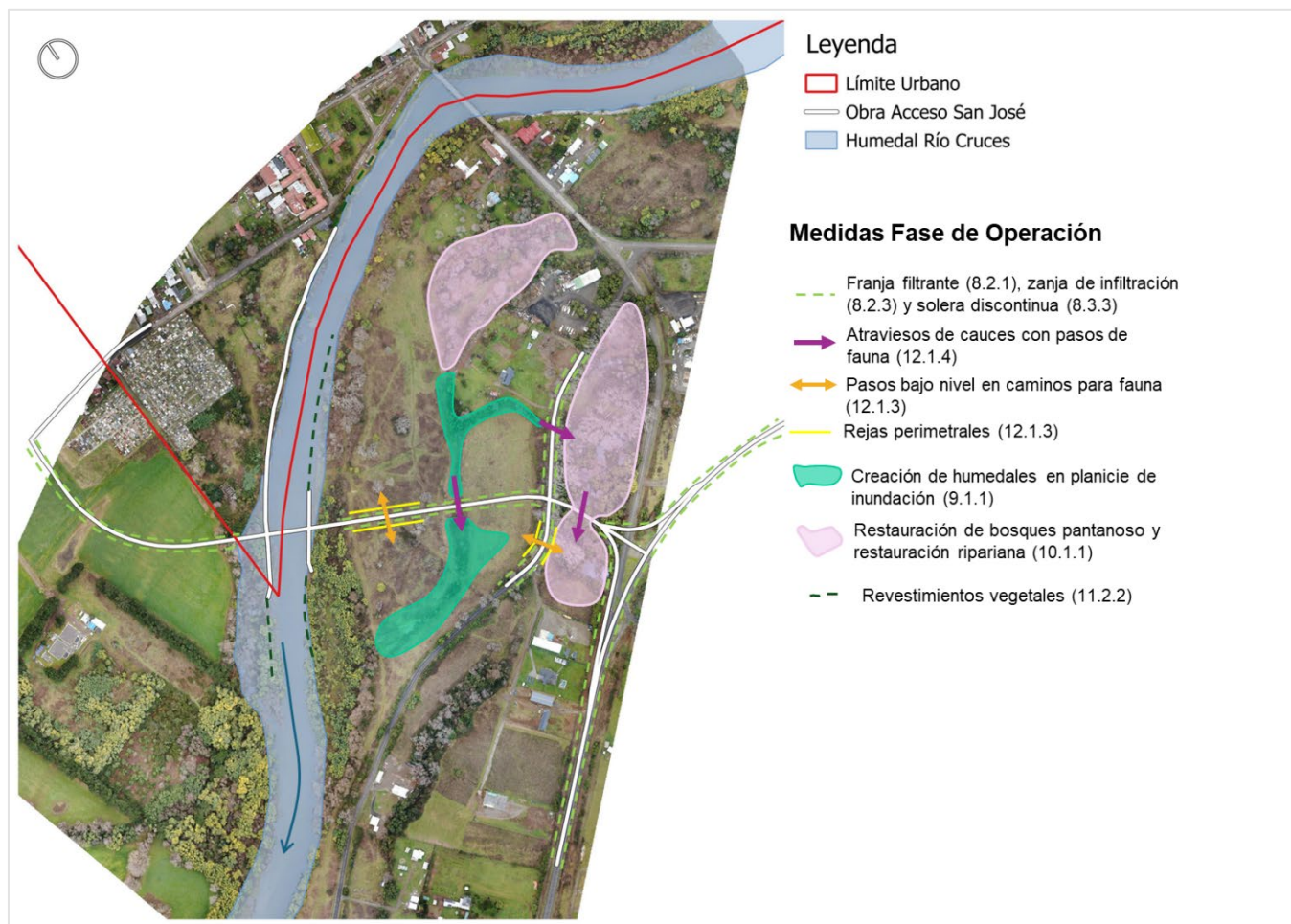


Figura C7. 85. Ubicación propuesta preliminar de las medidas durante la fase de operación del proyecto.



Franja Filtrante. Fuente: The SuDS Manual (Ciria, 2015)



Zanja de infiltración. The SuDS Manual (Ciria, 2015)



Solera discontinua. Fuente: wiki.sustainabletechnologies.ca/wiki/Swales



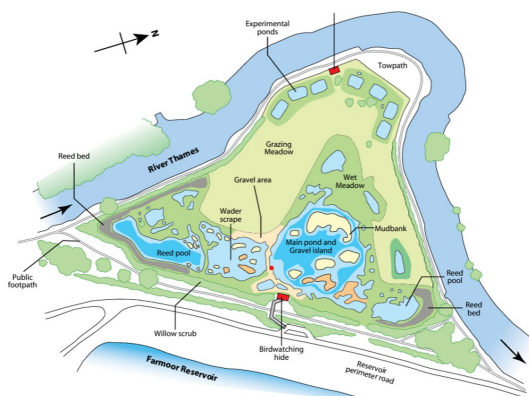
Arco abierto. Resilient Crossings Handbook. Fourmile Watershed Coalition (2017)



Paso para pequeños mamíferos y anfibios.
Fuente: Wildlife Crossing Structure Handbook
Design And Evaluation In North America (Central
Federal Lands Highway Division, 2011)



Rejas perimetrales para guiar hacia los pasos de fauna. Fuente: prescripciones técnicas para el diseño de Pasos de fauna y vallados perimetrales. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. 2015. España.



Diseño del proyecto para la creación de humedales en planicies de inundación. Fuente: Manual of River Restoration Techniques. The River Restoration Center (2020).



Árboles y arbustos recién plantados en bosque pantanoso en restauración. Guideline for Determining Ecosystem Compensation. Toronto and Region Conservation Authority.



Uso de rollos de fibra y plantación de especies hidrófilas. Fuente: Manual of River Restoration Techniques. The River Restoration Center (2020).

Figura C7. 86. Referentes de las medidas propuestas para el Segundo Acceso San José de la Marquina. Fuente: Indicada en cada figura.

Recomendaciones para el monitoreo y mantención de medidas

Por último, con el fin de evaluar la eficacia de las medidas implementadas se sugiere elaborar un **programa de monitoreo y mantención** de las medidas propuestas. En algunos casos, para definir qué indicadores deben ser monitoreados se recomienda utilizar la **Matriz de Indicadores**, seleccionando de forma estratégica indicadores de los AEC que la buena práctica busca proteger. A continuación, se indican lineamientos para el monitoreo y mantención de las medidas que se extienden a la fase de operación.

Franja filtrante (M 8.2.1.)

Las obras de infiltración tipo Franja Filtrante buscan ocupar el área aledaña a caminos y carreteras para infiltrar el agua de escurrimiento superficial. Son de ancho variable, utilizando tanto gravilla como coberturas como césped u otra similar.

Los indicadores que se pueden aplicar para la evaluación de la medida son pH, Oxígeno disuelto, Sólidos Suspendidos Totales, Sólidos Disueltos Totales, Turbiedad y presencia de hidrocarburos, con un muestreo semestral o anual. Adicionalmente, se puede realizar una revisión visual del estado de la vegetación de la franja filtrante, para evaluar si dicha franja requiere alguna mantención o replantación.

Zanja de infiltración (M 8.2.3.)

Las obras de infiltración tipo Zanjas de Infiltración son obras longitudinales que utilizan el área aledaña a caminos o carreteras, de tamaño más pequeño que el tipo de obra anterior. Reciben el agua en toda su longitud interceptando el flujo superficial y evacuándolo mediante infiltración al suelo. Pueden ser alimentadas lateralmente desde franjas de pasto que actúan como filtros. El plan de monitoreo puede acoplarse al de otras obras de infiltración, como lo indicado en la medida anterior respecto a calidad de agua (medición de pH, Oxígeno disuelto, Sólidos Suspendidos Totales, Sólidos Disueltos Totales, Turbiedad y presencia de hidrocarburos, con un muestreo semestral o anual). Se puede incorporar a este plan de seguimiento, la evaluación de la tasa de infiltración, evaluándose durante lluvias intensas.

Bajada de soleras o soleras discontinuas (8.3.3.)

Las bajadas de soleras o soleras discontinuas permiten conducir las aguas lluvias hacia elementos de infiltración, depuración y/o almacenamiento de aguas lluvias. Son obras intermedias, conductoras, que deben mantenerse libres. El plan de seguimiento incluye actividades de observación visual y limpieza de canaletas (frecuencia semestral o anual), para la mantención de la conectividad hidráulica, liberando posibles obstrucciones que podrían ocurrir el volumen de agua que circula a otros elementos de infiltración.

Paso bajo nivel para fauna (M 12.1.2.)

Los pasos bajo nivel para fauna son estructuras instaladas bajo caminos para permitir el tránsito de mamíferos o anfibios, ubicados estratégicamente en zonas de tránsito de estos animales, evitando, a su vez, instalarlos en la red de drenaje. Esta medida debe considerar en el plan de seguimiento, la instalación de cámaras trampa, y su revisión con frecuencia trimestral a semestral. Esto permitirá la identificación de las especies que transitan por el paso bajo nivel, además de poder captar la frecuencia de tránsito, y conteo de individuos (indicadores riqueza específica y abundancia relativa), tanto para mamíferos como anfibios. Adicionalmente, con igual frecuencia, es necesario realizar inspecciones visuales para evaluar la condición física de los pasos, y realizar las medidas correctivas, como posibles mantenciones, limpieza de vegetación, remoción de escombros, entre otros.

Atravesos tipo alcantarilla en la planicie de inundación (M 11.3.1.), con criterio adicional de pasos de fauna

Esta medida sugiere incorporar alcantarillas a lo largo de la planicie inundable del cauce que permitan la conectividad longitudinal, transversal como también la conservación de procesos erosivos, de transporte y acumulación de sedimentos. Se recomienda que la elevación de estas alcantarillas sea la misma que la del lecho del cauce y que se ubiquen verticalmente separadas para que se asegure un flujo base en el cauce principal. Para el monitoreo de esta medida, se propone utilizar indicadores como la magnitud y duración de las condiciones extremas anuales (flujo de agua durante eventos de lluvia o durante invierno), y el tiempo de ocurrencia de las condiciones extremas anuales, así como indicadores secundarios de inundaciones locales, como depósitos de deriva (hojas o sedimento marcando flujo alto). Adicionalmente, se propone el monitoreo de fauna que pueda utilizar estas estructuras a través del registro de riqueza específica y abundancia relativa, pudiendo repetirse el método de monitoreo con cámaras trampa. Finalmente, al igual que en medida anterior, se propone la realización de limpieza de obstrucciones o ampliación de los atravesos si es necesario (frecuencia trimestral a semestral).

Creación de humedales en la planicie de inundación (M 9.1.1.)

En el área donde se concentran la mayoría de las obras (ribera sur), se propone implementar esta medida que busca mejorar la conectividad longitudinal del área de inundación, construyendo humedales donde antes no necesariamente existían de la forma en que se pretende crear (mayor régimen de inundación). El objetivo de la medida es complementar el río como hábitat a través de la reconversión de la planicie de inundación, mediante un proyecto de ingeniería y paisajismo que incluya excavaciones para la creación de estanques, juncuales, humedales palustres, entre otros. Lo anterior permitirá la creación de espejos de agua permanente, y la colonización de especies de flora hidrófila y helófila. Respecto al plan de seguimiento, se propone el establecimiento de un sistema de muestreo basada en área permanente de los humedales, que se pueda muestrear con frecuencia trimestral. Se recomienda comparar el monitoreo previo al desarrollo del proyecto de la compensación, durante la fase constructiva y posterior al trabajo de compensación, idealmente de forma continua y permanente. Los indicadores para registrar son: nivel de agua estacional (trimestral),

riqueza de específica, y abundancia relativa, además de cobertura según Braun-Blanquet para plantas menores.

Restauración de bosques pantanosos y restauración ripariana (M 10.1.1.)

Considerando el alto grado de alteración en zonas ribereñas en torno al proyecto, se propone generar acciones de restauración de bosques pantanosos y bosques ribereños en el marco de la construcción y operación del proyecto, que buscan establecer ecosistemas forestales que se desarrollan en suelos saturados o inundados, y en áreas adyacentes al río, para restablecer las funciones ecológicas y mejorar la conectividad entre los ecosistemas acuáticos y terrestres.

Para lograr este objetivo, se propone iniciar las actividades de esta medida durante el último semestre de la fase de construcción. Las actividades de esta medida son:

- Diseño del plan de restauración (penúltimo trimestre en fase de construcción): Se definen las áreas destino y la selección de especies nativas que serán reintroducidas, priorizando aquellas con capacidad para adaptarse a suelos saturados y que contribuyan a la biodiversidad local.
- Preparación del terreno (último trimestre en fase de construcción): Se deben considerar áreas con foco en restauración de bosques pantanosos (condiciones hídricas de saturación y presencia de suelo hídrico) y restauración de zonas ribereñas (riberas de mayor altura y zonas con riesgo de erosión fluvial).
- Plantación y manejo (primer trimestre fase de operación y posteriores): Se introducen plántulas de especies nativas propias de cada zona, con técnicas de viverización previa en caso necesario. Se establecen protectores para evitar herbivoría.
- Monitoreo y mantenimiento (frecuencia trimestral durante fase de operación): Se realiza un seguimiento regular para asegurar el éxito de la plantación, controlando la aparición de especies invasoras, asegurando el desarrollo de las plantas reintroducidas (éxito), y monitoreando los cambios en la hidrología. En este punto, es relevante establecer un **monitoreo de la cobertura vegetal con frecuencia trimestral**, midiendo la densidad de la vegetación establecida y se compara con los objetivos de restauración, además del porcentaje de supervivencia de las especies plantadas.

Viverización de flora silvestre (M 17.1.2.)

La viverización consiste en recolectar, propagar y cultivar especies nativas adaptadas a los ecosistemas de humedales y riberas, a partir de semillas u otro propágulo. Esta medida considera la construcción de infraestructura como viveros e invernaderos, y es complementaria con otras medidas como la restauración de bosques pantanosos y vegetación ribereña. Los indicadores a considerar en el plan de seguimiento, que debe tener frecuencia trimestral son: supervivencia y crecimiento de especies cultivadas, y tasa de reintroducción en áreas restauradas.

Revestimientos vegetales (M 11.2.2.)

Esta medida corresponde al uso de materiales vegetales en riberas erosionadas con el fin de otorgar conectividad hidrológica transversal y hábitat para especies ribereñas. Se usan generalmente cuando el potencial erosivo no es severo. Por lo general van acompañadas del uso de estacas y empalizadas para entregar mayor soporte. Se espera que, con el paso del tiempo, exista una progresiva cobertura vegetal natural. Por lo anterior, es necesario evaluar trimestralmente los indicadores de cobertura vegetal, asociado a riqueza de especies y abundancia absoluta.

ANEXO 1 | Selección de Obras Piloto

El presente documento tiene por objetivo establecer los criterios de evaluación para seleccionar los proyectos piloto⁴⁰ a analizar en el estudio. En base a la evaluación se proponen dos proyectos con un total de tres obras para ser abordados. Los potenciales proyectos piloto (**Tabla A1. 1**) evaluados fueron propuestos por el MOP ⁴¹. Cada proyecto es descrito en una ficha con una síntesis descriptiva, disponible al final de este documento.

Cabe mencionar que, de acuerdo a los TdR, el desarrollo de proyectos piloto no implica la preparación de antecedentes para una consulta de pertinencia, EIA o DIA. Los pilotos permitirán la aplicación de gabinete de distintos procedimientos desarrollados en el estudio con el objetivo de extraer lecciones valiosas para proyectos MOP similares que se enfrenten al SEIA. En este sentido, **tienen un carácter pedagógico y la propuesta considera casos que se estima serán recurrentes, tanto del punto de la vista de la obra como del humedal.**

Tabla A1. 1. Resumen de potenciales proyectos piloto evaluados. Fuente: Elaboración propia.

Servicio	Tipo de obra	Nombre del proyecto	Lugar
DV	Construcción	Puente Collilelfu	Puente Collilelfu
DV	Mejoramiento	Mejoramiento ruta Corral Valdivia	Catrilelfu
DV	Construcción	Puente Quinchilca	Ruta T-39, localidad de Quinchilca, Los Lagos
DV	Conservación	Puente San José	Acceso a San José de la Mariquina, ruta T-20
DV	Construcción	Construcción segundo acceso S.J. Mariquina	Puente nuevo acceso a Mariquina
DV	Construcción	Mejoramiento ruta T-350, sector Puente Cutipay	Ruta T-350 desde puente Cutipay hacia Niebla
DV	Construcción	Conservación de la red vial reposición puente Bellavista	Puente Bellevista en Ruta T-248
DOH	Conservación	Conservación de obras manejo de cauces Río Cruces y Estero Quechuco	Río Lingue, Río Coipuco
DOH	Conservación	Conservación de riberas de cauces naturales Río Ñaqué	Río Ñaqué, Máfil
DOH	Conservación	Conservación de riberas Río San Juan en Corral	Río San Juan
DOC	Conservación	Conservación global cauces naturales cuenca Río Valdivia	Riberas de los siguientes ríos: Río Leufucade, Estero Pallico. Río Quinchilca, Río Liquiñe y Río Llancahue
DOH	Conservación	Conservación de riberas de cauces naturales cuencas costeras entre límite Región y Río Valdivia	Río Lingue, Río Coipuco
DOH	Conservación	Conservación de riberas de cauces naturales cuenca Río Bueno	Estero Aguas Negras y Estero Percan, Cauce Crucero, Río Heinahue, Caicayen y Curinilahue

⁴⁰ Una obra de conservación vial y una obra tipo puente en condiciones de ingreso al SEIA.

⁴¹ El listado de proyectos piloto se definió en una reunión entre el equipo del CEHUM, la contraparte DGOP-MOP y personal de la SEREMI MOP de Los Ríos. Dicha instancia fue realizada en las dependencias del CEHUM en Valdivia el 23 de agosto de 2023.

Criterios para la evaluación de pilotos

Los criterios aplicados para evaluar los proyectos se detallan en la **Tabla A1. 2**. Estos criterios buscan priorizar los proyectos de acuerdo a temáticas relevantes asociadas al abordaje del literal s), según se ha desarrollado en el estudio.

Tabla A1. 2. Criterios utilizados para priorizar los potenciales proyectos piloto. Fuente: Elaboración propia.

Criterios propuestos	Justificación	Categoría	Puntaje	Peso
Significancia del humedal	Prioridad según análisis geoestadístico Si es más de un tipo de humedal, se suma el ranking de ambos.	Ribereño / Río	5	20%
		Palustre / Permanente	4	
		Palustre / Turbera	3	
		Palustre / Andino	2	
		Almacenamiento / Tranque	1	
Asociado a LU	Aplica literal s) Ley 21.202	Más de un humedal asociado a LU	2	20%
		Un humedal asociado a LU	1	
		Ningún humedal asociado a LU	0	
Proximidad	Si tiene más de una relación de proximidad se toma la mayor	Sobre	2	15%
		Aguas arriba	2	
		Aguas abajo	1	
		Alrededor	1	
Plazo de la obra	Mayor duración implica mayor impacto, por lo que son obras más críticas	Más de 5 años	4	10%
		3 - 5 años	3	
		1 - 3 años	2	
		Hasta 1 año	1	
Estado	Estado actual de tramitación o ejecución	Construida	1	10%
		En construcción	2	
		En licitación	3	
		En consulta de pertinencia	4	
		En estudio	4	
Aspectos ambientales	Número total de aspectos ambientales temporales	15 - 20	4	10%
		10 - 15	3	
		5 - 10	2	
		0 - 5	1	
Aspectos ambientales	Número total de aspectos ambientales permanentes	15 - 20	4	15%
		10 - 15	3	
		5 - 10	2	
		0 - 5	1	

Evaluación de los proyectos potenciales

Los puntajes de evaluación fueron estandarizados de 0 a 1 para obtener valores comparables entre sí. Los valores estandarizados son luego ponderados según el peso y transformados a un porcentaje del puntaje máximo teórico, lo que permitió priorizar los proyectos. Los resultados de la evaluación se presentan en la **Tabla A1. 3** para obras tipo conservación de cauces y en la **Tabla A1. 4** para obras tipo puente en condiciones de ingreso al SEIA; se destacan los tres primeros puntajes. La tabla de cálculo se anexa al final del documento.

Tabla A1. 3. Potenciales proyectos piloto para obra tipo conservación de cauces. Fuente: Elaboración propia.

Criterios propuestos									
	Criterios propuestos	Significancia del humedal	Asociado a LU	Proximidad	Plazo de la obra	Estado	Aspectos ambientales	Aspectos ambientales	VALOR DE PRIORIZACIÓN
Conservación de obras manejo de cauces Río Cruces y Estero Quechuco	Valor piloto	4	1	2	3	1	2	2	64%
	Estandarizado	0.8	0.5	1	0.8	0.3	0.5	0.5	
Conservación de riberas de cauces naturales Río Ñaue	Valor piloto	4	1	2	1	1	2	2	59%
	Estandarizado	0.8	0.5	1	0.3	0.3	0.5	0.5	
Conservación de riberas Río San Juan en Corral	Valor piloto	4	0	2	1	2	2	2	51%
	Estandarizado	0.8	0	1	0.3	0.5	0.5	0.5	
Conservación global cauces naturales cuenca Río Valdivia	Valor piloto	5	1	2	1	2	2	2	65%
	Estandarizado	1	0.5	1	0.3	0.5	0.5	0.5	
Conservación de riberas de cauces naturales cuencas costeras entre límite Región y Río Valdivia	Valor piloto	5	0	2	1	2	2	2	55%
	Estandarizado	1	0	1	0.3	0.5	0.5	0.5	
Conservación de riberas de cauces naturales cuenca Río Bueno	Valor piloto	5	2	2	1	2	2	2	68%
	Estandarizado	1	1	1	0.3	0.5	0.5	0.5	

Tabla A1. 4. Potenciales proyectos piloto para obra tipo puente. Fuente: Elaboración propia.

Criterios propuestos									
	Criterios propuestos	Significancia del humedal	Asociado a LU	Proximidad	Plazo de la obra	Estado	Aspectos ambientales	Aspectos ambientales	VALOR DE PRIORIZACIÓN
Puente Collilelfu	Valor piloto	5	1	2	2	4	3	2	70%
	Estandarizado	1	0.5	1	0.5	1	0.8	0.5	
Mejoramiento ruta Corral Valdivia	Valor piloto	5	1	2	2	1	3	3	71%
	Estandarizado	1	0.5	1	0.5	0.3	0.8	0.8	
Puente Quinchilca	Valor piloto	5	0	2	2	1	3	2	58%
	Estandarizado	1	0	1	0.5	0.3	0.8	0.5	
Puente San José	Valor piloto	5	1	2	2	4	3	2	75%
	Estandarizado	1	0.5	1	0.5	1	0.8	0.5	
Construcción segundo acceso S.J. Mariquina	Valor piloto	5	1	2	2	4	3	3	79%
	Estandarizado	1	0.5	1	0.5	1	0.8	0.8	
Mejoramiento ruta T-350, sector puente Cutipay	Valor piloto	5	1	2	2	4	3	3	68%
	Estandarizado	1	0.5	1	0.5	1	0.8	0.8	
Reposición puente Bellavista	Valor piloto	5	0	2	1	2	3	2	50%
	Estandarizado	1	0	1	0	1	1	1	

Selección de proyectos piloto y justificación

Los proyectos con mayor puntaje de evaluación son los siguientes:

- Conservación de riberas de cauces naturales cuenca Río Bueno (68%).
 - Sector Pichirropulli.
 - Sector Crucero.
- Construcción segundo acceso San José de la Mariquina (79%).

Se propone abordar estos casos en el estudio⁴². Considerando los criterios de evaluación, el equipo consultor considera que los casos son relevantes para los objetivos del estudio e idóneos desde el punto de vista del análisis técnico. Las características de los proyectos piloto se presentan en la tabla a continuación:

Tabla A1. 5. Resumen de las características de los casos seleccionados. Fuente: elaboración propia.

Criterio	Conservación de riberas de cauces naturales cuenca Río Bueno	Construcción segundo acceso San José de la Mariquina
Relevancia para los objetivos del estudio	• Las dos conservaciones (Sector Pichirroculli y Sector Crucero) están en humedales asociados a límite urbano, por lo que aplica el literal s) de la Ley 19.300. • Las obras se localizan sobre aguas corrientes (ríos o esteros) que son el humedal estadísticamente más significativo en el estudio. • La probabilidad de generar alteraciones es alta, dado que consideran obras “sobre” el cauce.	• El proyecto se sitúa sobre un humedal asociado a límite urbano, por lo que aplica el literal s) de la Ley 19.300. • Las obras se localizan sobre aguas corrientes (ríos o esteros) que son el humedal estadísticamente más significativo en el estudio • El puente y sus estribos se localizan “dentro” del humedal (Río Cruces), lo que implica una alta probabilidad de alteración. • La obra está en etapa de consulta de pertinencia, lo que la deja en condiciones de entrar al SEIA, una condición necesaria para el piloto tipo puente indicada en los TdR.
Idoneidad técnica	• Las obras están en distintos niveles de avance, lo que permite verificar los procedimientos de trabajo en terreno. • Las conservaciones consideran una diversidad de intervenciones en el cauce y obras civiles complementarias, lo que posibilita evaluar el potencial de alteración de mayor cantidad de procedimientos de	• Además del puente, la obra considera accesos a través de terraplenes que se sitúan sobre zonas que son potencialmente humedal, agregando mayor diversidad de obras a la evaluación de impactos, así como a la búsqueda de medidas. • El proyecto implica una cantidad alta de “aspectos ambientales”, lo que permitirá

⁴² Los aspectos técnicos del abordaje de los pilotos, así como la coordinación de las visitas a terreno fueron discutidos con las contrapartes DGOP-MOP y MOP Los Ríos en reunión presencial en el CEHUM el 27 de junio de 2024. El punto focal para la obra tipo conservación de riberas es Sebastián Oyarzún, Jefe Departamento Recursos Hídricos, Dirección de Obras Hidráulicas. El punto focal para la obra tipo puente es Pablo Pérez, Jefe Subdepartamento de Medio Ambiente y Territorio, Departamento de Proyectos, Dirección de Vialidad.

trabajo y la respectiva aplicación de buenas prácticas. • Existen una serie de estudios topográficos e hidrológicos que sirven de antecedente para su caracterización.	extraer una mayor cantidad de lecciones para proyectos MOP similares que se enfrenten al SEIA.
---	---

Fichas descriptivas por proyecto piloto potencial

En las páginas siguientes se detalla cada caso piloto potencial en una ficha integral, la que incluye aspectos relevantes considerados en su evaluación, una descripción, mapa de ubicación y obras consideradas.

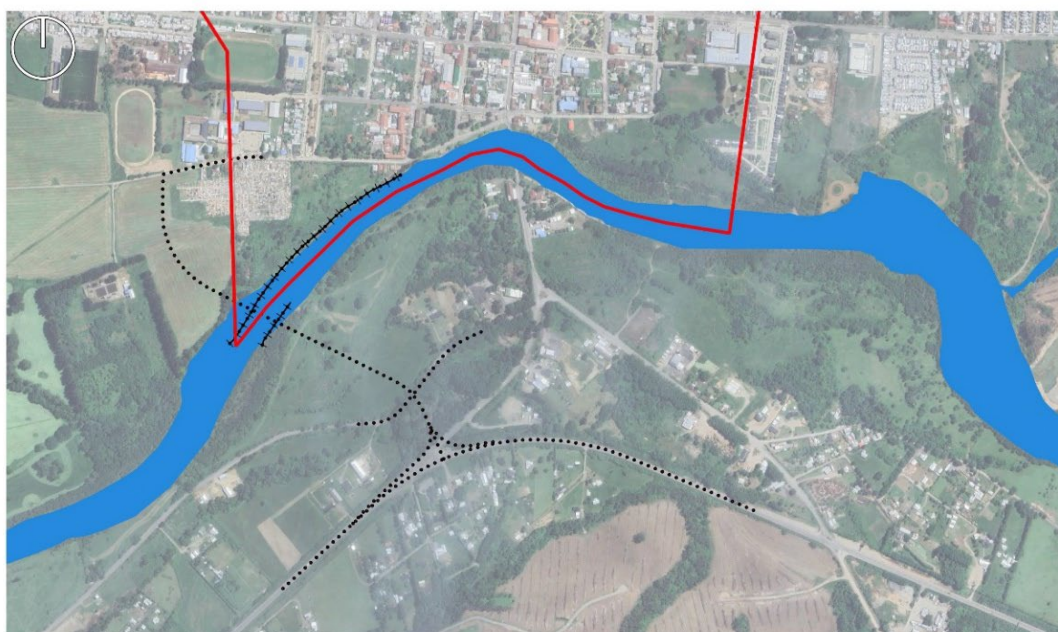
Construcción segundo acceso a San José de La Mariquina

79%

Tipología humedal orden 2/4	Ribereño / Río	
Asociación a límite urbano	Asociado	
Proximidad de obra con humedal	Sobre	
Plazo de obra	1 a 3 años	
Estado de la obra	En proceso de licitación EIA	
Cantidad aspectos ambientales	Permanentes	12
	Temporales	14

Descripción de la obra

Se considera generar un segundo acceso a la ciudad de San José de la Mariquina, a fin de mejorar las condiciones de la ruta utilizada por los usuarios que acceden a la ciudad (Ruta 202), al mismo tiempo que se busca reforzar y contribuir a la optimización de la vialidad urbana del sector. Dentro del proyecto es considerado un primer tramo correspondiente a la Ruta 202 ya mencionada, y un segundo tramo el cual corresponde a un segundo acceso a San José de La Mariquina, que se inicia en la intersección con la Ruta 202 y que además considera un nuevo puente sobre el Río Cruces.



Leyenda

- ++ Enrocado
- Construcción segundo acceso a San José de la Mariquina
- Límite urbano San José de La Mariquina
- Río Cruces

Construcción segundo acceso a San José de La Mariquina	79%
Obras consideradas	
• Pavimento considerando: Subbase granular, base granular, base asfáltica y concreto asfáltico. • Sumideros de aguas lluvias, colectores, cámaras de inspección, fosos revestidos y sin revestir, obras de arte transversales. • Ciclovía. • Puente. • Defensas fluviales.	

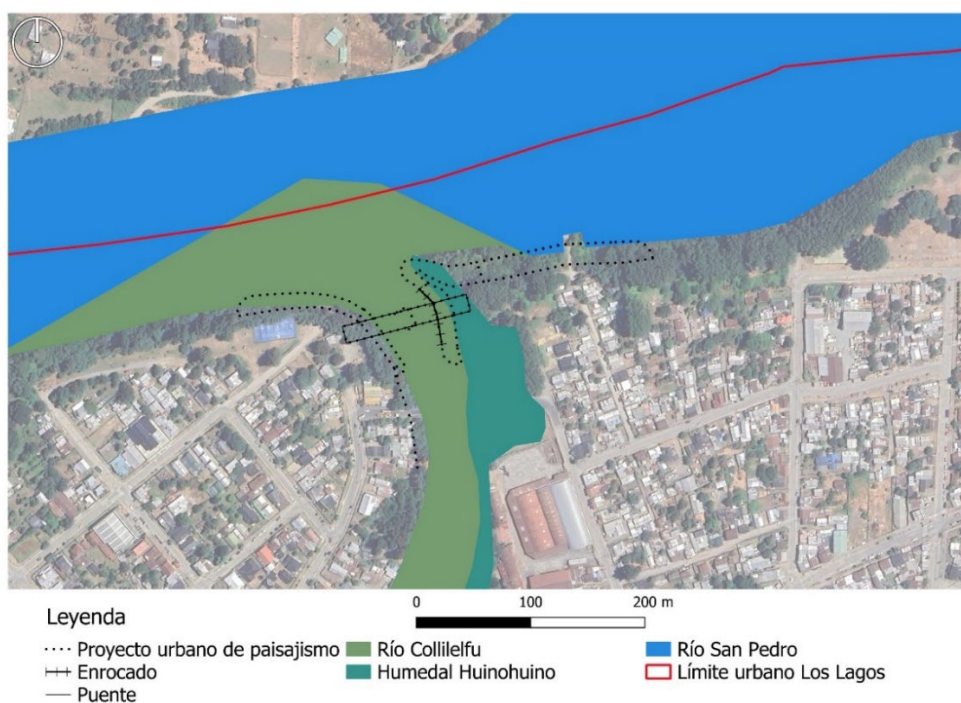
Reposición puente Collilelfu 2

70%

Tipología humedal orden 2/4	Ribereño / Río	
Asociación a límite urbano	Asociado	
Proximidad de obra con humedal	Sobre	
Plazo de obra	1 a 3 años	
Estado de la obra	En construcción	
Cantidad aspectos ambientales	Permanentes	7
	Temporales	12

Descripción de la obra

El estudio contempla el diseño de un nuevo puente que conecte ambas riberas del río Collilelfu y que reemplace el actual puente mecano. Además, se considera el diseño de sus accesos y de las vías locales que se verán conectadas por la nueva estructura. El proyecto se emplaza en el sector norponiente de la comuna de Los Lagos e inicia en la intersección de calle Lynch con Argentina. Finalmente, las obras también consideran la ejecución de un proyecto urbano de paisajismo, con reforestación de especies nativas dentro de la ribera de manera aleatoria y alternando los diferentes estratos vegetales.



Obras consideradas

- Puente.
- Reforestación de cuenca.

Mejoramiento ruta Corral – Valdivia

71%

Tipología humedal orden 2/4	Ribereño / Río	
Asociación a límite urbano	Asociado	
Proximidad de obra con humedal	Sobre	
Plazo de obra	1 a 3 años	
Estado de la obra	Construida	
Cantidad aspectos ambientales	Permanentes	12
	Temporales	15

Descripción de la obra

El proyecto contempla el mejoramiento de la geometría actual, obras de movimiento de tierra, tratamiento de taludes, saneamiento y drenaje, reemplazo de 3 puentes, muros de contención y otras obras asociadas. Se mencionan adicionalmente en documentos de licitación: miradores, defensas fluviales, obras de arte, muros y accesos.



Leyenda

- Río San Juan
- Río Catrilelfu
- Sist. de ríos valdivianos- Ríos Valdivia y Tornagaleones
- Límite urbano Corral
- ⋯ Mejoramiento ruta Corral-Valdivia

Obras consideradas

- Mejoramiento de camino.
- Reposición de 3 puentes en la ruta.

Puente Quinchilca 58%

Tipología humedal orden 2/4	Río / Ribereño	
Asociación a límite urbano	No asociado	
Proximidad de obra con humedal	Sobre	
Plazo de obra	1 a 3 años	
Estado de la obra	Construida	
Cantidad aspectos ambientales	Permanentes	10
	Temporales	12

Descripción de la obra

El proyecto consiste en la reposición del Puente Quinchilca y sus accesos, el cual se emplaza aguas arriba del puente existente, aproximadamente a 5 metros entre tableros. Lo anterior da paso a un puente de una luz de 150 m. Con respecto al trazado proyectado, los accesos tienen una longitud total de 1,067 Km, incluyendo la reposición del Puente Quinchilca y el Puente Pichiquinchilca. Finalmente, el proyecto considera obras de excavaciones y terraplenes, capas de rodadura, saneamiento y drenaje, seguridad vial, modificación de servicios, iluminación y paisajismo y soluciones a los accesos existentes.



Leyenda

- Puente Quinchilca
- Río Quinchilca
- Río San Pedro
- Río Calle Calle
- Límite urbano Los Lagos

Obras consideradas

- Reposición de puente y accesos.

Puente San José

75%

Tipología humedal orden 2/4	Río / Ribereño	
Asociación a límite urbano	Asociado	
Proximidad de obra con humedal	Sobre	
Plazo de obra	1 a 3 años	
Estado de la obra	En estudio	
Cantidad aspectos ambientales	Permanentes	10
	Temporales	12

Descripción de la obra

El puente se apoya en 5 cepas las cuales se encuentran ubicadas dentro del cauce y los estribos de los accesos. El puente aún conserva su baranda original de hormigón armado, con columnas ornamentales. La losa de la calzada, así como también las vigas longitudinales se encuentran de manera solidaria a las fundaciones, estribos y cepas.



Leyenda

- Límite urbano San José de La Mariquina
- Río Cruces
- Puente San José

0 100 200 m

Obras consideradas

- Reemplazo de puente (tablero) y accesos.

Mejoramiento ruta T-350, sector Puente Cutipay

68%

Tipología humedal orden 2/4	Río / Ribereño	
Asociación a límite urbano	Asociado	
Proximidad de obra con humedal	Sobre/Aledaño	
Plazo de obra	1 a 3 años	
Estado de la obra	En proceso de evaluación	
Cantidad aspectos ambientales	Permanentes	12
	Temporales	14

Descripción de la obra

Se consideran obras de mejoramiento vial a través de repavimentación de la ruta T-350, implementación de paraderos de buses, mejoramiento de accesos a predios, obras de saneamiento y obras de seguridad. El proyecto comienza en el puente Cutipay, el cual será reemplazado por uno nuevo y removiendo al finalizar las obras el puente antiguo.



Leyenda

Ruta T-350 --- Limite urbano Valdivia - Niebla

Nuevo Puente ■ Sist. de ríos valdivianos-Ríos Valdivia y Tornagaleones

0 500 1.000 m

Obras consideradas

- Reemplazo de puente y mejoramiento de Ruta T-350 con repavimentación.

Reposición puente Bellavista

50%

Tipología humedal orden 2/4	Río / Ribereño	
Asociación a límite urbano	No asociado	
Proximidad de obra con humedal	Sobre	
Plazo de obra	Menor a 1 año	
Estado de la obra	En ejecución	
Cantidad aspectos ambientales	Permanentes	10
	Temporales	12

Descripción de la obra

Se considera reemplazo del actual puente Bellavista de madera, por un puente modular de longitud de 20 m con tránsito bidireccional y pasillo peatonal. Se contemplará el suministro de la estructura de acero prefabricada, que cumpla con los parámetros geométricos previamente definidos.



Leyenda

- Puente Bellavista
- Sist. de ríos valdivianos. Ríos Cruces, Calle calle y trib.

Obras consideradas

- Reemplazo de puente, con fundación de 8 pilotes en la cual se ejecutará el arriostramiento de la mesa de apoyo.

Conservación de obras manejo de cauces Río Cruces y Estero Quechuco

64%

Tipología humedal orden 2/4	Palustre / Permanente (Corresponde a tipo río)	
Asociación a límite urbano	Asociado	
Proximidad de obra con humedal	Sobre	
Plazo de obra	Hasta 1 año	
Estado de la obra	Construida	
Cantidad aspectos ambientales	Permanentes	7
	Temporales	10

Descripción de la obra

Se han hecho 4 etapas de obras. Es un peralte de la ribera sur para evitar inundación de zonas pobladas. Pretil de tierra y en otros sectores roca y gaviones. Atravesos de calles en algunas partes y consulta obras de hormigón armado.



Leyenda

□ Límite urbano San José de La Mariquina

++ Conservación de obras de manejo de cauces Río Cruces y Estero Quechuco

■ Estero Quechuco

Obras consideradas

- Defensa fluvial rígida en ribera con pretil de tierra, roca y gaviones.

Conservación de riberas de cauces naturales Río Iñaque

59%

Tipología humedal orden 2/4	Palustre / Permanente	
Asociación a límite urbano	Asociado	
Proximidad de obra con humedal	Sobre	
Plazo de obra	Hasta 1 año	
Estado de la obra	Construida	
Cantidad aspectos ambientales	Permanentes	6
	Temporales	8

Descripción de la obra

La obra considera el revestimiento con enrocado y gaviones de la ribera derecha del Río Iñaque, en sector aledaño a Parque Costanera, en la ciudad de Máfil, en un tramo de aproximadamente 140 m de longitud.



Leyenda

- Conservación de riberas de cauces naturales Río Iñaque
- Río Pichoy
- Límite urbano Máfil

0 75 150 m

Obras consideradas

- Enrocado con gaviones.

Conservación de riberas Río San Juan en Corral, Región de Los Ríos

51%

Tipología humedal orden 2/4	Palustre / Permanente	
Asociación a límite urbano	Asociado	
Proximidad de obra con humedal	Sobre	
Plazo de obra	Hasta 1 año	
Estado de la obra	Construida	
Cantidad aspectos ambientales	Permanentes	6
	Temporales	10

Descripción de la obra

Se considera la construcción de protección de fluvial para proteger la ribera sur del Río San Juan, tramo ubicado a 1 km aguas arriba y abajo del puente San Juan 1.



Leyenda

---- Sector Río San Juan ■ Sist. ríos valdivianos - Ríos Valdivia y Tornagaleones

Obras consideradas

- Enrocado.
- Encauzamiento
- Conservación de camino aledaño.

Conservación global cauces naturales cuenca Río Valdivia

65%

Tipología humedal orden 2/4	Ribereño / Río Palustre / Permanente	
Asociación a límite urbano	Estero Pelleco Asociado	
Proximidad de obra con humedal	Sobre	
Plazo de obra	Hasta 1 año	
Estado de la obra	Construida	
Cantidad aspectos ambientales	Permanentes	7
	Temporales	10

Descripción de la obra

Considera las obras necesarias para proteger las riberas. Se realizan obras de limpieza, despeje y encauzamiento, perfilamientos con maquinaria pesada tipo bulldozer, encauzamientos, excavaciones y retiros de excedentes y finalmente enrocados. Las obras que serán realizadas dependerán de la comuna a la cual pertenece, pudiendo ser Lanco (Río Leufucade y Estero Pelleco), Los Lagos (Río Quinchilca) o Panguipulli (Ríos Liquiñe y Llancahue).



Leyenda

- Sector Las Huellas - Quilquilco
- Sector Puante - Aillapan
- Sist. de ríos valdivianos. Ríos Cruces, Calle Calle y trib.

Conservación global cauces naturales cuenca Río Valdivia

65%



Leyenda

Sector río Llancahue Lago Calafquén ■
Río Llancahue ■

0 250 500 m



Leyenda

--- Sector río Lingue ■ Río Liquiñe

0 250 500 m

Conservación global cauces naturales cuenca Río Valdivia

65%



Leyenda

- Sector río Leufucade
- Río Leufucade



Leyenda

- Sector Estero Pelleco
- Estero Pelleco
- Límite urbano Lanco
- Río Cruces

Obras consideradas

- Limpieza, despeje y encauzamiento.
- Perfilamientos con maquinaria pesada tipo bulldozer.
- Encauzamientos, excavaciones y retiros de excedentes.
- Enrocados.

Conservación de riberas de cauces naturales cuencas costeras entre limite Región y Río Valdivia		55%
Tipología humedal orden 2/4	Ribereño / Río Palustre / Permanente	
Asociación a límite urbano	No asociado	
Proximidad de obra con humedal	Sobre	
Plazo de obra	Hasta 1 año	
Estado de la obra	En construcción	
Cantidad aspectos ambientales	Permanentes	5
	Temporales	9
Descripción de la obra		
La obra corresponde revestimiento con enrocado de la ribera derecha del Río Lingue, en sector aguas abajo de puente Negro en la comuna de Mariquina, en un tramo de aproximadamente 480 m de longitud. La misma obra se considera en la ribera derecha del Río Coipuco, en sector Mehuín Bajo, en la comuna de Mariquina, en un tramo de aproximadamente 150 m de longitud. En ambos casos los efectos del caudal del cauce han provocado la erosión de la ribera, la que pone en riesgo camino vecinal existente en el sector.		
 Leyenda Sector río Lingue ++ Río Lingue o Mehuín ■ Sector estero Coipuco 0 250 500 m		
Obras consideradas		
• Enrocado.		

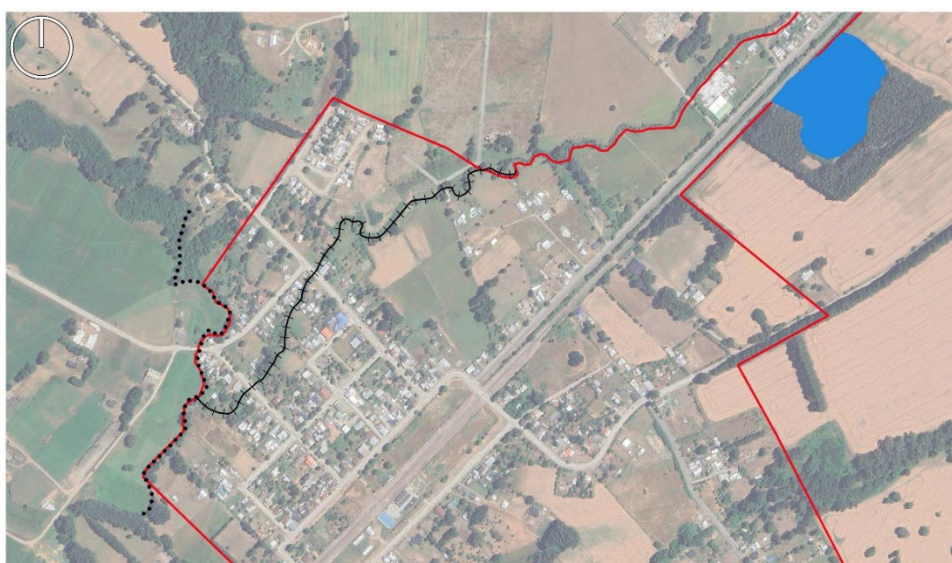
Conservación de riberas de cauces naturales cuenca Río Bueno. Estero Aguas Turbias y Percán, sector Pichirropulli.

68%

Tipología humedal orden 2/4	Sin información	
Asociación a límite urbano	Asociado	
Proximidad de obra con humedal	Sobre	
Plazo de obra	Hasta 1 año	
Estado de la obra	En construcción	
Cantidad aspectos ambientales	Permanentes	6
	Temporales	10

Descripción de la obra

Se considera obras necesarias para la limpieza, protección y mejoramiento de las obras existentes en el Estero Aguas Turbias y sus afluentes.



Leyenda

Sector estero Aguas Turbias Humedal Sin Nombre

Sector estero Percán --- Límite urbano Paillaco

Obras de manejo consideradas

- Actualización topográfica Estero Aguas Turbias y afluentes en sectores a intervenir.
- Despeje, roce y limpieza de cauce en ancho mayor a 3 m.
- Perfilado y limpieza de cauce con maquinaria.
- Despeje, roce y limpieza de cauce y colector con ancho total menor a 3 m.

Conservación de riberas de cauces naturales cuenca Río Bueno. Estero Aguas Turbias y Percán, sector Pichirropulli.	68%
• Excavación • Demolición de obra de arte existente y traslado. • Relleno estructural. • Retiro y traslado de excedentes. • Relleno de roca 300 kg. • Relleno con material fluvial. • Cajón doble hormigón armado. • Muro de cabecera doble de hormigón armado • Muro de ala • Sumidero tipo DOH, con tubo de descarga HDPE y reja • Descarga sumidero en muro de ala, incluye reja galvanizada • Cámara de inspección de hormigón armado tipo B, incluye demolición y reconexión. • Tapa de cámara de inspección. • Reconexión y habilitación descargas existentes de agua lluvia. • Revestimiento con mampostería de piedra fondo cauce • Gaviones • Sumidero e instalación de revestimiento manta de hormigón. • Filtro geotextil • Camada de apoyo • Suministro e instalación rellenos con material fluvial • Rotura y retiro de pavimentos a botadero autorizado • Reposición de pavimentos.	

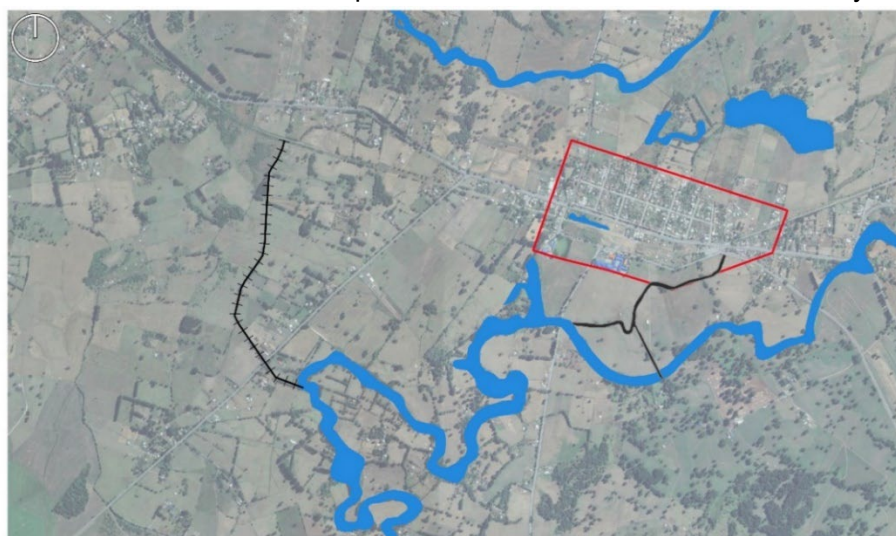
Conservación de riberas de cauces naturales cuenca Río Bueno. Estero sin nombre 1 y 2, sector Crucero.

68%

Tipología humedal orden 2/4	Sin información, conectado a Ribereño / Río	
Asociación a límite urbano	Asociado	
Proximidad de obra con humedal	Sobre	
Plazo de obra	Hasta 1 año	
Estado de la obra	En construcción	
Cantidad aspectos ambientales	Permanentes	6
	Temporales	10

Descripción de la obra

Se considera obras asociadas a la limpieza de cauce en Estero Sin nombre 1 y 2.



Leyenda

Estero sin nombre 2, sector Crucero --- Sist. ríos Lollehue - Bueno - Radimadi ■
 Estero Sin nombre 1, sector Crucero --- Límite urbano Río Bueno □

0 250 500 m

Obras de manejo consideradas

- Actualización topográfica sector Crucero sectores a intervenir.
- Limpieza de cauce con maquinaria sector Crucero.
- Retiro y traslado de excedentes.
- Camada de apoyo.
- Filtro geotextil.
- Relleno de roca 300 kg, incluye camada de apoyo y geotextil

Conservación de riberas de cauces naturales cuenca Río Bueno. Río Hueinahue, Caicayén y Curinilahue.

68%

Tipología humedal orden 2/4	Ribereño / Río	
Asociación a límite urbano	No asociado	
Proximidad de obra con humedal	Sobre	
Plazo de obra	Hasta 1 año	
Estado de la obra	En construcción	
Cantidad aspectos ambientales	Permanentes	6
	Temporales	10

Descripción de la obra

Se consideran obras asociadas a limpieza, encauzamiento y perfilamiento en los ríos Hueinahue, Caicayén y Curinilahue.



Leyenda

Sector Caicayén Río Caicayén ■

0 100 200 m

Conservación de riberas de cauces naturales cuenca Río Bueno. Río Hueinahue, Caicayén y Curinilahue.

68%



Leyenda

Río Caicayén con Hueinahue Río Caicayén
Río Hueinahue Lago Maihue

0 250 500 m



Leyenda

Sector Curinilahue Río Curinilahue

0 100 200 m

Conservación de riberas de cauces naturales cuenca Río Bueno. Río Hueinahue, Caicayén y Curinilahue.	68%
Obras de manejo consideradas	
• Actualización topográfica en sectores a intervenir. • Despeje, limpieza y encauzamiento ribera Río Hueinahue • Despeje, limpieza y encauzamiento ribera Ro Caicayén • Perfilamiento con bulldozer en Río Caicayén en confluencia • Perfilamiento con bulldozer en Río Hueinahue aguas abajo en confluencia • Despeje, limpieza y encauzamiento ribera Río Curinilahue	

Tabla de cálculo para evaluación de proyectos piloto

Tabla A1. 6. Tabla de cálculo para evaluación de proyectos piloto. Fuente: elaboración propia

					Puente Colilefu		Mejoramiento ruta corral valdivia		Puente Quinchilca		Puente San José		Construcción Segundo Acceso S.J Mariquina		Mejoramiento ruta T-350, sector Puente Culpay		Conservación de la red vial reposición puente Bellavista		Conservación de obras manejo de cauces Río Cruces y estero Quechuco		Conservación De Riberas De Cauces Naturales Río Iniaque		Conservación de riberas Río San Juan en Corral		Conservación global cauces naturales cuenca río Valdivia		Conservación de Riberas de cauces naturales cuencas costeras entre Limite Región y río Valdivia		Conservación de Riberas de cauces naturales cuenca río Bueno	
Criterios propuestos	Justificación	Categoría	Valor	Peso	Valor piloto	Estandarizado	Valor piloto	Estandarizado	Valor piloto	Estandarizado	Valor piloto	Estandarizado	Valor piloto	Estandarizado	Valor piloto	Estandarizado	Valor piloto	Estandarizado	Valor piloto	Estandarizado	Valor piloto	Estandarizado	Valor piloto	Estandarizado	Valor piloto	Estandarizado	Valor piloto	Estandarizado	Valor piloto	Estandarizado
Significancia del humedal	Prioridad según análisis geoestadístico Si es más de un tipo de humedal, se suma el ranking de ambos.	Ribereño / Río	5	20%	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	4	0,8	4	0,8	4	0,8	5	1	5	1	5	1		
		Palustre / Permanente	4																											
		Palustre / Turbera	3																											
		Palustre / Andino	2																											
		Almacenamiento / Tranque	1																											
Asociado a LU	Aplica literal Ley 21.202	Más de un humedal asociado a LU	2	20%	1	0,5	1	0,5	0	0	1	0,5	1	0,5	1	0,5	0	0	1	0,5	1	0,5	0	0	1	0,5	0	0	2	1
		Un humedal asociado a LU	1																											
		Ningún humedal asociado a LU	0																											
Proximidad	Si tiene más de una relación de proximidad se toma la mayor	Sobre	2	15%	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1
		Aguas arriba	2																											
		Aguas abajo	1																											
		Alrededor	1																											
Plazo de la obra	Mayor duración implica mayor impacto, por lo que son obras más críticas	Más de 5 años	4	10%	2	0,5	2	0,5	2	0,5	2	0,5	2	0,5	2	0,5	1	0,25	3	0,75	1	0,25	1	0,25	1	0,25	1	0,25	1	0,25
		3 - 5 años	3																											
		1 - 3 años	2																											
		Hasta 1 año	1																											
Estado	Estado actual de tramitación o ejecución	Construida	1	10%	2	0,5	1	0,25	1	0,25	4	1	4	1	4	1	2	0,5	1	0,25	1	0,25	2	0,5	2	0,5	2	0,5	2	0,5
		En construcción	2																											
		En licitación	3																											
		En consulta de pertinencia	4																											
		En estudio	4																											
Aspectos ambientales temporales	Número total de aspectos ambientales temporales	15 - 20	4	10%	3	0,75	3	0,75	3	0,75	3	0,75	3	0,75	3	0,75	3	0,75	2	0,5	2	0,5	2	0,5	2	0,5	2	0,5	2	0,5
		10 - 15	3																											
		5 - 10	2																											
		0 - 5	1																											
			1																											
Aspectos ambientales permanentes	Número total de aspectos ambientales permanentes	15 - 20	4	15%	2	0,5	3	0,75	2	0,5	2	0,5	3	0,75	3	0,75	2	0,5	2	0,5	2	0,5	2	0,5	2	0,5	2	0,5	2	0,5
		10 - 15	3																											
		5 - 10	2																											
			1																											
			1																											
					100%	70%	71%	58%	75%	79%	68%	50%	64%	59%	51%	65%	55%	68%												

ANEXO 2 | Actas de Terreno

Terreno Dirección de Vialidad Puente Segundo Acceso a San José de la Mariquina

Objetivo general

1. Visitar la obra DV de segundo acceso a San José de la Mariquina (ingresa al SEIA)
2. Evaluar la aplicabilidad de los procedimientos y herramientas desarrollados.
 - Matrices, fichas, etc.
 - Recoger visiones en terreno sobre diseño y desarrollo de la obra.

Fecha: miércoles 24 de julio, 2024

Tabla A2. 1. Lista de asistentes a la visita a San José de la Mariquina. Fuente: Elaboración propia.

Equipo	Nombre	Rol
MOP	Pablo Perez	Dirección de Vialidad
CEHUM	Jorge Tomasevic	Coordinador Científico
	Camila Bañales	Coordinadora especialista en EIA, geomorfología fluvial, conservación y biodiversidad.
	Teresita Scheuch	Coordinadora especialista en hidráulica y modelación hidrológica en humedales
	Francisca Urrutia	Analista especialista en obras
	Bastián Oñate	Analista especialista en ecosistemas acuáticos.

Síntesis

Visitamos el sitio en dónde se emplazará la obra, tanto por la ribera izquierda (sur) como la ribera derecha (norte) de río

Ribera izquierda (sur)

- Propiedad privada (1 propietario).
- Actualmente es una pradera agrícola con alto grado de degradación por sobre pastoreo y tránsito de vehículos.
- Según observación de Pablo en la última crecida significativa del río (junio 2024), toda esta planicie se inundó (hasta llegar a la calle que limita hacia el sur)
- La orilla inmediata del río está cubierta por vegetación exótica (aromo australiano). El sustrato de la orilla es arenoso, lo cual es esperable dada la función de acumulación de sedimento que cumplen el interior de las curvas de ríos con meandros.
- En la pradera de inundación se detectó la presencia de un curso de agua intermitente que posiblemente es remanente de algún paleo canal. Los caminos actuales atraviesan este curso de agua por badenes.
- En base a la vegetación (**Figura 1**) y la visita en terreno, podemos constatar la evidencia de una canal húmedo.



Figura 1. Ribera izquierda (sur). En amarillo se señala el cuerpo de agua intermitente dentro de la planicie de inundación.

Ribera derecha (norte)

- Propiedad privada
- Actualmente es una pradera agrícola con menos grado de degradación y mayor manejo.
- Al corresponder a la orilla “externa” de la curva del meandro, esta orilla presenta mayor erosión propia de la funcionalidad del río. El río se encuentra más confinado en su movimiento lateral además de a menor elevación que la pradera.
- En esta orilla, el río se encuentra a menor elevación que la pradera por lo cual ésta no es inundable directamente por crecidas. Sin embargo, se observó una zona acotada de la pradera que estaba actualmente inundada.
- En base a la vegetación en terreno (**Figura 3**), podemos constatar la evidencia de una zona con características de humedal. Esta zona se encuentra dentro del área de la obra, probablemente en dónde se emplazará el camino de acceso al puente.



Figura 2. Porción de la pradera con posibilidad de cumplir los criterios de identificación de humedal.



Figura 3. Referencias fotográficas del sitio de obra del puente segundo acceso a San José de la Mariquina, en el Río Cruces en la ribera sur (arriba), un área de la ribera sur que presenta indicios de inundación reciente (centro) y de la ribera norte (abajo).

Terreno Dirección de Obras Hidráulicas Conservación global Río Bueno, Sector Crucero

Objetivo general

1. Visitar la obra DOH en dos sectores:
 - **Sector Crucero**
 - Sector Pichirropulli
2. Evaluar la aplicabilidad de los procedimientos y herramientas desarrollados.
 - Matrices, fichas, etc.
 - Recoger visiones en terreno sobre diseño y desarrollo de la obra.

Fecha: miércoles 18 de julio, 2024

Tabla A2. 2. *Lista de asistentes a la visita a Sector Crucero. Fuente: Elaboración propia.*

Equipo	Nombre	Rol
MOP	Sebastián Oyarzun	Jefe de Departamento Recursos Hídricos
	Soledad Rosas	Inspectora Fiscal del contrato en desarrollo
	Bárbara Guajardo	Encargada de Participación ciudadana
	Viviana Silva	Encargada de medio ambiente
	Víctor Álvarez	Profesional Residente
CEHUM	Ignacio Rodríguez	Director CEHUM
	Jorge Tomasevic	Coordinador Científico CEHUM
	Camila Bañales	Coordinadora especialista en EIA, geomorfología fluvial, conservación y biodiversidad.
	Teresita Scheuch	Coordinadora especialista en hidráulica y modelación hidrológica en humedales
	Francisca Urrutia	Analista especialista en obras
	Bastían Oñate	Analista especialista en ecosistemas acuáticos.

Estero Sin Nombre 1

- Propiedad privada (1 propietario).
- Recorrimos a pie (con botas por zonas inundadas) la parte inicial de la obra desde el atravesio 1 hacia el sur.
- Canal de drenaje de campo antiguo que requiere mantención de despeje de vegetación para que el agua pase sin resistencia.
- Se ha trabajado con maquinaria desde una sola ribera con permiso del propietario. Se remueve cerco y luego se reestablece
- Luego regresamos a los vehículos y continuamos el recorrido de la obra desde un atravesio (puente) hasta el final de la obra en la confluencia con el Río Currileufú.

- El canal aquí está encajonado y muy profundo con respecto a las zonas agrícolas adyacentes. Profundidad del canal a la altura del puenteo = 3 metros; profundidad del canal a la altura de la confluencia = 6 metros.
- Se observa socavación en los márgenes del curso de agua que provoca deslizamiento de tierra desde los márgenes (talud prácticamente vertical)



Figura 4. Referencias fotográficas de las intervenciones en el estero del sector sin nombre 1, en su parte alta (izquierda), media sin intervención (centro) y baja cercana a la confluencia con el Río Currileufú en la comuna de Río Bueno (derecha).

Sector Sin Nombre 2

- Propiedad privada (1 propietario).
- Zona muy cercana al Humedal Pichirropulli en frente de la escuela
- Comenzamos en el atravesado de la carretera que recoge las aguas lluvias desde población en Pichirropulli. Atravesado es una cañería que frecuentemente se llena de basura, hace poco habían limpiado la DOH.
- Desde aguas abajo del atravesado, caminamos por el predio por el cual pasa el curso de agua. En esta zona hay menor cantidad de vegetación. Se observan varios canales artificiales, probablemente canales antiguos de drenaje de zonas agrícolas.



Figura 5. Referencias fotográficas de las intervenciones en el estero del sector sin nombre 2, en su parte alta con atravesos de tránsito vehicular y peatonal (izquierda), media (centro) y baja cercana a la confluencia con el Río Currileufú en la comuna de Río Bueno (derecha) y con evidente signo de erosión y uso ganadero.

Terreno Dirección de Obras Hidráulicas Conservación global Río Bueno, Sector Pichirropulli

Objetivo general

1. Visitar la obra DOH en dos sectores:
 - **Sector Crucero**
 - Sector Pichirropulli
2. Evaluar la aplicabilidad de los procedimientos y herramientas desarrollados.
 - Matrices, fichas, etc.
 - Recoger visiones en terreno sobre diseño y desarrollo de la obra.

Fecha: miércoles 25 de julio, 2024

Tabla A2. 3. Lista de asistentes a la visita a Sector Pichirropulli. Fuente: Elaboración propia.

Equipo	Nombre	Rol
MOP	Soledad Rosas	Inspectora Fiscal del contrato en desarrollo
	Bárbara Guajardo	Encargada de Participación ciudadana
	Viviana Silva	Encargada de medio ambiente
	Víctor Álvarez	Profesional Residente
	Jorge Tomasevic	Coordinador Científico CEHUM
CEHUM	Camila Bañales	Coordinadora especialista en EIA, geomorfología fluvial, conservación y biodiversidad.
	Teresita Scheuch	Coordinadora especialista en hidráulica y modelación hidrológica en humedales
	Francisca Urrutia	Analista especialista en obras
	Bastián Oñate	Analista especialista en ecosistemas acuáticos.

Aguas o Turbias Percán

- En Pichirropulli, DOH tiene múltiples intervenciones que forman parte de la misma obra.
- Recorrimos todas las zonas en dónde se ha realizado limpieza de riberas. No se realizó perfilamiento adicional en los taludes originales.
- Los dos esteros en los que se realiza la obra son de aproximadamente 2 metros por 1 metro de profundidad al momento de la visita.
- En general, son cursos de agua con fuerte conexión con las planicies de inundación. En varias zonas estas planicies estaban actualmente inundadas y con mucha compactación producto del tránsito de máquinas. En estas zonas contiguas a los esteros se presentan condiciones de humedal.
- Comentamos sobre la posibilidad de implementar soluciones de diseño de obra que aborden desde otro ángulo el control de inundaciones: incorporando zonas de retención de agua y disminución de la velocidad. Sin embargo, esto ofrece ciertas complejidades desde el cambio de paradigma de diseño de obras hasta las negociaciones con vecinos que colindan con el estero. Estos esteros corresponden a límites prediales en antiguas

escrituras por lo que “sacrificar” terreno, implica reducir la superficie de propiedad privada y negociar con sus dueños. Aun así, estas zonas son inundables, incluso encontrándose a una elevación más baja que el mismo estero. Parte de la reflexión fue sobre los mecanismos de compensación e incentivos a la conservación de zonas inundables para propietarios privados.



Figura 6. Referencias fotográficas de las intervenciones en el Estero Percán o Aguas Negras, en Pichirropulli, comuna de Paillaco, en su parte media con atravesos de tránsito vehicular (izquierda) y baja en el sector urbano (derecha).