



INFORME

PROPUESTA DE PLAN DE REPARACIÓN DE LOS EFECTOS DE RELEVANCIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE OLMUÉ SOBRE EL ECOSISTEMA ACUÁTICO PELUMPÉN

Para:



Noviembre de 2023



ÍNDICE DE CONTENIDO

1	Identificación del proponente	1
2	Introducción	2
3	Descripción del daño ambiental	4
3.1	El Estero Sin Nombre	4
3.2	Descripción de los efectos de relevancia identificados	8
3.3	Servicios ecosistémicos	8
4	Descripción de los sitios de implementación	11
4.1	PTAS de Olmué	11
4.2	Zona de descarga de la PTAS en estero Sin Nombre	13
4.3	Área de influencia de la descarga de PTAS en estero	13
5	Objetivo general de reparación	18
5.1	Objetivo general	18
5.2	Objetivos específicos	18
6	Medidas de Contención adoptadas	19
7	Medidas de Reparación	20
7.1	Medidas para mejorar la calidad de las aguas servidas tratadas	20
7.2	Medidas para mejorar la calidad del agua del estero Sin Nombre	21
7.3	Potenciales efectos de Medidas de Reparación	25
8	Cronograma de la Implementación	26
9	Programa de seguimiento	27
9.1	Indicadores de cumplimiento	27
9.2	Reportes de seguimiento	27
9.3	Monitoreo de seguimiento ambiental	29
9.4	Cumplimiento de normativa ambiental	32
10	Permisos sectoriales	33
11	Listado de participantes	33
12	Referencias	33
13	Anexos	34
13.1	Estudio Técnico Ambiental	34



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1 Antecedentes del proponente.....	1
Tabla N°2 Antecedentes del Representante Legal.....	1
Tabla N° 5 Identificación de servicios ecosistémicos afectados	10
Tabla N° 6 Impacto potencial en la calidad del agua de distintas medidas de restauración	21
Tabla N° 7 Programa de Trabajo	26
Tabla N° 8 Indicadores de cumplimiento de medidas de reparación	28
Tabla N° 9 Ubicación e identificación puntos de muestreo	29
Tabla N° 10 Indicadores de éxito de medidas de reparación.....	32
Tabla N° 11 Listado de personas que participaron en la elaboración del Plan de Reparación Ambiental	33

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1 Ubicación de PTAS Olmué y su descarga en estero Sin Nombre y su conexión al estero Pelumpén ...	6
Figura N° 2 Estero Pelumpén	7
Figura N° 3 Terreno donde se ubica la PTAS de Olmué	12
Figura N° 4 Punto de descarga de aguas servidas en el estero respecto de la PTAS	14
Figura N° 5 Detalle del área de influencia de la descarga de la PTAS en estero Sin Nombre	16
Figura N° 6 Zonas (ejemplos en amarillo) de instalación de azudes en estero Sin Nombre	24
Figura N° 7 Identificación de puntos de muestreo	31

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Ficha de caracterización del punto de descarga PTAS	15
Ilustración 2 Ficha caracterización de hábitat en estero en puntos definidos.....	17
Ilustración 3 Fotografía de un azud instalado en un río (referencial).....	22
Ilustración 4 Representación esquemática del efecto de dispositivos de mejora hábitat acuáticos A, azudes, B y C, deflectores	23



1 Identificación del proponente

Tabla N°1
Antecedentes del proponente

Identificación del proponente	I Municipalidad de Olmué
RUT	69.061.200-3
Dirección	Av. Arturo Prat N°12, Olmué, Región de Valparaíso
Teléfono	[REDACTED]

Fuente: Elaboración propia, 2023

Tabla N°2
Antecedentes del Representante Legal

Identificación del representante legal	Jorge Elías Jil Herrera
RUT	13.190.752-4
Domicilio legal	Av. Arturo Prat N°12, Olmué, Región de Valparaíso
Nacionalidad	Chileno
Profesión	
Correo electrónico	[REDACTED]
Teléfono	[REDACTED]

Fuente: Elaboración propia, 2023.



2 Introducción

El presente documento corresponde a la presentación de una propuesta de Plan de Reparación de los efectos de relevancia de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas (PTAS) de Olmué sobre el ecosistema acuático Pelumpén, ubicado en la comuna de Olmué, provincia de Marga Marga, Región de Valparaíso.

La propuesta de Plan de Reparación surge para dar cumplimiento a lo establecido en la resolución de fecha 2 de febrero de 2023, dictada en causa Rol D N° 50-2020, del Segundo Tribunal Ambiental y que resuelve ordenar a la Municipalidad de Olmué: *“3. Presentar un Plan de Reparación ante la SMA en los términos del artículo 43 de la LOSMA, que considere acciones destinadas a la reparación de los efectos de relevancia identificados en el Estudio Diagnóstico y en el Muestreo Complementario, dentro del plazo de tres meses corridos contados desde la notificación de la presente resolución.”*

Al respecto, se puede indicar que el denominado Estudio Diagnóstico corresponde al Informe Técnico: *“Estudio diagnóstico de una eventual afectación de los componentes ambientales acuáticos en la zona de la descarga de la planta de tratamiento de aguas servidas de Olmué”*, desarrollado por la ETFA Consultores Ambientales ECOTECNOS en febrero de 2022. Mientras que el denominado Muestreo Complementario corresponde al documento titulado *“Muestreo de Calidad de Agua y Biota, Planta de Tratamiento de Aguas Servidas, Olmué”*, y sus antecedentes complementarios, elaborado por la empresa Algoritmos y mediciones ambientales SpA en octubre de 2022.

Ambos documentos evidencian la afectación de la calidad de las aguas y de comunidades biológicas en un estero **Sin Nombre** donde se descargan las aguas servidas de la PTAS de Olmué y que corre paralelo al estero Pelumpén y que es parte del sistema acuático Pelumpén.

En específico La LOSMA en su artículo 43 indica que debe presentarse *“una propuesta de plan de reparación avalada por un estudio técnico ambiental.”* Además *“El Servicio de Evaluación Ambiental deberá pronunciarse acerca de los aspectos técnicos del plan de reparación”* y que *“Una vez recibidos por la Superintendencia el plan de reparación y su respectiva aceptación por el Servicio de Evaluación Ambiental, ésta lo aprobará, y le corresponderá la fiscalización de su cumplimiento.”* Adicionalmente, el artículo 19 del Decreto 30 del MMA del año 2012 reglamenta el Contenido de la propuesta de Plan de reparación y será la base del desarrollo de este informe.

Al respecto se entenderá en este documento como “reparación” a la *“Acción de reponer el medio ambiente o uno o más de sus componentes a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al daño causado, o en caso de no ser ello posible, restablecer sus propiedades básicas.”* de acuerdo con la definición de concepto mencionado en la Ley 19.300, en su Art. 2, letra s. En específico se entenderá como un componente del medioambiente a los “servicios ecosistémicos” que presta el ecosistema y que se encontrarían dañados.



El Plan de Reparación se basará en la metodología de “Principios y Estándares Internacionales para la Práctica de la Restauración Ecológica” de la Sociedad para la Restauración Ecológica (SER^a). Mientras que para la clasificación y caracterización de los Servicios Ecosistémicos involucrados (SSEE) se utilizará la “Clasificación común internacional de Servicios Ecosistémicos” (CICES^b) de la Agencia Ambiental Europea.

La argumentación técnica y científica del presente documento se presentará en el documento anexo, por lo que en el presente documento solo se introducirán los acápites necesarios para describir el daño ambiental, los lugares donde se implementará el Plan, programa de trabajo, las actividades del Plan de reparación, su cronograma, medidas de seguimiento e indicadores de cumplimiento.

^a La sigla en inglés de *Society for Ecological Restoration*, <https://www.ser.org/>

^b La sigla en inglés de *Common International Classification of Ecosystem Services*, <https://cices.eu/>



3 Descripción del daño ambiental

3.1 El Estero Sin Nombre

El estero Sin Nombre es un curso de agua paralelo y al norte del estero Pelumpén y nace en el punto de descarga de las aguas servidas tratadas proveniente de la PTAS Olmué, este cuerpo de agua corre de sureste a noroeste por aproximadamente 520 m y luego se conecta con el estero Pelumpén. (ver Figura N° 1). En la zona que circunda al estero Sin Nombre, se pueden apreciar parcelas agrícolas, caminos no pavimentados que corren de forma paralela o que atraviesan el estero.

La PTAS de Olmué trata las aguas servidas de la ciudad de Olmué por lo que conforma el único aporte permanente de agua al cauce del estero Sin Nombre (máx. 53 lps^c) y por ende al estero Pelumpén propiamente tal. La PTAS es operada por la Municipalidad de Olmué desde 1994.

Dado que el Estero Sin Nombre es parte de la cuenca del estero Pelumpén se realizará una breve descripción del estero Pelumpén respecto de su conformación como curso de agua.

3.1.1 El Estero Pelumpén

El estero Pelumpén es un curso de agua que alimenta aguas arriba al estero Limache y que corre de sureste a noroeste en la provincia de Marga Marga, Región de Valparaíso, Chile y se origina en la vertiente poniente de la cordillera de la Costa, al pie de los cerros La Campana y El Roble y del cordón de La Dormida donde se juntan varios esteros (Las Palmas, quebrada Alvarado, Cajón de La Dormida, etc.) conformando el estero propiamente tal. Aquí se conforma una hoya de régimen pluvial dentro de la cuenca del río Aconcagua, la que es definida como el límite norte del clima mediterráneo de acuerdo con la clasificación de Köppen (Ver Figura N° 2).

Luego de su conformación como estero, el Pelumpén prácticamente no recibe aportes de agua de otros esteros aguas arriba de Olmué (ej.; estero Granizo). Luego, el estero Pelumpén esta normalmente seco y esta condición es tan significativa que, al pasar por Olmué, el estero Pelumpén es atravesado por la ruta F-650 mediante un camino a nivel de piso y sin una condición elevada.

Posteriormente y a 500 m aguas abajo del cruce de la ruta F-650, se ubica el punto de descarga de la Planta de aguas servidas (PTAS) de Olmué a un punto que conforma un estero **Sin Nombre** al norte del estero Pelumpén y paralelo a este. Luego el estero Sin Nombre se conecta al estero Pelumpén 520 m aguas abajo del punto de descarga de la PTAS.

El estero Pelumpén, ya con un caudal líquido permanente, sigue hacia el oeste y es atravesado por el puente “Lo Gamboa” de la ruta F-620, ubicado a 1,7 km aguas abajo del punto de descarga PTAS. Posteriormente, el estero vuelve a tener una condición normalmente seca ya que es atravesado por la ruta F-618 (calle Lo Chaparro) mediante un camino a nivel de piso y a 2,8 km aguas abajo del punto de descarga PTAS.

^c Caudal Máximo Diario = 4605 m³/día.

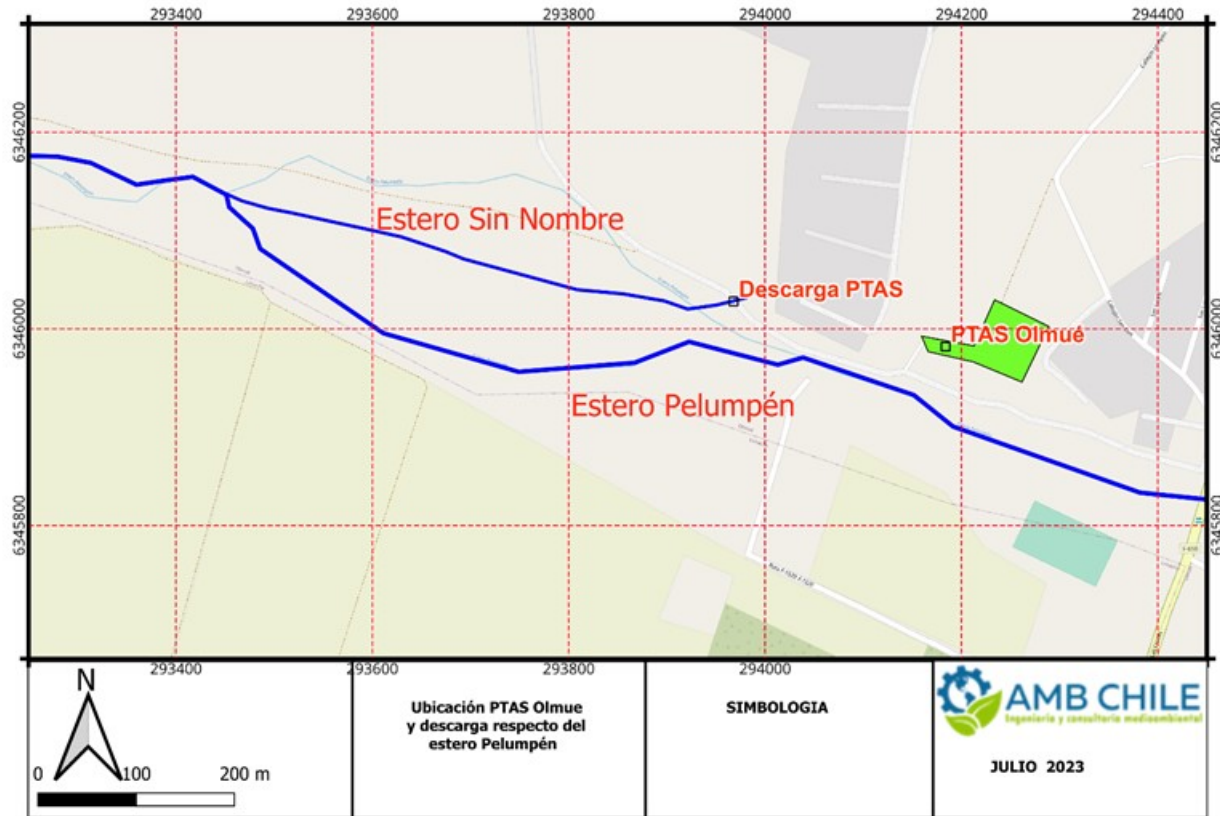


En general, es posible recorrer el lecho del estero Pelumpén debido a que normalmente se encuentra seco, excepto en el periodo invernal, con excepción y a partir del punto de descarga de aguas de la PTAS de Olmué y que conforma el estero Sin Nombre, siendo el único aporte importante de agua hasta llegar al estero Lliu-Lliu que viene del sur, desde el cerro Vizcacha y que es regulado a través del embalse de ese nombre.

Al llegar a Limache, el estero Pelumpén recibe las aguas del estero Lliu-Lliu por el sur, conformando así el estero Limache, cuyas aguas llegan al Embalse Los Aromos, principal reserva de agua dulce que abastece a toda la región de Valparaíso.



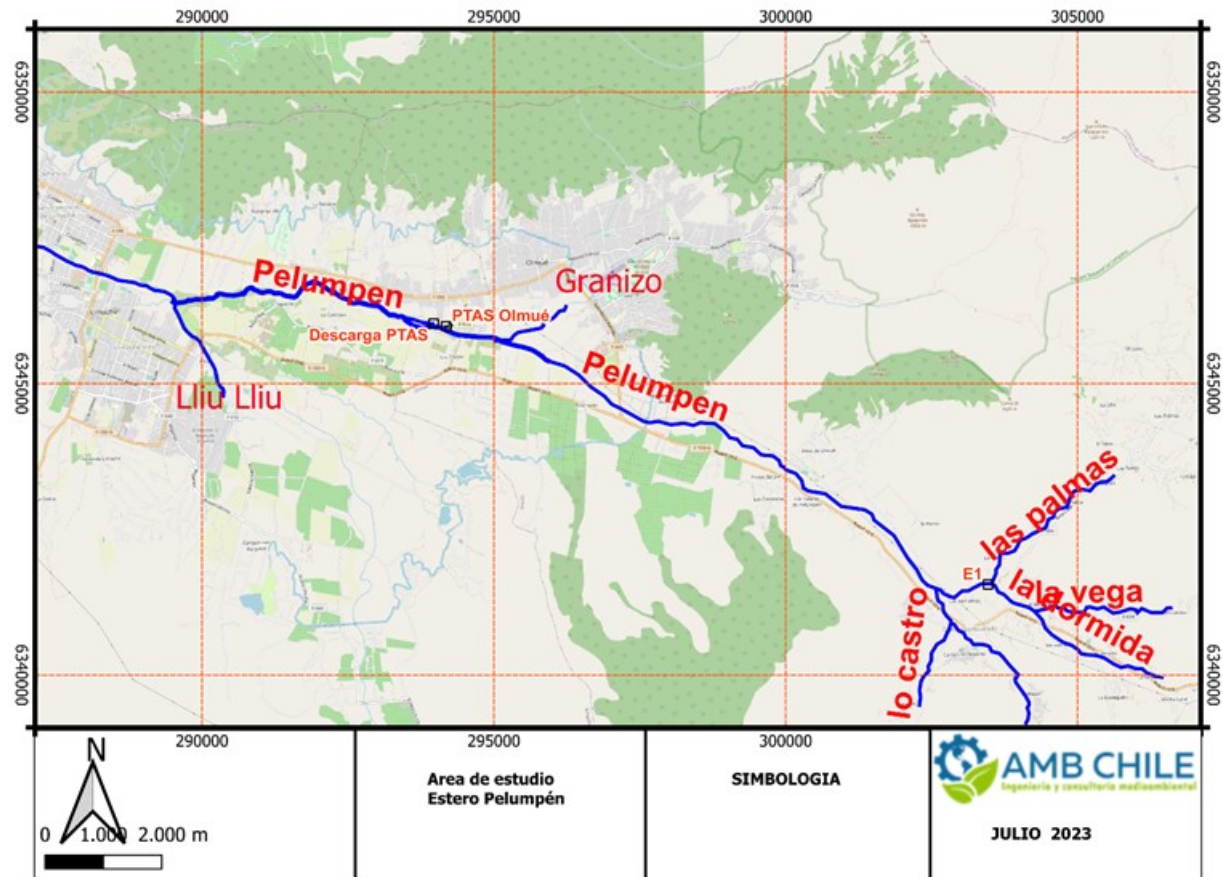
Figura N° 1
Ubicación de PTAS Olmué y su descarga en estero Sin Nombre y su conexión al estero Pelumpén



Fuente: AMB Chile, 2023



Figura N° 2
Estero Pelumpén



Fuente: AMB Chile, 2023



3.2 Descripción de los efectos de relevancia identificados

La causa Rol D N° 50-2020, del Segundo Tribunal menciona los efectos de relevancia identificados debido a la descarga de las aguas servidas tratadas por la PTAS de Olmué en estero Sin Nombre. A manera de resumen los efectos de relevancia identificados fueron los siguientes:

- a) Se evidenció un alto aporte orgánico en el agua del estero que conforma la descarga de la Planta de Tratamiento de Aguas servidas (PTAS) de Olmué ya que los niveles de oxígeno disuelto presentaron valores muy por debajo de los determinados por estudios científicos previos y de los esperados por proyectos de normas de calidad secundaria ambiental, situación que es similar respecto de la conductividad del agua del estero.
- b) Se evidenció una progresiva demanda de oxígeno en los sedimentos y una baja escorrentía que aporte oxigenación con una disminución progresiva del parámetro Redox a medida que se avanza en el cauce del estero generado por la PTAS de Olmué.
- c) El estero que se origina de la descarga de la PTAS de Olmué da cuenta de condiciones de alto nivel de aportes orgánicos que no inciden significativamente en la afectación de otros cuerpos de agua existentes, tal como el estero Pelumpén, ya que sus propiedades químicas no contienen cargas contaminantes fecales y sólo demuestran una alta demanda del oxígeno, propio de una baja escorrentía.
- d) Al evaluar la calidad fisicoquímica del agua superficial del estero Sin Nombre se reconocieron tres parámetros que sobrepasaron los valores límites de referencia de la normativa nacional (Conductividad Específica, DBO5 y oxígeno disuelto), mostrando, inclusive, uno de ellos (DBO5), rangos superiores en el estero a lo indicado en el Decreto 90/2000 (MINSEGPRES 2001).
- e) El estero Sin Nombre tiene presencia de comunidades planctónicas y bentónicas, en general, su biodiversidad es baja, presentando dominancia de grupos biológicos, que, según bibliografía, son grupos habitantes de aguas perturbadas.

En resumen, los estudios indicados concluyen que el estado de la calidad de las aguas del estero Sin Nombre y paralelo al estero Pelumpén, en el cual descarga la PTAS de Olmué, dan cuenta de un ecosistema con perturbación antrópica y con concentraciones ambientales inaceptables, cuestión que se ratifica con las circunstancias referidas a la superación de los valores de referencia de la normativa nacional en materia de calidad de agua, sedimentos y biota acuática, y a la dominancia de grupos biológicos característicos de aguas perturbadas y de mala calidad.

Se debe destacar que lo indicado por la causa Rol D N° 50-2020, del Segundo Tribunal respecto de los efectos ambientales adversos solo fueron imputados al estero Sin Nombre, el cual siendo

3.3 Servicios ecosistémicos

En Chile, la Ley 19.300 en su artículo 2 letra f) definió al daño ambiental como “toda pérdida, disminución, detrimento o menoscabo significativo inferido al medio ambiente o a uno o más de



sus componentes”, y por otro lado, definió al medio ambiente como “el sistema global constituido por elementos naturales y artificiales de naturaleza física, química o biológica, socioculturales y sus interacciones, en permanente modificación por la acción humana o natural y que rige y condiciona la existencia y desarrollo de la vida en sus múltiples manifestaciones”.

En específico, los documentos “Estudio Diagnóstico” y “Muestreo Complementario” mencionados señalan que en el estero Sin Nombre hay efectos de detrimento en la calidad de agua, sedimentos y biota acuática y que dan cuenta de un ecosistema con perturbación antrópica.

Al respecto el objetivo de los proyectos de rehabilitación no es la recuperación de ecosistemas nativos en específico, sino más bien restablecer un nivel de funcionamiento del ecosistema para la provisión renovada y continua de servicios ecosistémicos (SSEE), potencialmente derivados también de ecosistemas no nativos. Entendiendo como servicios ecosistémicos a *“las contribuciones directas e indirectas de los ecosistemas al bienestar humano. Incluyen la producción de suelo, agua y aire limpios, la regulación del clima y las enfermedades, el reciclaje de nutrientes y la polinización, el suministro de una variedad de bienes útiles para los seres humanos y el potencial para la satisfacción de valores estéticos, de recreación y otros valores humanos.”*^d

Los SSEE se pueden agrupar en: Soporte, Aprovisionamiento, Regulación y Cultural. La clasificación más utilizada es la sugerida por CICES ^edebido a que corresponde al estado del arte en la materia y es la clasificación que utiliza el Sistema de Contabilidad Ambiental-Económica.

En el caso de esteros, se pueden identificar algunos SSEE que prestan y que incluye la regulación y saneamiento del agua, regulación del clima, la provisión de agua para bebida y riego y de soporte para especies vegetales y animales; y culturales como el valor educativo, estético y recreativo.

Para el estero Sin Nombre se debe dejar claro que este cuerpo de agua nace por la presencia de la descarga de las aguas servidas tratadas que provienen de la PTAS Olmué, y sin la existencia de esta descarga permanente ese estero no existiría ni tampoco existirían sus SSEE.

De lo anterior se entiende que la disminución de la calidad del agua servida tratada afecta de manera localizada los SSEE del estero Sin Nombre desde el punto donde se realiza la descarga de la PTAS hasta el punto de confluencia con el estero Pelumpén, lo que representa una sección aproximada de 520 m de estero.

En la Tabla N° 5 se describe los SSEE a ser restablecidos de acuerdo con los lineamientos indicados y cuya justificación científica se encuentra en documento anexo.

^dEn punto 5. Glossary, Gann GD, et all, (2019), International principles and standards for the practice of ecological restoration. Second edition.

^e Según la recomendación de Ministerio del Medio Ambiente, 2014, “Propuesta sobre marco conceptual, definición y clasificación de servicios ecosistémicos para el ministerio del medio ambiente”



Tabla N° 3
Identificación de servicios ecosistémicos afectados

Sección	División	Grupo	Clase	Tipo Clase
Regulación & Mantenimiento (biótico)	Transformación de aportes físicos o bioquímicos a ecosistemas	Mediación de residuos o sustancias tóxicas de origen antropogénico mediante procesos vivientes	Biorremediación mediante microorganismos, plantas y animales	Por tipo de sistema vivo o por tipo de residuos o subsistencia
Regulación & Mantenimiento (biótico)	Transformación de aportes físicos o bioquímicos a ecosistemas	Mediación de residuos o sustancias tóxicas de origen antropogénico mediante procesos vivientes	Filtración/retiro/almacenamiento/acumulación mediante microorganismos, algas, plantas y animales	Por tipo de sistema vivo o por tipo de residuos o subsistencia
Provisión (abiótico)	Agua	Agua superficial usada para nutrición, como material o energía	Agua superficial para bebida	Por cantidad, tipo, fuente
Regulación & Mantenimiento (abiótico)	Regulación de condiciones físicas, químicas y biológicas	Regulación de flujos de línea base y eventos extremos	Flujos de líquido	Cantidad por tipo

Fuente: Haines-Young, R. and M.B. Potschin (2018): Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 and Guidance on the Application of the Revised Structure. Traducido del documento en inglés.



De manera sucinta los SSEE indicados en la tabla anterior se encuentran afectados debido a que la calidad de las aguas servidas tratadas que se descargan y las condiciones de recepción y de la cuenca del estero Sin Nombre no permiten desarrollar de manera adecuada:

- La regulación/mantenimiento mediante la transformación de aportes físicos o bioquímicos provenientes de la PTAS Olmué al ecosistema del estero Sin Nombre.
- La regulación/mantenimiento de las condiciones físicas, químicas y biológicas del agua y cuenca del estero Sin Nombre
- La provisión de agua superficial del estero Sin Nombre usada para nutrición o material para alguna actividad ecológica o recreativa.

4 Descripción de los sitios de implementación

En este punto se realiza una descripción de los sitios donde se implementarán cada una de las medidas a proponer y el área de influencia correspondiente.

4.1 PTAS de Olmué

La Planta de Tratamiento de Aguas servidas (PTAS) de Olmué se encuentra ubicada en un lote del callejón San Luis S/N, Comuna de Olmué y su superficie corresponde a 5.002,5 m². Ver Figura N° 3 que muestra la ubicación del lote señalado.

La PTAS se ubica en las Coordenadas UTM (WGS84, H19S) N: 6.346.003, E: 294.237. Su funcionamiento fue autorizado mediante Resolución Sanitaria N°3448, el 6 de septiembre de 1996. Con posterioridad, mediante Resolución Sanitaria N°365, en 2006, se aprobó el proyecto del tercer módulo de tratamiento de la PTAS de Olmué y posteriormente en 2009 se autorizó su funcionamiento. Finalmente, a través de la Resolución Sanitaria N°35, en 2014, la SEREMI de Salud Región de Valparaíso, aprobó el proyecto “Mejoramiento de planta de tratamiento de aguas servidas comuna de Olmué”.

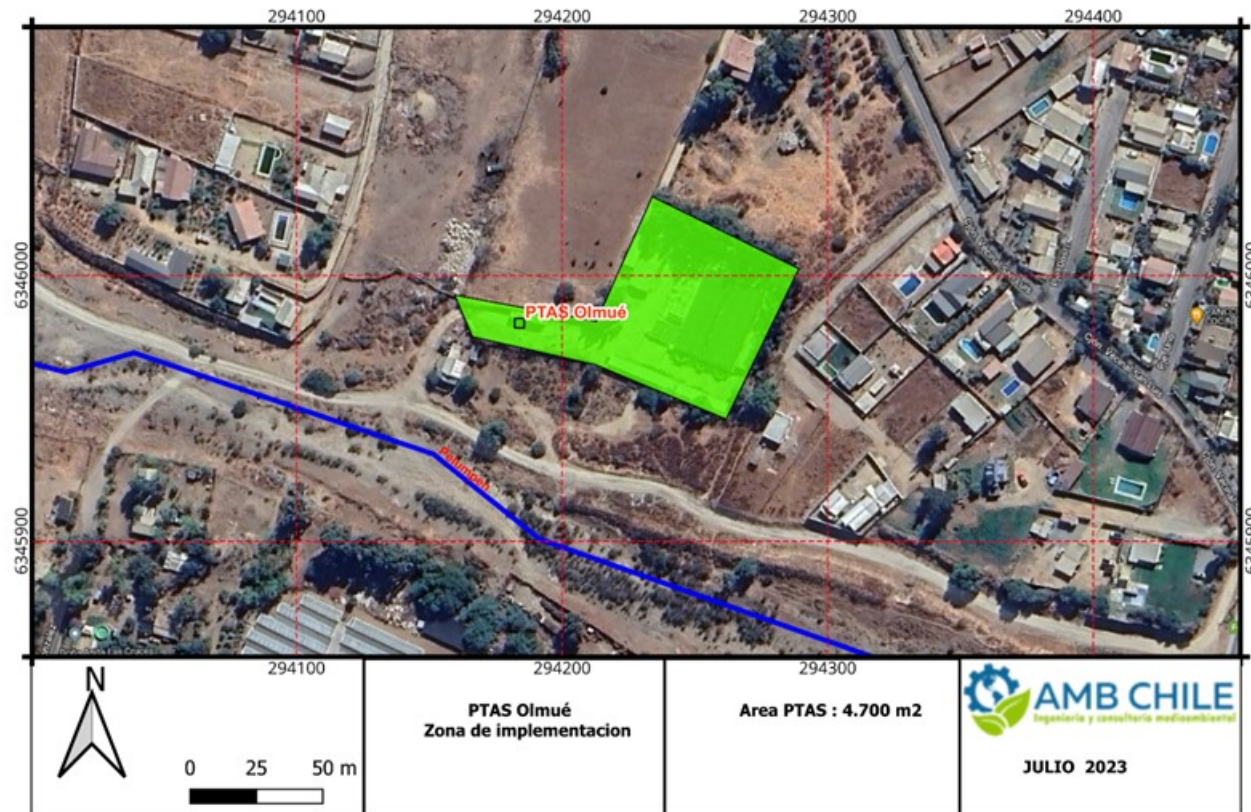
Desde la construcción en 1994 de los primeros dos módulos paralelos de tratamiento de aguas servidas, mediante la modalidad de lodos activados y diseñada para una capacidad de 10.080 habitantes, la PTAS ha sufrido varias modificaciones para ampliar su capacidad de tratamiento y actualmente podría atender una población de 24.136 habitantes.

En resumen, la PTAS tiene las siguientes unidades de tratamiento:

- cámara de rejas gruesas de limpieza manual para eliminación de basuras de mayor tamaño, luz de paso de 30 mm y 35 mm
- planta elevadora equipada con dos bombas
- equipo de pretratamiento compacto, donde se llevan a cabo las operaciones de tamizado, desarenado y desgrasado
- tratamiento secundario biológico, compuesto por seis trenes con cinco reactores en serie y sedimentadores.
- Estanques digestores de lodos con aireación
- unidad de desinfección mediante una cámara de contacto
- deshidratación de lodos mediante un filtro banda



Figura N° 3
Terreno donde se ubica la PTAS de Olmué



Fuente: AMB Chile, 2023



4.2 Zona de descarga de la PTAS en estero Sin Nombre

La PTAS descarga las aguas servidas tratadas al estero Sin Nombre ubicado de forma paralela al estero Pelumpén y al norte de este. En la Figura N° 4 se presenta el punto de descarga en el estero y su ubicación respecto del punto de muestreo dentro de la PTAS y que está a una distancia de 224 m.

En terreno el punto de descarga no es visible a simple vista ya que se encuentra completamente cubierto de vegetación, y posteriormente el estero pasa enterrado bajo un camino y reaparece al lado sur. En la Ilustración 1 se entrega una caracterización de hábitat de la zona de descarga PTAS. En general el estero no tiene un ancho superior a 2 m y aguas abajo se pueden observar el agua corriendo en zonas algo más despejadas de vegetación.

4.3 Área de influencia de la descarga de PTAS en estero

En la letra a) del artículo 2 del Reglamento del SEIA se define área de influencia como *“El área o espacio geográfico, cuyos atributos, elementos naturales o socioculturales deben ser considerados con la finalidad de definir si el proyecto o actividad genera o presenta alguno de los efectos, características o circunstancias del artículo 11 de la Ley, o bien para justificar la inexistencia de dichos efectos, características o circunstancias”*.

Además, los elementos del medio ambiente que son objeto de protección en el SEIA y que se desprenden del artículo 11 de la Ley, son los siguientes:

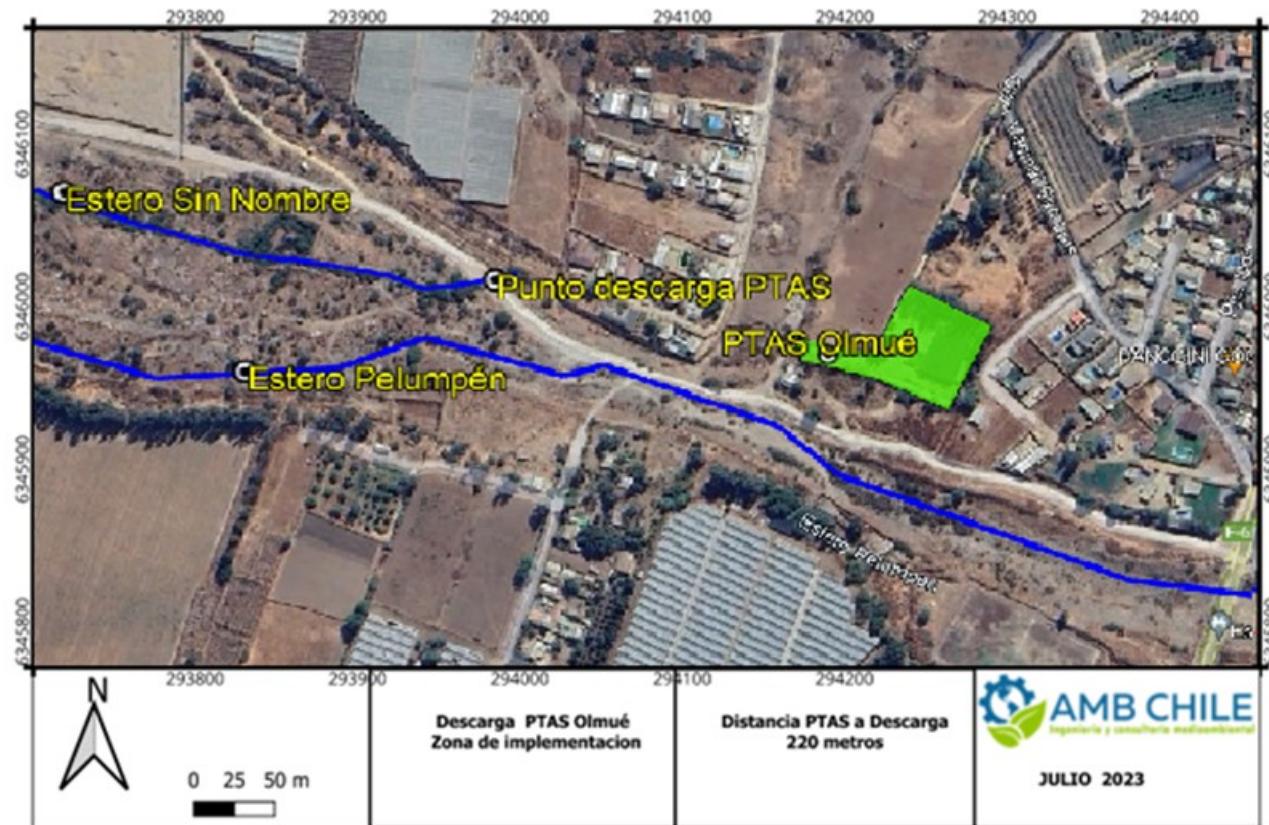
- salud de la población;
- recursos naturales renovables, incluidos suelo, agua y aire;
- sistemas de vida y costumbres de grupos humanos;
- poblaciones, recursos y áreas protegidas;
- sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad, humedales protegidos, glaciares y valor ambiental del territorio;
- valor paisajístico y turístico de una zona;
- patrimonio cultural protegido y no protegido

Al respecto se define el área de influencia de la descarga de las aguas servidas tratadas por la PTAS de Olmué como el estero formado por la descarga PTAS desde el punto en que se descarga en el estero Sin nombre hasta el punto de conexión con estero Pelumpén, ubicado a 520 m aguas abajo del punto de descarga PTAS. (ver Figura N° 5)

El área de influencia se limita hasta ese punto ya que aguas abajo del puente, el estero vuelve a tener una condición normalmente seca según lo observado en terreno, y al llegar la ruta F-618.



Figura N° 4
Punto de descarga de aguas servidas en el estero respecto de la PTAS



Fuente: AMB Chile, 2023



Ilustración 1
Ficha de caracterización del punto de descarga PTAS

Punto descarga PTAS en estero Sin Nombre	Camino aledaño al punto descarga	Vista del estero Sin Nombre posterior a la descarga PTAS
		
Estero: Caracterización cuerpo de agua: Ancho del cauce: Vegetación de ribera: Vegetación acuática: Sustrato de fondo: Actividades antrópicas:	Uso de suelo industrial y residencial y con presencia de contaminación puntual y difusa. Cuerpo de agua intermitente y en forma de poza. Somero y de aguas turbias (tonalidades cafés). < 2 metros Extensa y continua. Recorre gran parte del estero por ambos lados. Domina formación de arbustos y matorrales y de ancho variable. Escasa o sin presencia Dominado por arena, sin embargo, se observa fango, grava y guijarros aislados. Aguas abajo de PTAS de Olmué. En alrededores confluyen un conjunto de viviendas y cultivos de hortalizas.	



Figura N° 5
Detalle del área de influencia de la descarga de la PTAS en estero Sin Nombre



Fuente: AMB Chile2023.



4.3.1 Caracterización del hábitat en el área de influencia

El hábitat se puede concebir como el espacio que reúne las condiciones y características físicas y biológicas necesarias para la supervivencia y reproducción de una especie, es decir, para que una especie pueda perpetuar su presencia (Trefethen 1964, Hall et al. 1997). La descripción general del área de influencia en el estero, sus caracterizaciones físicas, evaluaciones de calidad de agua, evaluación visual del estero, de la calidad del hábitat, entregan una descripción integrada de los factores que influyen la condición biológica del sistema fluvial.

En ese marco, se realizó una caracterización general del hábitat por medio de una ficha descriptiva. Las variables analizadas fueron las siguientes:

- Características del estero
- Uso de suelo
- Posibles fuentes de contaminación: puntual o difusa
- Características del medio acuático
- Vegetación de ribera
- Vegetación acuática
- Sustrato de fondo

Ilustración 2

Ficha caracterización de hábitat en estero en puntos definidos

PUNTO		
Descripción	Esteros Sin Nombre, punto ubicado 390 metros aguas abajo de la PTAS. Corre en paralelo al Estero Pelumpén.	Esteros Sin Nombre, punto ubicado a 1,08 Km aguas abajo de la PTAS. Corre en paralelo al Estero Pelumpén.
Fotografía		
Esteros	Uso de suelo industrial y residencial y con presencia de contaminación puntual y difusa.	Uso de suelo industrial y residencial y con presencia de contaminación puntual y difusa.
Caracterización cuerpo de agua	Cuerpo de agua intermitente y en forma de poza. Somero y de aguas turbias (tonalidades cafés). Dominan aguas lentas, empozadas	Cuerpo de agua intermitente y en forma de poza. Somero y de aguas turbias (tonalidades cafés). Dominan aguas lentas, empozadas
Ancho del cauce	< 2 metros	< 2 metros
Vegetación de ribera	Extensa y continua. Recorre gran parte de la estación en ambos lados. Domina formación de arbustos y matorrales.	Aunque recorre gran parte de la estación en ambos lados, la vegetación de ribera aparece en forma de parches. Domina formación de arbustos y matorrales.
Vegetación acuática	Escasa o sin presencia	Escasa o sin presencia
Sustrato de fondo	Dominado por arena, sin embargo, se observa fango, grava y guijarros aislados.	Dominado por arena, sin embargo, se observa fango, grava y guijarros aislados.
Actividades antrópicas	Aguas abajo de PTAS de Olmué. En alrededores ocurren cultivos de hortalizas.	Aguas abajo de PTAS de Olmué. En alrededores ocurren cultivos de hortalizas.

Fuente: Elaboración propia AMB Chile



5 Objetivo general de reparación

El Plan de Reparación tiene por objeto definir las medidas y actividades para lograr la reparación a mediano y largo plazo de los servicios ecosistémicos acuáticos afectados y determinados, a través del mejoramiento de la calidad de las aguas servidas tratadas y de su descarga en estero Sin nombre identificado y que ingresa en la cuenca del estero Pelumpén.

Estos servicios ecosistémicos se encuentran afectados por la calidad de las aguas servidas que vierte la PTAS Olmué en el estero Sin Nombre y al ecosistema acuático Pelumpén.

5.1 Objetivo general

El objetivo general debe ser la reparación de los servicios ecosistémicos acuático en el estero Sin Nombre afectados por la condición actual y que serían los siguientes:

- La Regulación/Mantenimiento mediante la transformación de aportes físicos o bioquímicos al ecosistema. En este caso los aportes son las aguas servidas tratadas de la PTAS Olmué.
- La Regulación/Mantenimiento mediante la regulación de condiciones físicas, químicas y biológicas. En este caso corresponden a las condiciones de las aguas y sedimentos presentes en el estero Sin Nombre.
- La provisión de agua superficial del estero Sin Nombre usada para nutrición o material para alguna actividad ecológica o recreativa.

Estos servicios ecosistémicos se encuentran afectados por la calidad de las aguas servidas que vierte la PTAS Olmué en el estero Sin Nombre y, por ende, al ecosistema acuático Pelumpén.

5.2 Objetivos específicos

Una vez fijado el objetivo general se deben fijar los objetivos particulares y que permiten dar cumplimiento al objetivo general. Estos serán los siguientes:

- Mejorar la calidad fisicoquímica de las aguas servidas vertidas de la PTAS Olmué que se descargan al estero Sin Nombre
- Mejorar la calidad fisicoquímica del agua del estero Sin Nombre en la zona de mezcla.
- Modificación de la geomorfología de estero Sin Nombre de forma de aumentar su superficie.
- Ampliación de la cobertura vegetal en estero Sin Nombre.



6 Medidas de Contención adoptadas

La Municipalidad de Olmué que es la operadora de la PTAS de Olmué ha definido reforzar los controles operativos de la PTAS con el objetivo de asegurar que la calidad de las aguas servidas tratadas y descargadas en el estero Sin Nombre cumplan la norma de descarga de riles a cuerpos de agua (D.S. N°90 Tabla 1). Específicamente se implementan las siguientes medidas:

- Se medirá de forma continua el caudal a la PTAS mediante un medidor de caudal en la planta elevadora de aguas servidas (PEAS).
- Planificar y mantener un programa de mantención preventiva de la PTAS
- Poner en operación permanente el sistema de deshidratación mecánica (filtro banda) existente y la línea de lodos.
- Aumentar la frecuencia y los parámetros de monitoreo operativo de carácter interno, de acuerdo con el calendario siguiente

Parámetro	Afluente	Efluente	Reactor biológico	Línea RAS	Espesador/digestor	Lodo deshidratado
DQO	1 x sem	1 x sem				
DBO5	1 x mes	1 x mes				
SST	1 x sem	1 x sem	3 x sem	3 x sem	1 x sem	
SSV	1 x sem	1 x sem	3 x sem	3 x sem	1 x sem	
Cloro res.		1 x día				
Masa Seca						1 x sem

Fuente: Ecotecnos, 2021, "Auditoría Ambiental, Operación e infraestructura Informe Capacidad Instalada PTAS Olmué," tabla 13.



7 Medidas de Reparación

Las medidas de reparación se centrarán en mejorar los parámetros de calidad de las aguas presentes en el estero Sin Nombre que conforma la descarga de las aguas servidas tratadas de la PTAS de Olmué. Específicamente se espera mejorar todos los parámetros que se usan comúnmente para evaluar la calidad del agua, incluidos Conductividad Específica, DBO5 y oxígeno disuelto.

Estas medidas tienen como objetivo lograr la reparación a mediano y largo plazo de los servicios ecosistémicos acuáticos determinados en el estero Sin Nombre y de acuerdo con los estándares relacionados con el uso designado de la cuenca del estero Pelumpén y que están señalados en los niveles de calidad ambiental por Área de Vigilancia en la cuenca del río Aconcagua.^f

7.1 Medidas para mejorar la calidad de las aguas servidas tratadas

Mejorar la calidad fisicoquímica de las aguas servidas que son vertidas al estero Sin Nombre parte por la implementación de modificaciones a la PTAS Olmué y que permitan el cumplimiento de los parámetros de calidad que se han comprometidos^g, donde cobran especial relevancia aquellos que están afectando a la calidad del agua del estero Sin Nombre, específicamente: conductividad específica, DBO5 y oxígeno disuelto.

Las modificaciones a la PTAS Olmué se basarán en los siguientes estudios realizados para la Municipalidad de Olmué:

- Memoria Descriptiva Planta de Tratamiento de Aguas Servidas I. M. de Olmué, realizado por Ingeniero Juan Díaz Bustos, marzo 2020
- Informe de Auditoría Ambiental Catastral y de Capacidad realizado por empresa ECOTECNOS, enero del 2021.
- Informe de Ingeniería de Diseño para el mejoramiento de la planta de tratamiento de aguas servidas de Olmué (GO-DC-1859-IB-PRO-01-RB), elaborado por H&D ABOGADOS Y ASESORES AMBIENTALES S.P.A. junio 2022.

Los estudios indicados resumen la necesidad de realizar modificaciones en las actuales instalaciones de la PTAS Olmué de forma de asegurar y mantener la calidad de las aguas servidas tratadas a la salida de la planta, bajo los parámetros de la Tabla N°1 de la Norma de Emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales, D.S. (MINSEGPRES) N°90/2000.

Luego, se implementarán medidas para el mejoramiento de la calidad de las de aguas servidas tratadas y que se descargan en estero Sin nombre identificado y que luego ingresan en la cuenca del estero Pelumpén y que pueden resumirse en:

1. Regularizar la operación de la unidad de Pretratamiento Compacto de aguas servidas para mejorar y aumentar la cantidad de retiro de sólidos antes de la digestión aeróbica. Lo que permitirá optimizar la cantidad de sólidos suspendidos a tratar en la etapa aeróbica.

^f MMA, (2023), Decreto 41/2021 MMA, Establece normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas continentales superficiales de la cuenca del río Aconcagua.

^g Tabla N°1 de la Norma de Emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales, D.S. (MINSEGPRES) N°90/2000.



2. Modificar las instalaciones de la unidad Reactores para mantener controlada la cantidad de materia orgánica (DBO5) en las aguas servidas tratadas. Lo anterior es producto de aumentar la cantidad de oxígeno y lodos activados dentro de los reactores, lo que reducirá y asegurará destruir una mayor cantidad de materia orgánica disuelta o coloidal presente en las aguas, y evitar que sea descargada en el estero.
3. Mejorar la separación sólidos líquidos en la etapa posterior de Sedimentación para mantener controlada la cantidad de sólidos orgánicos en las aguas servidas tratadas. Lo que asegurara evitar que una concentración elevada de partículas sólidas sea descargada en el estero.

Los detalles técnicos, especificaciones, tiempos de ejecución y costos de cada una de las modificaciones descritas serán producto de la Ingeniería básica y de detalles que deberán realizarse junto con la respectiva solicitud de aprobación ambiental ante el Servicio de Evaluación Ambiental.

7.2 Medidas para mejorar la calidad del agua del estero Sin Nombre

Las aguas servidas tratadas que se descargan al estero Sin Nombre constituyen el único aporte permanente al estero indicado. Además, las medidas a implementar en el punto de descarga se realizarán en la Zona de dilución de residuos líquidos, zona que se define como “*volumen o zona donde se produce la dilución de una descarga de residuos líquidos a un cuerpo receptor. Dicha zona será establecida caso a caso por la Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante o por la Dirección General de Aguas según corresponda, mediante resolución fundada.*”^h

Sobre la base de una revisión de medidas de restauración ambiental en el cauce del estero y sus impactos potenciales en la calidad del agua (ver Tabla N° 6) se determina que unas medidas adecuadas para recuperar la calidad del agua del estero Sin Nombre guardan relación con la restauración y el aumento de la vegetación ribereña en la zona de dilución.

Adicionalmente, en el punto 5.4 del documento anexo se presentan las medidas de reparación fluvial y se eligen aquellas que serán efectivas en este estero Sin Nombre.

Tabla N° 4
Impacto potencial en la calidad del agua de distintas medidas de restauración

	Sedimentos finos	Temp.	Salinidad	pH	Oxígeno disuelto	Nutrientes	Toxicidad
Reducción de acciones que perturben el terreno	↓	↓	↓	↓↑	↑	↓	↓
Limitar el área de la superficie impermeable en la cuenca	↓	↓		↑	↑	↓	↓
Restaurar la vegetación ribereña	↓	↓	↓	↓	↑	↓	↓
Restaurar humedales	↓	↓↑	↓↑	↓↑	↓	↑	↑
Estabilizar canal y bancos	↓	↓	↓	↓	↑	↓	
Restablecer sustrato de rápidos				↓↑	↑		

Nota: ↑ indica un aumento en el parámetro de calidad del agua como resultado de la medida, ↓ indica una disminución y ↓↑ indica que el parámetro puede aumentar o disminuir. Sin la flecha indica un efecto insignificante.

Fuente: Speed, et al (2016). “River Restoration: A Strategic Approach to Planning and Management”, pág. 179.

^h MINSEGREP, (2009), “D.S. 143 Establece normas de calidad primaria para las aguas continentales superficiales aptas para actividades de recreación con contacto directo”, Título II, punto 9.



7.2.1 Modificación de la geomorfología del estero en la Zona de dilución

Actualmente en el punto de descarga de las aguas servidas el ancho del estero no supera los 2 metros y esta condición de estrechez se mantiene a lo largo del estero Sin Nombre hasta su conexión con el estero Pelumpén a unos 520 m desde su punto de descarga.

Se deberá realizar un estudio que puede determinar de forma general la morfología y dinámica fluvial del estero. Además, se debe caracterizar los accesos, superficie, suelos y gravimetría; flora y vegetación, etc.

Luego, se propone aumentar el ancho del estero Sin Nombre mediante la instalación de azudes o deflectores a lo largo del estero que permitan elevar el nivel del estero con el fin de aumentar mediante un ensanche el área de la zona de dilución y aumentar la oxigenación del cuerpo de agua. Los azudes, por ejemplo, son estructuras de hormigón y su sección transversal es de forma curvilínea para adaptarse a los principios de la mecánica de fluidos, de esta manera se minimiza el rozamiento del agua con la superficie del azud para evitar la erosión.

La literatura recomienda aumentar el ancho para esteros de 2 m hasta 10 m, por lo que la cantidad y ubicación de los azudes se deberá determinar de acuerdo con el caudal histórico y la topografía del estero Sin Nombre. Se propone realizar la intervención solamente en este estero y hasta máximo antes de su conexión con el estero Pelumpén (ver Figura N° 6).

Ilustración 3
Fotografía de un azud instalado en un río (referencial)



La instalación de azud en el estero traerá los siguientes beneficios:

1. Aumento de oxigenación de las aguas producto de los saltos de agua que se generarán en cada azud.



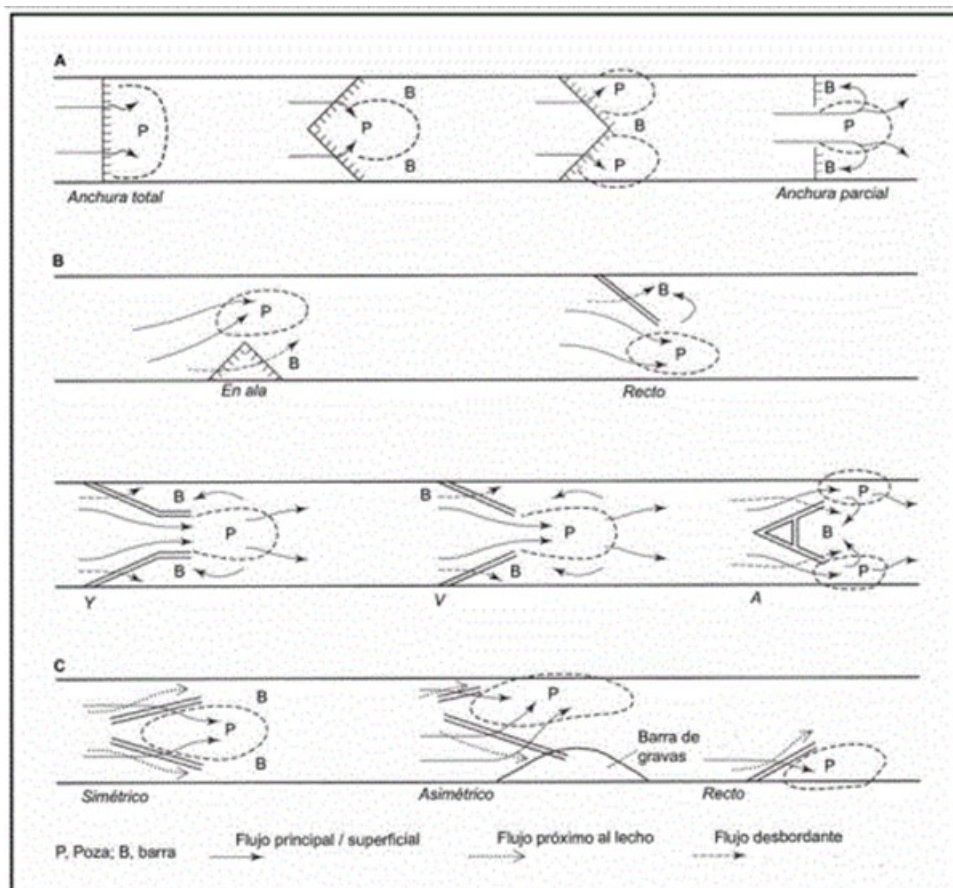
2. Aumento del área de cobertura de plantas y vegetales que se encargaran de asimilar la materia orgánica que traiga el agua servida tratada
3. Aumento del tiempo de residencia de las aguas en la zona de mezcla con el consiguiente aumento de la condición buffer del estero y del consumo de nutrientes.

Se propone efectuar la instalación de azudes a lo largo del estero y en campañas semestrales de tal forma de reducir el impacto en la calidad del agua que corre por el estero, partiendo por la zona más cercana a la descarga de la PTAS y avanzando por el estero de acuerdo con el cálculo hidráulico que se debe realizar previamente.

Luego, de cada intervención se debe vigilar de forma periódica la modificación que sufra el ancho del estero y velar porque ocurra la generación de la cascada en el azud que aumente la oxigenación y que no ocurran taponamiento en la corona del azud que genere flujos preferentes.

Ilustración 4

Representación esquemática del efecto de dispositivos de mejora hábitat acuáticos A, azudes, B y C, deflectores



Fuente: Fernando Magdaleno, "Principios y técnicas de restauración fluvial", pág. 8.



Figura N° 6
Zonas (ejemplos en amarillo) de instalación de azudes en estero Sin Nombre



Fuente: AMB Chile 2023



7.2.2 Ampliación de la cobertura vegetal en estero

Posterior a la instalación de un azud y luego que ocurra el aumento de área de dilución en la zona intervenida, se propone realizar una forestación con especies, nativas de preferencia, en la nueva zona mojada producto de la ampliación del ancho del cauce.

La vegetación nativa recomendada para realizar la cobertura sería la siguiente:

- Chilquilla (*Baccharis pringraea*)
- Brea (*Tessaria absinthioides*)
- Huingán (*Schinus polygamus*)
- Culén (*Otholobium glandulosum*)
- Chilca (*Baccharis marginalis*)
- Espino (*Acacia caven*)
- Sauce chileno (*Salix chilensis*)

Se debería realizar un seguimiento posterior a la plantación para asegurar la reducción de pérdidas de vegetación producto de la acción de animales o personas. Se debería realizar alguna acción de cercado en la zona de implantación y fiscalización del avance del crecimiento de las plantas.

7.3 Potenciales efectos de Medidas de Reparación

Durante la intervención en el cauce del estero Sin Nombre para instalar los azudes o deflectores, se prevé un aumento puntual en la turbidez del agua en el estero. Dado que las intervenciones serán puntuales y afectarán lugares específicos del cauce, se espera que dicha condición se mantenga solo durante la intervención y sus efectos irán disminuyendo a lo largo del curso de agua y a medida que los sedimentos removidos se asienten. Conformada la corona de agua en el azud, los beneficios serán inmediatos por el aumento del área del estero y del efecto de oxigenación del cauce.

Durante la planificación de la intervención en la PTAS se propondrán acciones que reduzcan algún efecto potencial sobre la calidad de las aguas tratadas de salida. Entre estas medidas estarán:

1. Bypass a las unidades en mantención o ampliación
2. Instalaciones de etapas de tratamiento móviles provisionales
3. Aumento en la cantidad de productos químicos de tratamiento (coagulantes, desinfectantes, etc.)
4. Instalaciones de unidades de almacenamiento de aguas servidas no tratadas.



8 Cronograma de la Implementación

En la Tabla N° 7 se presenta el Cronograma de implementación de las medidas de reparación ambiental. Se proponen un programa da implementación de 3 años y posterior seguimiento de 3 años, dando un total de 6 años de trabajo de restauración.

Tabla N° 5
Programa de Trabajo

	ACTIVIDADES	AÑO 1												AÑO 2				AÑO 3				AÑO 4				AÑO N+1			
		MES												SEMESTRE				SEMESTRE				SEMESTRE				SEMESTRE			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Caracterización del estero Sin Nombre																												
	1.1 Accesos																												
	1.2 Superficie																												
	1.3 Agua																												
	1.4 Suelos y gravimetría																												
	1.5 Flora, vegetación																												
	1.6 Levantamiento cartográfico																												
	1.7 Identificación de propiedad suelo																												
	1.8 Registro fotográfico																												
2	Estudio de modificación cauce estero																												
	2.1 Hidrología																												
	2.2 Topografía																												
	2.3 Modelación hidráulica																												
	2.4 Mecánica fluvial																												
	2.5 Diseño hidráulico																												
	2.6 Especificaciones																												
	2.7 Planimetría																												
	2.8 Cronograma de trabajo																												
	2.9 Entrega Informe																												
3	Obtención PAS 156: Permiso para efectuar Modificaciones de Cauce, DGA																												
	3.1 Ingreso Informe																												
	3.2 Publicación																												
	3.3 Revisión																												
	3.4 Peticiones																												
	3.5 Visita técnica																												
	3.6 Informe técnico DGA																												
	3.7 Resolución DGA																												
4	Planificación de medidas a ejecutar																												
	4.1 Definición de área a intervenir																												
	4.2 Preparación Términos de Referencia																												
	4.3 Licitación de trabajo a ejecutar																												
	4.4 Firma de convenios o contratos trabajo																												
5	Ejecución del plan de Reparación en cauce																												
	5.2 Modificación cauce estero (etapas)																												
	5.3 Aumento cobertura vegetal en cuenca																												
6	Ejecución Mejoramiento calidad AS PTAS Olmué																												
	6.1 Ingeniería básica																												
	6.2 Ingeniería de detalles - Estimación costos																												
	6.3 Preparación DIA Modificación PTAS																												
	6.4 Tramitación Ambiental DIA																												
	6.5 Aprobación ambiental DIA																												
	6.6 Regularizar Pretratamiento PTAS																												
	6.7 Modificar digestores aeróbicos PTAS																												
	6.8 Mejoramiento Separación de sólidos																												
7	Seguimiento y control de medidas implementadas																												
	7.1 Condición ecológica línea base																												
	7.2 Definición puntos de control y seguimiento																												
	7.3 Monitoreo ambiental																												
8	Diagnóstico y acciones correctivas																												
	8.1 Identificación de desviaciones																												
	8.2 Propuesta de acciones correctivas																												
	8.3 Actualización de medidas																												



9 Programa de seguimiento

A continuación, se presenta el Programa de seguimiento de las medidas propuestas de reparación ambiental en el estero Sin Nombre, para lo cual se presentarán todos los indicadores de cumplimiento y reportes de seguimiento requeridos para las etapas presentadas en el punto anterior.

9.1 Indicadores de cumplimiento

El plan de reparación contará con una serie de documentos de verificación de las acciones o hitos comprometidos. A continuación, se describen los documentos que se utilizarán como medios de verificación para seguimiento de las acciones contenidas en el presente Plan.

En la Tabla N° 8 se presenta para cada una de las etapas del proyecto los indicadores de cumplimiento propuestos.

9.2 Reportes de seguimiento

Se proponen los siguientes reportes de seguimiento de las medidas de reparación en base a las etapas indicadas en el punto 8.

9.2.1 Reporte de actividades previas

Se generará un Reporte de actividades previas a la implementación de las medidas de reparación que contendrá:

- a) La caracterización del estero Sin Nombre y Pelumpén con todos los antecedentes ecosistémicos disponibles tanto en estudios previos disponibles como en lo que se levante al inicio de las actividades de reparación.
- b) El Estudio de modificación de cauce que será presentado a la DGA para su evaluación y aprobación

9.2.2 Reporte anual de actividades de avance del Plan de reparación

Se generará un Reporte anual de actividades de avance del Plan de reparación que contendrá para el periodo reportado:

- a) Las actividades realizadas de modificación de la PTAS para mejorar la calidad de las aguas servidas tratadas
- b) Las actividades realizadas de modificación de cauce del estero Sin Nombre
- c) Las actividades realizadas para aumentar la cobertura vegetal de la cuenca en el estero Sin Nombre
- d) Un resumen del monitoreo mensual de la calidad del efluente tratados de salida de la PTAS
- e) Los monitoreos de calidad y biota realizados en o los puntos de control definidos en el estero Sin Nombre.
- f) Las desviaciones y correcciones realizadas y la actualización del Plan de reparación según corresponda.



Tabla N° 6
Indicadores de cumplimiento de medidas de reparación

ETAPA		INDICADOR
Caracterización del estero Sin Nombre y Pelumpén		Ficha de caracterización con:
1.1	Accesos	Identificación de accesos
1.2	Superficie	Área en m2
1.3	Agua	Calidad, biota acuática, semiacuática y ribereña
1.4	Suelos y gravimetría	Caracterización suelos
1.5	Flora, vegetación	Tipología especies, abundancia, índices biológicos
1.6	Levantamiento cartográfico	Planos y cartografía descriptiva
1.7	Identificación de propiedad suelo	Propietarios y límites propiedad
1.8	Registro fotográfico	Fotografías con información detallada
Estudio de modificación cauce estero Sin Nombre		Estudio modificación cauce de estero con:
2.1	Hidrología	Caracterización hidrológica
2.2	Topografía	Planos topográficos
2.3	Modelación hidráulica	Estudio en función de descarga horaria PTAS
2.4	Mecánica fluvial	Modelos de comportamiento fluvial
2.5	Diseño hidráulico	Diseño hidráulico
2.6	Especificaciones	EETT para cotización
2.7	Planimetría	Planos de construcción e instalación
2.8	Cronograma de trabajo	Cronograma de trabajo
2.9	Entrega Informe	Informe entregado a Municipalidad
Obtención PAS 156: Permiso para efectuar Modificaciones de Cauce, DGA		
3.1	Ingreso Informe	Registro en sitio web DGA
3.2	Publicación	Copia de publicación en Diario Oficial
3.3	Revisión	Certificado de difusión radial
3.4	Peticiones	
3.5	Visita técnica	Visita a terreno, si aplica
3.6	Informe técnico DGA	
3.7	Resolución DGA	Documento Resolución DGA
Planificación de medidas a ejecutar		
4.1	Definición de área a intervenir	Ficha de planificación de trabajo
4.2	Preparación Términos de Referencia	Documento TTRR Licitación
4.3	Licitación de trabajo a ejecutar	Documento llamado a Licitación
4.4	Firma de convenios o contratos trabajo	Documento firmado de convenio o contrato trabajo
Ejecución del plan de Reparación en cauce		
5.1	Modificación cauce estero	Informe entrega contratista trabajo terminado
5.2	Aumento cobertura vegetal en cuenca	Informe entrega contratista trabajo terminado
Ejecución Mejoramiento calidad AS PTAS Olmué		
6.1	Ingeniería básica	Documento Ingeniería básica PTAS
6.2	Ingeniería de detalles - Estimación costos	Documento Ingeniería detalles PTAS
6.3	Preparación DIA Modificación PTAS	Contrato servicio de elaboración DIA
6.4	Tramitación Ambiental DIA	DIA presentada en SEA
6.5	Aprobación ambiental DIA	RCA autorización modificaciones en PTAS
6.6	Regularizar Pretratamiento PTAS	Carta enviada a SEA por término actividad
6.7	Modificar digestores aeróbicos PTAS	Carta enviada a SEA por término actividad
6.8	Mejoramiento Separación de sólidos	Carta enviada a SEA por término actividad
Seguimiento y control de medidas implementadas		
6.1	Condición ecológica línea base	Informe condición línea base calidad agua estero
6.2	Definición puntos de control y seguimiento	TTRR Licitación de monitoreo ambiental
6.3	Monitoreo ambiental	Informe monitoreo ambiental (calidad y biota)
Diagnóstico y acciones correctivas		
7.1	Identificación de desviaciones	Ficha identificación de desviaciones
7.2	Propuesta de acciones correctivas	Estudio propuesta de acciones correctivas
7.3	Actualización de medidas	Informe actualización de medidas de reparación



9.3 Monitoreo de seguimiento ambiental

El monitoreo de seguimiento ambiental se desarrollará en el estero Sin Nombre y dará cuenta sobre el comportamiento de la calidad y de la biota luego de la implementación de las medidas de reparación indicadas.

Se propone realizar un monitoreo anual en los puntos indicados. Los puntos E1 y E2 se encuentran dentro de la zona de implementación de medidas de reparación, mientras que E3 se encuentra en el estero Pelumpén, aguas abajo de la zona de implementación y aproximadamente 108 m aguas abajo del punto de conexión del estero Sin Nombre con el estero Pelumpén (ver Figura N° 7).

Tabla N° 7
Ubicación e identificación puntos de muestreo

PUNTO DE MUESTREO	IDENTIFICACIÓN PUNTO MUESTREO	UBICACIÓN GEOGRÁFICA	LOCALIZACIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO	COORDENADAS UTM WGS 84 19S	
				NORTE	ESTE
Estación 1	E 1	Esteros Sin Nombre	Zona descarga PTAS	6346028	293968
Estación 2	E 2	Esteros Sin Nombre	108 m aguas abajo zona descarga PTAS	6346033	293860
Estación 3	E 3	Esteros Pelumpén	791 m aguas abajo zona descarga PTAS	6346184	293190

En cada uno de los puntos indicados se tomarán muestras de agua y de la cuenca asociada para determinar:

- a) Caracterización del hábitat:
 - Características del estero
 - Uso de suelo
 - Posibles fuentes de contaminación: puntual o difusa
 - Características del medio acuático
 - Vegetación de ribera
 - Vegetación acuática
 - Sustrato de fondo
- b) Calidad del agua superficial
 - Análisis in situ (Conductividad específica, pH, Temperatura, Oxígeno disuelto)
 - Análisis laboratorio (Turbiedad, Sólidos Suspendidos Totales, Sólidos Sedimentables, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), Coliformes Fecales, Coliformes Totales)
- c) Calidad de Sedimento Acuático a
 - Análisis in situ (pH, potencial redox)
 - Análisis en laboratorio (Granulometría Materia Orgánica Total)
- d) Muestreo de comunidades acuáticas
 - Comunidad de zooplancton acuático
 - Comunidad de fitoplancton acuático
 - Comunidad macrozoobentónica



Sobre la base de la evaluación comparativa en el tiempo y con respecto al ecosistema de referencia indicado en el Estudio Técnico Ambiental indicado en Anexo, se podrá realizar una evaluación del cambio y recuperación de los SSEE afectados en el estero Sin Nombre.



Figura N° 7
Identificación de puntos de muestreo





9.3.1 Indicadores de éxito

Conforme a los objetivos del plan de reparación de los efectos de relevancia de la PTAS de Olmué en el ecosistema acuático Pelumpén se proponen los siguientes indicadores de éxito de las implementaciones realizadas.

Tabla N° 8
Indicadores de éxito de medidas de reparación

Medida	Indicador de éxito
Mejoramiento equipos y procesos PTAS	100% cumplimiento parámetros calidad norma D.S N°90 tabla 1 en efluente salida PTAS al terminar el mejoramiento de equipos y procesos PTAS
Modificación cauce del estero Sin Nombre	Reducción de la concentración de DBO5 en el agua del estero en estación E3 respecto de E1, 2 año después de terminar las modificaciones en el cauce del estero.
	Aumento de la concentración de Oxígeno disuelto en el agua del estero en estación E3 respecto de E1, 2 año después de terminar las modificaciones en el cauce del estero
	Recuperación de los SSEE degradados en el estero Sin Nombre
	100% cumplimiento de los parámetros de calidad de agua para riego NCh1333 en estación E3, 2 año después de terminar las modificaciones en el cauce del estero
Aumento cobertura vegetal en cuenca del estero Sin Nombre	Recuperación de los SSEE degradados en el estero Sin Nombre
	20% de aumento en la cobertura vegetal del estero Sin Nombre al final del 2 año de plantación de nueva vegetación
	Recuperación de los SSEE degradados en el estero Sin Nombre

9.4 Cumplimiento de normativa ambiental

La normativa ambiental aplicable a las medidas, incluyendo las acciones que involucren, son las siguientes:

9.4.1 Modificación de las instalaciones de la PTAS

Pertinencia de ingreso al SEIA

Conforme a lo dispuesto por el artículo 8° de la Ley 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente, los proyectos o actividades señalados en el artículo 10° de la misma Ley, sólo podrán ejecutarse o modificarse previa evaluación de su impacto ambiental.

La modificación de las instalaciones de la PTAS requiere la presentación previa ante la Autoridad Ambiental de una Declaración de Impacto ambiental que describa todas las modificaciones que se considera realizar en la PTAS.

9.4.2 Modificación del cauce del estero

Modificaciones de cauce (arts. 41 y 171 del Código de Aguas)

Permite solicitar a la Dirección General de Aguas (DGA) la aprobación de proyectos de modificación de cauces naturales o artificiales, con motivo de la construcción de obras públicas, urbanizaciones, edificaciones, etc.



10 Permisos sectoriales

Dado las características de medidas que se proponen implementar en el presente Plan de Reparación, se identifica a continuación, los permisos o pronunciamientos sectoriales de carácter ambiental, necesario de solicitar y presentar:

PAS 138. Permiso para la construcción, reparación, modificación y ampliación de cualquier obra pública o particular destinada a la evacuación, tratamiento o disposición final de desagües, aguas servidas de cualquier naturaleza.

PAS 156. Permiso para efectuar modificaciones de cauce.

11 Listado de participantes

Tabla N° 9

Listado de personas que participaron en la elaboración del Plan de Reparación Ambiental

Nombre	Profesión/Rol	Funciones y tareas desarrolladas
Aníbal Pacheco Oliva	Ingeniero Civil Químico	Dirección Plan – tecnologías de tratamiento y reparación
Elizabeth Araya	Bióloga / Magister en Ciencias mención zoología	Elaboración de medidas de reparación ecológica
Julia Provoste	Ingeniero Industrial / Analista químico	Programa de seguimiento y Monitoreo químico
Giovanni Vivanco	Biólogo marino	Monitoreo biológico
Stephanie Oviedo	Geofísica	Cartografía y mapeo

12 Referencias

- Haines-Young, R. and M.B. Potschin, (2018), Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 and Guidance on the Application of the Revised Structure.
- FAO, SER & IUCN CEM, (2023). Standards of practice to guide ecosystem restoration. A contribution to the United Nations Decade on Ecosystem Restoration. Summary report. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cc5223en>.
- Gann GD, McDonald T, Walder B, Aronson J, Nelson CR, Jonson J, Hallett JG, Eisenberg C, Guariguata MR, Liu J, Hua F, Echeverría C, Gonzales E, Shaw N, Decler K, Dixon KW, (2019), International principles and standards for the practice of ecological restoration. Second edition. Restoration Ecology 27(S1): S1–S46.
- Servicio de Evaluación Ambiental (SEA), (2017), Guía sobre el Área de Influencia en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.
- Ministerio del Medio Ambiente, (2018), Documento marco para la Restauración Ecológica. Comité Nacional de Restauración Ecológica. 40 pp.
- Ministerio del Medio Ambiente, 2014, “Propuesta sobre marco conceptual, definición y clasificación de servicios ecosistémicos para el ministerio del medio ambiente”
- Niemeyer F., Hans, 1980, “Hoyas hidrográficas de Chile, Quinta Región”, Ministerio de Obras Públicas (Chile), Dirección General de Aguas.



- Cade-Idepe, 2004, “Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad, cuenca del río Aconcagua”, Ministerio de Obras Públicas (Chile), Dirección General de Aguas.
- Córdova, Salomé; Gaete, Hernán; Aránguiz, Fernanda y Figueroa, Ricardo (2009), “Evaluación de la calidad de las aguas del estero Limache (Chile central), mediante bioindicadores y bioensayos”, Lat. Am. J. Aquat. Res. [online]. 2009, vol.37, n.2, pp.199-209. ISSN 0718-560X.
- Aranda de la Fuente, J.; Valencia M., J.: Gaete O., H. (2014). Valoración del ecosistema estero Limache, Región de Valparaíso (Chile Central), mediante la aplicación del índice de Funcionalidad Fluvial. Anales Museo de Historia Natural de Valparaíso Vol.27: 7-14.
- Speed, R., Li, Y., Tickner, D., Huang H., Naiman, R., Cao, J., Lei G., Yu, L., Sayers, P., Zhao, Z. & Yu, W., (2016). “River Restoration: A Strategic Approach to Planning and Management”. Paris, UNESCO.
- Magdaleno, Fernando, (2005), “Principios y técnicas de restauración fluvial”, Centro de estudios de técnicas aplicadas, CEDEX, España.

13 Anexos

13.1 Estudio Técnico Ambiental