



ARTÍCULO 11 DE LA LEY N°19.300

GUÍA PARA LA PREDICCIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN HUMEDALES EN EL SEIA





GUÍA PARA LA PREDICCIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN HUMEDALES EN EL SEIA

Autor: Servicio de Evaluación Ambiental

Primera edición

Santiago, abril de 2023

Diseño y diagramación: Servicio de Evaluación Ambiental

Fotografías: Adobe Stock, Unsplash.

Cómo citar este documento: Servicio de Evaluación Ambiental, 2023. Guía para la predicción y evaluación de impacto ambiental en humedales en el SEIA. Primera edición, Santiago, Chile.

Si desea presentar alguna consulta, comentario o sugerencia respecto del documento, por favor, escribir al siguiente correo comentarios.documentos@sea.gob.cl

GUÍA PARA LA PREDICCIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN HUMEDALES EN EL SEIA



La primera edición de la **Guía para la predicción y evaluación de impacto ambiental en humedales en el SEIA** ha sido elaborada por el Departamento de Estudios y Desarrollo con la colaboración de los demás departamentos de la División de Evaluación Ambiental y Participación Ciudadana, División Jurídica, Departamento de Comunicaciones y Direcciones Regionales del Servicio de Evaluación Ambiental.

Agradecemos la labor de la Plataforma de Investigación en Ecohidrología y Ecohidráulica Ecohyd, quienes desarrollaron una consultoría encargada por el Ministerio del Medio Ambiente, en cuyos resultados se basa la presente Guía.

También agradecemos a la Corporación Nacional Forestal, Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante, Dirección de Obras Hidráulicas, Superintendencia del Medio Ambiente, y Subsecretaría de Pesca y Acuicultura por su revisión y aportes que contribuyeron al perfeccionamiento de la Guía, y muy especialmente al Ministerio de Medio Ambiente y al proyecto GEF de humedales costeros, quienes participaron desde el inicio del proceso de elaboración.

PRESENTACIÓN

Dando cumplimiento a un mandato legal¹, el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) se encuentra uniformando los criterios, requisitos, condiciones, antecedentes y exigencias técnicas de la evaluación de impacto ambiental de proyectos y actividades, entre otros, mediante la elaboración de guías.

Dicha labor requiere establecer criterios comunes y consistentes con el conjunto de competencias ambientales de los distintos Órganos de la Administración del Estado con Competencia Ambiental (Oaeca) que participan en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), contribuyendo con la disminución de los márgenes de discrecionalidad en la toma de decisiones y la tecnificación de dicho sistema.

En base a lo anterior, la elaboración de esta Guía de predicción y evaluación de impacto ambiental en humedales responde a la necesidad de establecer criterios técnicos para la **evaluación de impactos por objeto de protección en todo tipo de humedales**, así como también para el desarrollo de **medidas de mitigación, reparación y compensación en estos ecosistemas**. Estos criterios son aplicables tanto para Estudios de Impacto Ambiental (EIA) como para Declaraciones de Impacto Ambiental (DIA), toda vez que estas últimas requieren estos criterios para realizar el descarte de impactos significativos.

A partir de este trabajo se pueden precisar, en general, los siguientes criterios y lineamientos establecidos que serán presentados a lo largo de esta Guía:

- El titular debe considerar las **características espaciales y temporales** de sus impactos y del ecosistema (ver numeral 2.1).
- El titular debe evaluar si el proyecto afecta al humedal, sus componentes o atributos, en términos de su **permanencia, capacidad de regeneración o renovación**, y las condiciones que hacen posible la **presencia y desarrollo de las especies y el ecosistema** (ver numeral 2.2).
- Al momento de evaluar los impactos el titular debe considerar: **las características propias del proyecto o actividad**, la presencia de **recursos únicos, escasos o representativos**, los niveles y atributos de la **biodiversidad**, la presencia de **especies clasificadas según estado de conservación**, la **magnitud y duración del impacto** en relación con la condición inicial, la capacidad de **dilución, dispersión, autodepuración, asimilación y regeneración** de los recursos naturales, la **combinación o interacción de los contaminantes**, la aplicación de **normas de emisión o de calidad ambiental**, y los **servicios ecosistémicos** que provee el ecosistema (ver numeral 2.3).

¹ Referencia artículo 81, letra d), de la Ley N°19.300, de 1994, del MMA.

- Al evaluar impactos en humedales el titular debe considerar la **variable del cambio climático** (ver numeral 2.4).
- El titular debe identificar si dentro de las áreas de influencia se presentan las características y circunstancias establecidas en el artículo 8º del Reglamento del SEIA en tal caso se deben evaluar los impactos en términos de **extensión, magnitud y duración**, poniendo especial atención a los objetos de protección que se pretenden resguardar en cada área en específico (ver numeral 2.5).
- La predicción y evaluación de impactos se debe realizarse para los componentes **suelo hídrico, agua, flora y vegetación, fauna y ecosistema de humedal**, considerando las posibles interacciones entre ellos (ver numeral 3).
- Las medidas propuestas por el titular deben ser coherentes con el impacto identificado; se deben **definir sobre el mismo nivel de organización ecológica** del componente afectado; considerar la **afectación tanto de los componentes bióticos como de los estructurantes** de humedales; proponerse de acuerdo con el **mejor y mayor conocimiento disponible**; y contar con un **seguimiento** que permita evaluar la efectividad de las medidas ejecutadas (ver numeral 4.1).

El establecimiento de estos criterios y finalmente la elaboración de esta Guía surge de un trabajo colaborativo con el Ministerio del Medio Ambiente con el objetivo de cumplir con lo señalado en el artículo 22 del Decreto Supremo N°15, de 2020, del Ministerio del Medio Ambiente, que Establece Reglamento de la Ley N°21.202, que modifica diversos cuerpos legales con el objetivo de proteger los humedales urbanos ("Reglamento de la Ley N°21.202"), en donde se establece que el SEA debe elaborar una guía para la predicción y evaluación de impacto ambiental en dichos ecosistemas.

Cabe tener en cuenta que este documento se complementa con la "Guía Área de Influencia de humedales en el SEIA" (SEA, 2023a) y, además, se ha desarrollado en armonía con la "Guía de evaluación de efectos adversos sobre recursos naturales renovables" (SEA, 2023b) desde donde surgen criterios basales para la evaluación de impactos en ecosistemas.

De este modo, se busca orientar a los titulares de proyectos, consultores y ciudadanía, junto con facilitar la labor de los distintos Oaecas que participan en el SEIA. Se espera que este documento contribuya a perfeccionar los procesos de evaluación ambiental de acuerdo con las especificidades de los diferentes ecosistemas del país y, con ello, fortalecer el cumplimiento de los objetivos que nos aproximen al desarrollo sustentable.

SIGLAS Y ACRÓNIMOS

A continuación, se listan las principales siglas y acrónimos que se utilizan en este documento:

AI	: Área de influencia
Conaf	: Corporación Nacional Forestal
DGA	: Dirección General de Aguas
DIA	: Declaración(es) de Impacto Ambiental
EIA	: Estudio(s) de Impacto Ambiental
FGI	: Factor Generador de Impacto
MMA	: Ministerio del Medio Ambiente
NSCA	: Norma Secundaria de Calidad Ambiental
Oaeca	: Órgano(s) de la Administración del Estado con Competencia Ambiental
OP	: Objeto de Protección
PAS	: Permisos Ambiental(es) Sectorial(es)
SAG	: Servicio Agrícola y Ganadero
SEA	: Servicio de Evaluación Ambiental
SEIA	: Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental
Sernageomin	: Servicio Nacional de Geología y Minería
SSEE	: Servicios Ecosistémicos

ÍNDICE

PRESENTACIÓN	5
SIGLAS Y ACRÓNIMOS	7
1. INTRODUCCIÓN	12
1.1 Alcances generales de la evaluación de impacto ambiental	12
1.2 Objetivo y alcance de la Guía	14
1.3 Órganos con competencia ambiental sobre los humedales	17
2. CRITERIOS PARA LA PREDICCIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS EN HUMEDALES	20
2.1 Consideraciones espaciales y temporales de la evaluación en el humedal	21
2.2 Criterios generales sobre impactos significativos en humedales	23
2.3 Criterios específicos	26
2.4 Evolución de los humedales debido al cambio climático	31
2.5 Artículo 8º del Reglamento del SEIA	35
3. PREDICCIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS EN HUMEDALES: APLICACIÓN DE CRITERIOS MEDIANTE CASOS.....	38
3.1 Suelo hídrico	40
Caso 1: Impacto por habilitación de suelos saturados	42
Caso 2: Impacto por depósito de residuos o sólidos en suspensión sobre el suelo hídrico	43
3.2 Agua	45
3.2.1 Aguas subterráneas	46
Caso 3: Impacto sobre la calidad del agua de acuífero conectado a humedal	48
3.2.2 Agua superficial	48
Caso 4: Impacto sobre la calidad del agua superficial	48
3.3 Flora y vegetación	51
Caso 5: Impacto de pérdida de especies clasificadas según estado de conservación por acondicionamiento del terreno	52
Caso 6: Impacto en la flora y vegetación por descenso del nivel freático	53
3.4 Fauna	54
Caso 7: Impacto de pérdida de biodiversidad de fauna por acondicionamiento del terreno	55
Caso 8: Capacidad de permanencia por modificación de cauce	56

3.5 Ecosistema	58
3.5.1 Servicios ecosistémicos y modelos conceptuales	64
Caso 9: Impacto en el control de fenómenos hidrometeorológicos	64
4. MEDIDAS	68
4.1 Consideraciones técnicas transversales para medidas de mitigación, reparación y compensación	69
4.2 Consideraciones técnicas para la implementación de medidas de mitigación	72
4.3 Consideraciones técnicas para la implementación de medidas de reparación	79
4.4 Consideraciones técnicas para la implementación de medidas de compensación	82
ANEXO 1. RESUMEN DE PERMISOS AMBIENTALES SECTORIALES POTENCIALMENTE APLICABLES	88
ANEXO 2. GLOSARIO	93
ANEXO 3. BIBLIOGRAFÍA	98



1. INTRODUCCIÓN



1. INTRODUCCIÓN

1.1 Alcances generales de la evaluación de impacto ambiental

La evaluación de impacto ambiental es el procedimiento orientado a determinar si el impacto ambiental de una actividad o proyecto se ajusta a la normativa vigente. Como tal, contempla mecanismos a través de los cuales se determina el referido impacto y su significancia, así como el cumplimiento de las normas ambientales aplicables. La Ley N°19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente (en adelante Ley N°19.300), establece que dicho procedimiento está a cargo del Servicio de Evaluación Ambiental (SEA).

En términos generales, la evaluación de impacto ambiental en el marco del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) se basa en el análisis de las partes, obras y acciones de un proyecto o actividad y cómo estas alteran los componentes o elementos del medio ambiente receptores de impactos que son considerados objetos de protección (OP)². Este análisis se realiza previo a la ejecución del proyecto o actividad y, por tanto, se basa en una predicción de la evolución de los componentes ambientales en los escenarios sin y con proyecto.

El titular de un proyecto o actividad debe analizar si este se encuentra en el listado de tipologías susceptibles de causar impacto ambiental, en cualquiera de sus fases, que deben someterse al SEIA, listado contenido en el artículo 10 de la Ley N°19.300 y artículo 3º del Reglamento del SEIA³.

Si el proyecto o actividad debe ser sometido al SEIA, es responsabilidad del titular definir la modalidad de ingreso, ya sea a través de un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) o una

² Más antecedentes en el documento "Criterio de Evaluación en el SEIA: Objetos de protección" (2022e), disponible en el Centro de Documentación del SEA en su sitio web, <https://sea.gob.cl>.

³ D.S. N°40, de 2012, del Ministerio del Medio Ambiente que establece el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental

Declaración de Impacto Ambiental (DIA). Para ello, corresponde un análisis del artículo 11 de la Ley N°19.300, donde se establece que los proyectos que se sometan al SEIA requieren la elaboración de un EIA si generan o presentan a lo menos uno de los siguientes efectos, características o circunstancias (ECC):

- a) Riesgo para la salud de la población, debido a la cantidad y calidad de efluentes, emisiones o residuos.
- b) Efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire.
- c) Reasentamiento de comunidades humanas, o alteración significativa de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos.
- d) Localización en o próxima a poblaciones, recursos y áreas protegidas, sitios prioritarios para la conservación, humedales protegidos, glaciares, y áreas con valor para la observación astronómica con fines de observación científica, susceptibles de ser afectados, así como el valor ambiental del territorio en que se pretende emplazar;
- e) Alteración significativa, en términos de magnitud o duración, del valor paisajístico o turístico de una zona.
- f) Alteración de monumentos, sitios con valor antropológico, arqueológico, histórico y, en general, los pertenecientes al patrimonio cultural.

De acuerdo con lo anterior, la generación o presencia de uno de estos ECC hace necesario que el titular del proyecto o actividad elabore un EIA, el cual debe considerar las materias contenidas en el artículo 12 de la Ley N°19.300 y los artículos 12, 13, 14, 15, 16, 17 y 18 del Reglamento del SEIA.

Por el contrario, de acuerdo con el artículo 18 de la Ley N°19.300, si el proyecto o actividad no genera ninguno de los ECC antes señalados, se debe presentar una DIA, la que debe considerar las materias contenidas en el artículo 12 bis de la Ley N°19.300 y los artículos 12, 13, 14, 15, 16, 17 y 19 del Reglamento del SEIA.

En consecuencia, la evaluación de impacto ambiental es el procedimiento administrativo que, a través de un EIA o una DIA, debe demostrar que el proyecto o actividad cumple con las normas ambientales aplicables. Además, en el caso de un EIA se debe acreditar que el proyecto o actividad se hace cargo de los ECC que genera o presenta, mediante la definición e implementación de medidas, y justificar la inexistencia de los demás ECC enunciados en el artículo 11 de la Ley N°19.300. En el caso de una DIA, además se debe justificar la inexistencia de impactos ambientales significativos.

La autoridad, por su parte, debe verificar y certificar el cumplimiento de la normativa ambiental aplicable, incluidos los requisitos de otorgamiento de carácter ambiental contenidos en los permisos ambientales sectoriales (PAS) y calificar la pertinencia, efectividad e idoneidad de las medidas ambientales propuestas.

1.2 Objetivo y alcance de la Guía

1.

La presente Guía tiene como objetivo entregar criterios para la predicción y evaluación de impactos de proyectos o actividades que alteren ecosistemas de humedal, incluyendo la alteración de sus componentes bióticos y abióticos, así como al ecosistema en su conjunto. Además, busca establecer criterios para la definición de medidas de mitigación, reparación y compensación a implementar cuando se presenten impactos significativos.

La predicción y evaluación de impactos sobre los componentes ambientales que son objeto de protección ambiental (OP) en humedales se enmarca en la letra b) del artículo 11 de la Ley N°19.300, donde se señala la necesidad de evaluar los efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire. Así también se vincula con lo señalado en el artículo 6º del Reglamento del SEIA, el cual profundiza en esta misma línea.

En sintonía con ello, en enero de 2020, se publicó la Ley N°21.202 que modifica diversos cuerpos legales con el objetivo de proteger los humedales urbanos. El Reglamento de esta Ley⁴ establece los criterios mínimos para la sustentabilidad de los humedales urbanos para el resguardo de sus características ecológicas y su funcionamiento, y la mantención del régimen hidrológico, tanto superficial como subterráneo, integrando las dimensiones socioculturales, económicas y ambientales. El artículo 22 de este Reglamento manda al SEA a elaborar una guía para la predicción y evaluación de impacto ambiental en humedales urbanos, la que debe contener, a lo menos, los requisitos, condiciones y exigencias técnicas para la adecuada presentación de medidas de mitigación, reparación y/o compensación en humedales urbanos, cuando corresponda.

Acorde a los criterios mínimos para la sustentabilidad establecidos para los humedales urbanos, y con el fin de establecer el uso sustentable, la protección y la conservación de los humedales en general como aspectos relevantes en la evaluación de proyectos -a lo que se agrega lo indicado en la Estrategia Nacional de Biodiversidad 2017-2030-, esta Guía tiene por objetivo la entrega de criterios y consideraciones para las etapas de predicción y evaluación de impactos en humedales. Para ello se consideran las características y circunstancias referidas a la letra d) del artículo 11 de la Ley N°19.300 y el artículo 8º del Reglamento del SEIA, en los que se deba presentar un EIA respecto a la localización de un proyecto en o en proximidad a humedales protegidos.

Como se puede observar en la Figura 1, la identificación de las partes, obras y acciones de un proyecto, en consideración a su localización y temporalidad, así como sus emisiones, efluentes, residuos, explotación, extracción, uso o intervención de recursos naturales, mano de obra, suministros o insumos básicos y productos y servicios generados, según correspondan, forman parte de la descripción del proyecto, tanto en una DIA como en un EIA. A partir de dicha

⁴ D.S. N°15, 2020, del Ministerio de Medio Ambiente

descripción, es posible realizar una primera identificación de impactos, la que se complementa una vez conocidas las características de las **áreas de influencia** (AI).

Para establecer si los impactos identificados son o no significativos se requiere realizar una estimación cuantitativa o bien cualitativa del impacto, dependiendo si por su naturaleza es posible o no de cuantificar. A la identificación y estimación de impactos se le denomina **predicción de impactos**. La significancia de todos los impactos identificados se establece en función de criterios contenidos en la Ley N°19.300, en el Reglamento del SEIA y en guías específicas, etapa identificada como **evaluación de impacto**. Es responsabilidad de los titulares entregar toda la información relevante y esencial para la evaluación, la que se define en función de las características propias de cada proyecto y sus AI.

La Figura 1 ilustra el proceso de evaluación de impacto ambiental de un proyecto y el alcance de la presente Guía dentro de dicho proceso.

Figura 1. Contenidos y alcances de esta Guía respecto de la evaluación ambiental



Fuente: elaboración propia

Cabe destacar que los contenidos de la presente Guía se deben complementar con los contenidos mínimos y criterios de evaluación establecidos en la Ley N°19.300 y en el Reglamento del SEIA, cuyo cumplimiento es de exclusiva responsabilidad del titular del proyecto.

A su vez, **esta Guía se complementa con la “Guía área de influencia en humedales en el SEIA”** (SEA, 2023a), la cual entrega un marco conceptual referido a los ecosistemas de humedal y criterios para la delimitación y descripción de las áreas de influencia.

Al igual que en el mencionado documento, esta Guía no abarca criterios para el objeto de protección relativo al aire, dado que este no corresponde a un elemento particularmente estructurante de los ecosistemas de humedal. Tampoco se abordan los objetos de protección derivados del artículo 5º, 7º, 9º y 10 del Reglamento del SEIA referidos a riesgo para la salud de la población, debido a la cantidad y calidad de efluentes, emisiones o residuos; reasentamiento de comunidades humanas, o alteración significativa de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos; alteración significativa, en términos de magnitud o duración, del valor paisajístico o turístico de una zona; y alteración de monumentos, sitios con valor antropológico, arqueológico, histórico y, en general, los pertenecientes al patrimonio cultural. Para estos objetos de protección existen otras publicaciones del SEA disponibles en el Centro de Documentación de la página web <https://sea.gob.cl>. Del mismo modo, esta Guía **no abarca humedales marinos**, ya que su funcionamiento está ligado a procesos oceanográficos y no continentales.

Además, que la presente Guía **no aborda materias de pertinencia de ingreso al SEIA, así como tampoco modificaciones de proyectos** que impliquen un cambio de consideración según lo expresado en el artículo 2º del Reglamento del SEIA. En caso de proyectos que se encuentren en o cercanos a humedales y requieran resolver si deben ingresar al SEIA, se debe considerar lo indicado por el SEA en el Ordinario N°20229910238, de fecha 17 de enero de 2022, que imparte instrucciones en relación a la aplicación de los literales p) y s) del artículo 10 de la Ley N°19.300, disponible en el Centro de Documentación del sitio web <https://sea.gob.cl>

De acuerdo con lo dispuesto en la Ley N°19.300, en el Reglamento del SEIA, y en el Ord. SEA N°151276 de 7 de agosto de 2015, en los procesos de evaluación ambiental **se debe observar el contenido de esta Guía, la que para efectos de una continua mejora podría ser objeto de revisión y actualización.**

1.3 Órganos con competencia ambiental sobre los humedales

Según lo indicado en el artículo 24 del Reglamento del SEIA, los Oaea son aquellos órganos públicos que cuentan con atribuciones en materia de permisos o pronunciamientos ambientales sectoriales y que poseen atribuciones legales asociadas directamente con la protección del medio ambiente, la preservación de la naturaleza o el uso y manejo de algún recurso natural.

Durante el procedimiento administrativo de evaluación de impacto ambiental le corresponde a los respectivos Oaea emitir, fundadamente y dentro del ámbito de sus competencias, un pronunciamiento respecto de la DIA o el EIA. Al tratarse de un EIA⁵, dicho pronunciamiento debe indicar si el proyecto cumple con la normativa de carácter ambiental, con los requisitos para el otorgamiento del o los permisos ambientales sectoriales (PAS) que aplican (ver en Anexo 1), y si las medidas propuestas por el titular se hacen cargo apropiadamente de los ECC establecidos en el artículo 11 de la Ley N°19.300.

Respecto de esto último, y en relación con la presente Guía, los Oaea deben pronunciarse sobre la generación o presencia de efectos adversos significativos sobre los ecosistemas de humedales, así como la cantidad y calidad de sus componentes.

Especificamente, de acuerdo con el Reglamento del SEIA⁶, la línea de base o descripción general del AI según corresponda, debe considerar la descripción de los ecosistemas acuáticos continentales, incluyendo la calidad de las aguas, sedimentos y la biota⁷ que pertenece a dicho ecosistema. Asimismo, se deben incluir las relaciones existentes con el medio físico, los ecosistemas terrestres y con ecosistemas marinos. Se hace presente que también deberán relevar las características y circunstancias que se desprenden del artículo 8º del Reglamento del SEIA.

En el caso de una DIA, el pronunciamiento debe indicar fundadamente y dentro del ámbito de las competencias del respectivo Oaea, si el proyecto cumple con la normativa de carácter ambiental, con los requisitos para el otorgamiento del o los PAS que aplican (ver Anexo 1), y si el proyecto o actividad genera o presenta alguno de los ECC establecidos en el artículo 11 de la Ley N°19.300.

En relación con la presente Guía, el Oaea debe indicar en su pronunciamiento si el proyecto genera o no efectos adversos significativos sobre la calidad de los ecosistemas de humedales, y la cantidad y calidad de sus componentes, junto con los servicios ecosistémicos que estos proveen.

⁵ Referencia artículo 35 del Reglamento del SEIA.

⁶ Referencia artículo 18, letra e.3) y artículo 19 del Reglamento del SEIA.

⁷ Particularmente para ecosistemas acuáticos se entenderá como biota a la fracción viva contenida en el fondo, la columna de agua y la rivera, taxonómicamente compuesto por plancton, fito y zoobentos, micro y macroinvertebrados, vertebrados acuáticos, flora hidrófila entre otros.

En este contexto, los principales Oaeca que poseen competencias sobre los ecosistemas de humedales en relación con los recursos naturales son:

- Ministerio del Medio Ambiente (MMA)
- Servicio Agrícola y Ganadero (SAG)
- Corporación Nacional Forestal (Conaf)
- Dirección General de Aguas (DGA)
- Dirección de Obras Hidráulicas (DOH)
- Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (Subpesca)
- Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (Sernapesca)
- Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante (Directemar)
- Servicio Nacional de Geología y Minería (Sernageomin)

Sin perjuicio de lo anterior, existen otras materias que se relacionan con los humedales desde el punto de vista de la prestación de servicios ecosistémicos, derivando en impactos y medidas sobre los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos, valor paisajístico, valor turístico, áreas protegidas, patrimonio cultural, entre otros. En estos casos, el Ministerio de Desarrollo Social y Familia (Mideso), la Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (Conadi), el Consejo de Monumentos Nacionales (CMN), los Gobiernos Regionales (GORE), el Seremi de Agricultura, las Municipalidades y el Servicio Nacional de Turismo (Sernatur) podrán incluir sus pronunciamientos sobre estas materias.

2. CRITERIOS PARA LA PREDICCIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS EN HUMEDALES



2. CRITERIOS PARA LA PREDICCIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS EN HUMEDALES

La predicción y evaluación de impactos dentro del SEIA constituye un paso fundamental para que el titular del proyecto identifique cuáles impactos son significativos.

La revisión de manera previa al ingreso al SEIA permite hacer adecuaciones, ajustes y cambios al proyecto, tal como se señala en la guía “Área de influencia en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental” (SEA, 2017). De este modo se pueden evitar impactos significativos e identificar con mayor efectividad las medidas que deben ser implementadas para mitigar, reparar o compensar el impacto generado sobre el OP humedal y sus componentes.

Cabe indicar que los impactos deben ser evaluados considerando los efectos en los componentes ambientales previo a la ejecución de medidas o compromisos ambientales voluntarios. En este sentido, es fundamental distinguir aquellas obras que son parte del diseño del proyecto, mas no medidas, y que por sus características evitan o disminuyen potenciales impactos desde el comienzo.

A continuación, se presentan los criterios y consideraciones técnicas que se deben observar para la predicción y evaluación de impactos en humedales, donde es relevante indicar que estos se encuentran en armonía con el artículo 3º del Decreto Supremo N°15, de 2020, del Ministerio del Medio Ambiente.

2.1 Consideraciones espaciales y temporales de la evaluación en el humedal

Los humedales han sido reconocidos por el Estado como ecosistemas que merecen una protección especial. Muestra de aquello es que Chile es parte contratante de la Convención relativa a los humedales de importancia internacional, especialmente como hábitat de aves acuáticas (Convención Ramsar), la cual se integró a su ordenamiento jurídico interno como Ley de la República en 1981⁸. Esto conlleva a que, además de designar humedales en la lista de humedales de importancia internacional, el país se compromete a la conservación y uso racional de estos ecosistemas.

Por otro lado, la “Estrategia Nacional de Biodiversidad 2017 – 2030” (MMA, 2017) desarrollada en el marco de implementación del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) que Chile ratificó en 1994⁹, constituye el instrumento integrador de los principales objetivos estratégicos, acciones y metas nacionales en materia de conservación y uso sustentable de la biodiversidad. Esta Estrategia incorpora dentro de los seis ámbitos temáticos¹⁰ de su Plan de Acción Nacional la conservación y uso racional de los humedales en Chile, estableciendo el uso sustentable, protección y conservación de los humedales como aspectos relevantes en la evaluación de proyectos del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental¹¹.

.....

De acuerdo con el artículo 1º de la Convención Ramsar, los humedales¹² se definen como las “**extensiones de marismas, pantanos y turberas o superficies cubiertas de agua, sean estas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluida las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros**”. De este modo, la Convención Ramsar aplica una definición amplia de los humedales, que abarca todos los lagos y ríos, pantanos y marismas, pastizales húmedos, turberas, estuarios, y otras zonas costeras, y sitios artificiales como tranques, embalses y otros.

.....

⁸ Referencia D.S. N°771, de 1981, del Ministerio de Relaciones Exteriores.

⁹ Referencia D.S. N°1.963, de 1994, del Ministerio de Relaciones Exteriores.

¹⁰ El Plan de Acción de la Biodiversidad 2017 – 2030, posee los siguientes ámbitos temáticos; 1) Actividades transversales: cambio climático, financiamiento, ecosistemas, restauración, entre otros. 2) Conservación de la biodiversidad marina y de islas oceánicas. 3) Especies exóticas invasoras. 4) Especies nativas. 5) Áreas protegidas. 6) Conservación y uso racional de los humedales en Chile.

¹¹ Estrategia Nacional de Biodiversidad 2017 – 2030. Pg. 89.

¹² Equivalente a ecosistemas acuáticos continentales para efectos de esta Guía.

Cabe destacar que la definición planteada por esta Convención en el año 1971 es la más ampliamente aceptada y utilizada como referencia, siendo promulgada en Chile mediante el Decreto Supremo N°771, de 1981, del Ministerio de Relaciones Exteriores, constituyéndose desde entonces como marco conceptual para la elaboración del “Inventario Nacional de Humedales” (MMA, 2020).

Los humedales son ecosistemas complejos que sostienen gran diversidad biológica y que proveen de servicios ecosistémicos relevantes para el bienestar humano, esto en base a sus componentes bióticos, abióticos y sus interrelaciones.

En el marco conceptual de la “Guía área de influencia de humedales en el SEIA” (SEA, 2023a) se detalla más información sobre aspectos generales de los humedales, su clasificación y los componentes considerados como OP, por lo cual **se recomienda su lectura para una comprensión más cabal de la presente Guía.**

Cabe recordar que son OP de humedales el agua, suelo, fauna, flora y vegetación, aire¹³, y también el ecosistema como un todo integrado, destacando los flujos ecosistémicos y las interacciones entre componentes. Otros OP que pueden presentarse asociados a humedales son el valor paisajístico, valor turístico, sistemas de vida y costumbres de grupos humanos, recursos y áreas protegidas, y patrimonio cultural.

La identificación, predicción y evaluación de impactos sobre estos ecosistemas requieren de ciertas consideraciones generales en términos de escala espacial (componentes y estructura ecosistémica) y escala temporal (procesos y funciones ecosistémicas).

La escala espacial hace referencia a la ubicación del humedal y de los componentes que lo caracterizan, tanto geográficamente como dentro de la cuenca, incluyendo la conexión con la red hidrográfica e hidrogeológica, así como un contexto sociocultural.

A esto se suma el conocimiento de las presiones o impactos antrópicos presentes en toda el área de influencia. Por ejemplo, un humedal continental de clase escorrentía (río), conectado a una amplia red hídrica que no ha sido previamente intervenida, podrá presentar mayor capacidad de resiliencia frente a la intervención de un proyecto cuyo Factor Generador de Impacto (FGI) es la extracción de agua.

Por el contrario, un humedal tipo escorrentía, con baja conexión a la red hídrica debido a intervenciones previas, frente al mismo FGI, sería menos resiliente y, en el evento de calificarse tal impacto como significativo, se deberán establecer medidas de mitigación y reparación para asegurar la mantención de las funciones de dicho humedal.

¹³ Cabe recordar que el componente aire no es materia de esta Guía por los motivos antes señalados.

En este sentido, la escala espacial o estructura ecosistémica se debe abordar con **enfoque de cuenca**¹⁴, considerando todos los componentes y la manera en que estos se integran en la red hidrográfica y red hidrogeológica, debido a que el agua es un componente estructurante de los humedales.

La **escala temporal se refiere al proceso evolutivo que ha conducido a que dicho humedal exista** y, por tanto, se debe poner especial atención a los procesos que ocurren entre los componentes del humedal y cómo estas funciones se desarrollan a lo largo del tiempo. Algunos procesos de regeneración pueden ser interanuales, como los relacionados con algunas especies como Sphagnaceae.

Otros procesos, son de dinámica más corta, como los que se expresan en función de las estaciones climáticas, ya que permiten reconocer procesos de desarrollo, crecimiento y establecimiento de especies de flora y fauna que habitan el humedal.

Tomemos como ejemplo un humedal de caudales intermitentes que tiene una baja cantidad de agua en el período estival, pero sí la suficiente para formar hábitats refugios para el reclutamiento de peces nativos. Si en este caso se realizara un trasvase de cuencas que aumentara los caudales en el período estival se podrían reducir tales refugios, alterando la población de dichos peces, afectando la cadena trófica y, por consiguiente, en el ecosistema en su conjunto.

2.2 Criterios generales sobre impactos significativos en humedales

En la misma línea de la “Guía de evaluación de efectos adversos sobre recursos naturales renovables” (SEA, 2023b), para la predicción y evaluación de impactos sobre los humedales se establecen dos tipos de criterios: **generales y específicos**, ambos basados en las consideraciones espaciales y temporales del proceso de evaluación ambiental.

A partir de la interpretación de los artículos 1º y 2º de la Ley N°19.300 y sus definiciones sobre medio ambiente libre de contaminación¹⁵, protección del medio ambiente¹⁶ conservación

¹⁴ Una cuenca hidrográfica es la superficie terrestre dentro de la cual las aguas precipitadas son drenadas por un río o una red de cauces. En caso de que las aguas drenadas desembocan en un cuerpo de agua o en el mar, la cuenca se denomina exorreica. Por otra parte, si las aguas confluyen hacia un valle cerrado sin salida, la cuenca se denomina endorreica (DGA, 2016).

¹⁵ “Aquel en el que los contaminantes se encuentran en concentraciones y períodos inferiores a aquellos susceptibles de constituir un riesgo a la salud de las personas, a la calidad de vida de la población, a la preservación de la naturaleza o a la conservación del patrimonio ambiental”. Referencia artículo 2º, letra m) de la Ley N°19.300.

¹⁶ “El conjunto de políticas, planes, programas, normas y acciones destinados a mejorar el medio ambiente y a prevenir y controlar su deterioro”. Referencia artículo 2º, letra q) de la Ley N°19.300.

del patrimonio ambiental¹⁷ y preservación de la naturaleza¹⁸, se pueden inferir los siguientes criterios para resguardar los recursos naturales:

- **Criterio de permanencia:** consiste en mantener en el tiempo los componentes ambientales y ecosistemas, especialmente aquellos propios del país que sean únicos, escasos o representativos, asegurando con ello su disponibilidad para el uso futuro, ya sea mediante su reparación o su aprovechamiento racional.
- **Criterio de regeneración:** consiste en mantener la capacidad de los componentes ambientales de reproducción, crecimiento, transformación o restablecimiento de la capacidad de regeneración y resiliencia, ya sea por sí mismo o debido sus interacciones, especialmente de aquellos componentes propios del país que sean únicos, escasos o representativos.
- **Criterio de condición:** consiste en la mantención del estado que hace posible la evolución y desarrollo de las especies y ecosistemas, el cual depende de las características de los componentes en términos de calidad y cantidad, influyendo con ello en la composición y funcionamiento de los ecosistemas. Por ejemplo, este criterio permite evaluar si se alteran las características funcionales y estructurales que cumplen componentes ambientales tales como el agua y suelo, lo cual fundamenta la posibilidad de albergar de determinadas comunidades de flora y fauna, y los procesos e interrelaciones que les caracterizan.

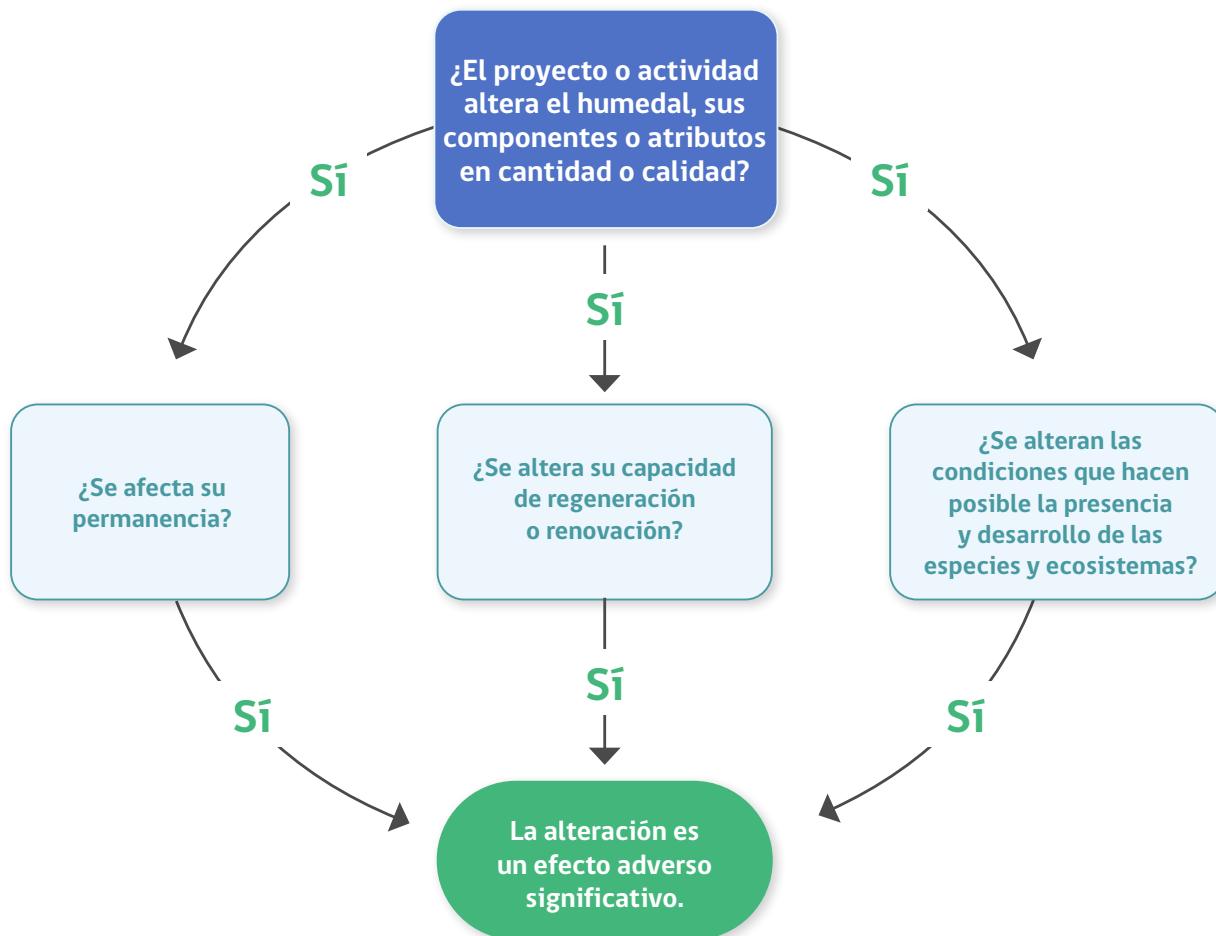
Existen tres preguntas clave que permiten analizar estos criterios generales: 1) ¿El proyecto o actividad afecta la permanencia?, 2) ¿Se afecta la capacidad de regeneración o renovación?, y 3) ¿Se afectan las condiciones que hacen posible la presencia y desarrollo de las especies y ecosistemas? **Basta que alguna de las respuestas sea afirmativa para que se considere que se está en presencia de un impacto significativo sobre la cantidad y calidad de un componente ambiental o del ecosistema humedal** (Figura 2).

Cabe destacar que el ecosistema de humedal en su conjunto también es considerado un OP, incluyendo sus características ecológicas y su funcionamiento.

¹⁷ "...el uso y aprovechamiento racionales o la reparación, en su caso, de los componentes del medio ambiente, especialmente aquellos propios del país que sean únicos, escasos o representativos, con el objeto de asegurar su permanencia y su capacidad de regeneración". Referencia artículo 2º, letra b) de la Ley N°19.300. El DS N°430, de 1991, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, que fija el texto refundido, coordinado y sistematizado de la Ley N°18.892 y sus modificaciones, Ley General de Pesca y Acuicultura, en su artículo 2º número 13 define conservación como "uso presente y futuro, racional, eficaz y eficiente de los recursos naturales y su ambiente".

¹⁸ "...el conjunto de políticas, planes, programas, normas y acciones, destinadas a asegurar la mantención de las condiciones que hacen posible la evolución y el desarrollo de las especies y de los ecosistemas del país". Referencia artículo 2º, letra p) de la Ley N°19.300.

Figura 2. Criterios generales respecto a la generación o presencia de efectos adversos significativos sobre la calidad o cantidad de OP de humedales.



Fuente: adaptado de SEA, 2023b.

Estos criterios se orientan además hacia la materialización del principio de solidaridad intergeneracional que incluye la posibilidad de desarrollar nuevos conocimientos respecto de los humedales y sus beneficios.

2.3 Criterios específicos

Los criterios generales del artículo 6º del Reglamento del SEIA indican cómo evaluar si se generan impactos significativos sobre la cantidad y calidad de los componentes de humedales. Siguiendo la lógica de la “Guía de evaluación de efectos adversos sobre recursos naturales renovables” (SEA, 2023b), se presentan a continuación nueve consideraciones o criterios específicos para los ecosistemas de humedal que se describen a continuación:

- **Características propias del proyecto o actividad**

De acuerdo con este criterio, se deben tener en consideración las características propias del proyecto que pueden tener como consecuencia la generación de un efecto adverso significativo sobre la cantidad y calidad de los componentes de humedales y del ecosistema, sus características y su funcionamiento.

Según el inciso 2º del artículo 6º del Reglamento del SEIA, dentro de estas características se incluyen:

- a) Extracción de recursos naturales renovables, lo que incluye el suelo hídrico, agua y biota en general.
- b) Emplazamiento de las partes, obras o acciones del proyecto o actividad.
- c) Emisiones, efluentes o residuos del proyecto o actividad.

- **Recursos escasos, únicos y representativos**

Este criterio surge de la indicación expresa del inciso 2º del artículo 6º del Reglamento del SEIA, que señala “(...) deberá ponerse especial énfasis en aquellos recursos propios del país que sean escasos, únicos o representativos”. Se debe tener presente que los OP pueden ser considerados como escasos, únicos o representativos independiente de que estén o no clasificados según estado de conservación de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 37 de la Ley N°19.300.

En cuanto a los humedales se debe considerar lo siguiente:

- Recursos escasos:
 - » Especies clasificadas en categorías de conservación: En peligro crítico (CR), En peligro (EN), Vulnerable (VU), Casi amenazada (NT) e Insuficientemente conocida (DD).
 - » Especie, poblaciones y comunidades de flora relictua¹⁹.

¹⁹ (Relict) Especies paleoendémicas o epibióticas, cuya presencia localizada en áreas reliquias no se explican por las condiciones actuales, sino que la ocupación debió realizarse bajo condiciones diferentes que reinaron en un pasado más o menos remoto (Sarmiento, 2001).

- » Comunidad de flora remanente o relict²⁰.
- » Aguas subterráneas de sectores acuíferos que alimentan vegas y bofedales a los que se refiere el artículo 63 del Código Nacional de Aguas.
- » Aguas subterráneas de acuíferos que alimenten humedales en zonas declaradas como de prohibición²¹ o áreas de restricción²², de acuerdo con los artículos 63 y 65 del Código de Aguas, respectivamente.
- » Agua superficial o subterránea de una zona de escasez²³ declarada por el Ministerio de Obras Públicas y que alimenten humedales.
- » Recursos genéticos endémicos del humedal.
- » Especie de flora o fauna de distribución geográfica restringida.

- Recursos únicos:

- » Aguas fósiles que alimenten humedales.
- » Especies endémicas presentes en el humedal.
- » Especies que se encuentran en el límite o borde de su rango de distribución geográfica.
- » Vegetación azonal tales como vegas y bofedales.

- Recursos representativos:

- » Especies endémicas presentes en el humedal.
- » Vegetación azonal tales como vegas y bofedales.
- » Biota de humedales de zonas áridas, semiáridas y subhúmedas.
- » Especie clave.
- » Especie representativa: por ejemplo, el musgo *Sphagnum* asociado a una turbera o el pez liza asociado a un estuario.
- » Especies declaradas monumento natural.

• **Biodiversidad**

En el artículo 41 de la Ley N°19.300 se establece que los recursos naturales son susceptibles de uso y aprovechamiento por el ser humano, pero que dicho uso y aprovechamiento debe efectuarse asegurando su capacidad de regeneración y la diversidad biológica asociada

²⁰ (Relic) Remanente de vegetación que permanece, al desaparecer la mayor parte de la masa vegetal original (Sarmiento, 2001).

²¹ Disponible en el sitio web [Zona de prohibición - DGA](#)

²² Disponible en el sitio web [Decretos de escasez - DGA](#)

²³ En la siguiente ruta se pueden conocer los decretos de escasez y restricción actualizados por la Dirección General de Agua: <https://dga.mop.gob.cl/administracionrecursoshidricos/decretosZonasEscasez/Paginas/default.aspx>

al mismo, en especial, pero **no exclusivamente**, de aquellas especies clasificadas según el artículo 37 de la Ley N°19.300.

De acuerdo con la definición de diversidad biológica²⁴, esta se representa a diferentes escalas de organización, donde se distinguen tres niveles: **diversidad genética, diversidad específica** (incluyendo poblaciones) y **diversidad ecosistémica** (incluyendo paisajes). En cada uno de estos niveles de organización se pueden reconocer tres atributos: **composición** (identidad, cantidad y variedad de los elementos); **estructura** (forma de organización de los elementos) y **función** (interacción entre los elementos).

Para determinar la ocurrencia de efectos adversos significativos es necesario considerar si se altera o disminuye la diversidad biológica, identificando si la afectación de cualquiera de los componentes bióticos o abióticos que componen el ecosistema tiene el potencial de alterar la composición, estructura o función de la biodiversidad. Para ello es necesario analizar impactos que puedan derivar en más de un componente biótico y así también en el ecosistema en su conjunto.

- **Especies clasificadas según estado de conservación**

La letra b) del artículo 6º del Reglamento del SEIA establece que para evaluar si se genera un efecto adverso significativo en la cantidad y calidad de un recurso biótico se debe considerar “(...) la presencia y abundancia de **especies silvestres en estado de conservación** (...)” (énfasis agregado).

La clasificación de la biota según su estado de conservación permite evaluar amenazas antrópicas a nivel de especie y niveles inferiores como subespecie, y por lo tanto es un indicador que sirve para evaluar si el proyecto genera impactos significativos sobre los mismos. En la “Guía de evaluación de efectos adversos sobre recursos naturales renovables” (SEA, 2023b) quedan establecidos los criterios en caso de que las especies se acojan a alguna categoría de conservación en varios instrumentos legales, siguiendo el orden de prelación²⁵.

Además, se debe tener en presente la existencia de planes de recuperación, conservación y gestión de dichas especies²⁶, de conformidad a lo señalado en el artículo 37 de la Ley N°19.300.

²⁴ Ley N°19.300 letra a) del artículo 2º define diversidad biológica como “la variabilidad de los organismos vivos, que forman parte de todos los ecosistemas terrestres y acuáticos. Incluye la diversidad dentro de una misma especie, entre especies y entre ecosistemas”.

²⁵ En el siguiente enlace se puede revisar el último proceso de clasificación de especies según estado de conservación del Ministerio del Medio Ambiente: <https://clasificacionesppecies.mma.gob.cl/>

²⁶ Disponibles en el enlace: <https://mma.gob.cl/biodiversidad/planes-de-recuperacion-conservacion-y-gestion-de-especies/>

- **Magnitud y duración del impacto en relación con la condición inicial**

Se debe predecir y evaluar el impacto según su **estado final, en términos de calidad y cantidad, en referencia a su estado inicial**. La diferencia relativa indicará la magnitud del impacto y señalará la significancia de este.

Respecto de los umbrales a considerar, la letra c) del artículo 6º del Reglamento del SEIA indica que se debe considerar “*la magnitud y duración del impacto del proyecto o actividad sobre el suelo, agua o aire en relación con la condición de línea de base*” (énfasis agregado). En la letra d) del mismo artículo se señala que “*se considerará la magnitud y duración del efecto generado sobre la biota por el proyecto o actividad y su relación con la condición de línea de base*” (énfasis agregado), esto en el caso que no sea posible evaluar el impacto por medio de **normas secundarias** de calidad ambiental.

Además, los impactos pueden ser **permanentes o transitorios**, lo que se debe comparar con la condición previa a la ejecución del proyecto o actividad.

- **Capacidad de dilución, dispersión, autodepuración, asimilación y regeneración**

El inciso 6º del artículo 6º del Reglamento del SEIA indica que la “*evaluación de los efectos sobre los recursos naturales renovables deberá considerar la capacidad de dilución, dispersión, autodepuración, asimilación y regeneración de dichos recursos en el área de influencia del proyecto o actividad (...)*”. Estas características son clave respecto de la potencial contaminación de los componentes ambientales a causa de emisiones, efluentes y residuos. Además, estos impactos suelen tener una afectación directa sobre los componentes estructurantes de los humedales (suelo, agua, aire) y tener consecuencias indirectas (por ingesta, respiración o contacto) con la biota e incluso con grupos humanos.

- **Combinación o interacción de contaminantes**

El inciso 7º del artículo 6º del Reglamento del SEIA establece que la evaluación de los impactos significativos sobre los OP debe considerar “*los efectos que genere la combinación y/o interacción conocida de los contaminantes del proyecto o actividad*”.

Los efectos de un contaminante pueden verse modificados por la presencia de otro contaminante con el cual interactúe. La acción conjunta de varios contaminantes puede potenciar o inhibir los efectos que producirían de manera aislada. Si esto no ocurre, quiere decir que ambos tienen efectos independientes que pudieran considerarse aditivos.

En este sentido, se deberá evaluar si la combinación o interacción simultánea de contaminantes puede provocar un efecto conjunto mayor que la suma de los efectos que producirían cada uno por separado (efectos sinérgicos o sinergia).

• Normas de calidad ambiental y de emisión

Las normas de emisión son un instrumento de gestión ambiental definidas en la letra o) del artículo 2º de la Ley N°19.300 que *"establecen la cantidad máxima permitida para un contaminante medido en el efluente de la fuente emisora"*, y su ámbito de aplicación puede ser local o nacional.

Por otro lado, las normas de calidad ambiental establecen los niveles permisibles de los contaminantes cuya presencia o carencia en el ambiente pueda constituir un riesgo. Existen las normas primarias de calidad ambiental, relacionadas con el riesgo para la vida o la salud de las personas; y secundarias (NSCA), donde el riesgo es para la protección o la conservación del medio ambiente, o la preservación de la naturaleza; son estas últimas de relevancia para los alcances de esta Guía.

Algunas de las 101 cuencas (DGA, 2016) del país cuentan con Norma Secundaria de Calidad de Ambiental, entre ellas el río Serrano (DS 75/2009 Minsegpres), lago Llanquihue (DS 122/2009 Minsegpres), lago Villarrica (DS 19/2013 Minsegpres), río Maipo (DS 53/2013 del Minsegpres), río Biobío (DS 9/2015 MMA), entre otros. La existencia de dichas normas secundarias es relevante para efectos de evaluar si se genera o presenta el efecto adverso señalado en el literal b) del artículo 11 de la Ley N°19.300.

A su vez, y según lo señalado en el artículo 11 de la Ley N°19.300 *"a falta de tales normas, se utilizarán como referencia las vigentes en los estados que señale el reglamento"*. Por tanto, cuando corresponda, el titular podrá proponer normativas extranjeras para evaluar los efectos adversos que dicho artículo señala.

• Servicios ecosistémicos

Según el artículo 2º del Reglamento de humedales urbanos²⁷, los servicios ecosistémicos (SSEE) se definen como *"la contribución directa e indirecta de los ecosistemas al bienestar humano"*, lo cual depende de sus componentes ambientales y el desarrollo de funciones ecosistémicas. Entre los servicios que los ecosistemas de humedal proveen se encuentran el abastecimiento y depuración del agua, tanto para consumo humano como para la agricultura y ganadería; control de inundaciones; protección del litoral; provisión de fibras útiles; fuente de inspiración espiritual y cultural; y el desarrollo del turismo²⁸. Una amplia e internacionalmente acordada identificación y clasificación de SSEE fue propuesta por la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MEA, 2005), bibliografía que se recomienda revisar.

²⁷ Decreto 15 del Ministerio del Medio Ambiente que establece Reglamento de la Ley N°21.202, que modifica diversos cuerpos legales con el objetivo de proteger los humedales urbanos.

²⁸ Para más detalle sobre los tipos de SSEE en humedales ver la "Guía área de influencia en humedales en el SEIA" (SEA, 2023a).

De acuerdo con el artículo 8º del Reglamento del SEIA, el titular debe presentar un EIA si por la localización de su proyecto o actividad es susceptible de afectar áreas con valor ambiental, entendiendo estas últimas como un *"territorio con nula o baja intervención antrópica y provea de servicios ecosistémicos locales relevantes para la población, o cuyos ecosistemas o formaciones naturales presenten características de unicidad, escasez o representatividad"*.

Entonces, al momento de predecir y evaluar un impacto se deben considerar los componentes y las funciones ecosistémicas²⁹ que caracterizan al humedal, la potencialidad de afectarlos en magnitud y duración, y la capacidad de resiliencia del ecosistema para recuperarse, lo cual estará mediado por su vulnerabilidad y amenazas. Todo ello es crucial para la mantención de los SSEE y por ende el valor ambiental del territorio.

2.

2.4 Evolución de los humedales debido al cambio climático

En la letra a ter), del artículo 2º, de la Ley N°19.300 se define el cambio climático³⁰ como *"cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables"*.

Reconociendo que el SEIA es un instrumento de gestión ambiental de tercer orden³¹, y que en su reglamento no se encuentra de manera expresa la incorporación del cambio climático, aun así, cabe exponer que el Reglamento del SEIA, en su artículo 18, letra e), relativo a los contenidos mínimos de un Estudio de Impacto Ambiental, indica respecto de las líneas de base que *"(...) deberán considerar los atributos relevantes de la misma, su situación actual y, si es procedente, **su posible evolución** sin considerar la ejecución o modificación del proyecto o actividad."* (énfasis agregado).

Así también la letra f) del mismo artículo indica que *"(...) Cuando corresponda, la predicción y evaluación de los impactos ambientales se efectuará considerando el estado de los elementos del medio ambiente y la ejecución del proyecto o actividad en **su condición más desfavorable.**"* (énfasis agregado).

²⁹ Funciones ecosistémicas se define ampliamente como los procesos biológicos, geoquímicos y físicos que tienen lugar en un ecosistema y producen uno o varios servicios ecosistémicos.

³⁰ La definición de cambio climático incluida en el artículo 3º literal b) de la Ley N°21.455, no varía respecto a la definición aquí presentada.

³¹ Los instrumentos de gestión ambiental de tercer orden son todos aquellos que, para su adecuado funcionamiento, requieren de los demás instrumentos de gestión ambiental superiores, tales como la existencia de políticas públicas (primer orden), de normativas ambientales, como las normas de emisión e Instrumentos de Planificación Territorial (IPT) (segundo orden), entre otros. En definitiva, el funcionamiento de los distintos instrumentos de gestión ambiental puede ser representado gráficamente mediante una pirámide invertida compuesta de tres eslabones o tramos: en el eslabón o tramo superior se encuentran los instrumentos de primer orden; el tramo que le sigue en forma descendiente corresponde a los de segundo orden; y, finalmente, en el tramo inferior, se encuentran los de tercer orden.

También hay que tomar en consideración que, en el artículo 40 de la Ley Marco de Cambio Climático se establece que, “*Los proyectos o actividades que se sometan a evaluación de impacto ambiental de acuerdo a la ley considerarán la variable de cambio climático en los componentes del medio ambiente que sean pertinentes (...)*” (énfasis agregado).

En esta misma línea, el numeral 4 del artículo 46 de la Ley Marco de Cambio Climático ordena incluir en los Estudios de Impacto Ambiental la variable del cambio climático, requiriendo en la letra d) del artículo 12 de la Ley N°19.300 “*una predicción y evaluación del impacto ambiental del proyecto o actividad, incluidas las eventuales situaciones de riesgo y los efectos adversos del cambio climático sobre los elementos del medio ambiente, cuando corresponda (...)*” (énfasis agregado).

Por tanto, la observancia de la variable de cambio climático en el marco de la evaluación ambiental de proyectos o actividades encuentra su fundamento normativo en el artículo 40 de la Ley N° 21.455 y en una interpretación integral de las disposiciones del Reglamento del SEIA. En consecuencia, el SEA tiene las atribuciones para integrar en la evaluación de impactos los efectos del cambio climático sobre los componentes ambientales, considerando su posible evolución y las condiciones más desfavorables. De lo contrario, podría **subvalorar la magnitud, extensión o duración, y de la misma manera, la significancia de los impactos y; por lo tanto, generar planes de medidas y de seguimiento insuficientes**.

Al no incorporar las tendencias locales de los componentes ambientales producto de los efectos adversos del cambio climático, es posible incurrir en una subvaloración de los impactos. Esta consideración es relevante tanto en un EIA como en una DIA³², por lo cual, **debe realizarse en ambos casos**.

En las DIA se debe poner especial énfasis en aquellos componentes que, debido a esta interacción adversa, pudiesen generar los efectos, características o circunstancias (ECC) del artículo 11 de la Ley N°19.300, ya que tal como estipula la letra b) del artículo 19 del Reglamento del SEIA, en las DIA se deben presentar los “**antecedentes necesarios que justifiquen la inexistencia de aquellos efectos, características y circunstancias (...)**”.

Para la inclusión trasversal del contexto de cambio climático se debe tener presente la vida útil del proyecto y la duración de sus impactos, logrando predecir la evolución de estos a corto, mediano y largo plazo. Esto se torna especialmente relevante para aquellos componentes ambientales sensibles a las variaciones en las precipitaciones y temperaturas, como son el caso

³² A modo de referencia interpretativa, se deja constancia de la sentencia de fecha 17 de marzo de 2022 dictada por el Tercer Tribunal Ambiental, causa Rol R-36-2020 respecto de la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) N°36/2019 que calificó favorablemente la DIA del proyecto “Hermoseamiento del Borde Lago Villarrica, La Poza”, que en su considerando trigésimo noveno revela que “*la evaluación ambiental de proyectos exige que los potenciales impactos sean predichos y evaluados a partir de las características propias del ecosistema, incluyendo todas las variables que pudieran tener efecto futuro sobre los impactos del Proyecto; todo ello, considerando tanto el estado de los elementos del medio ambiente como la ejecución del proyecto o actividad en su condición más desfavorable*”. Por lo tanto, se deduce los mismos principios planteados tanto para un EIA como una DIA.

de las aguas superficiales y subterráneas, que en su conjunto son componentes estructurantes de los humedales.

Los efectos adversos del cambio climático pueden generar una sinergia negativa³³ con las obras y acciones de un proyecto, por lo que será necesario identificar de manera temprana estas interrelaciones y efectos, logrando con ello un enfoque preventivo y de adaptación. Cabe considerar para ello las siguientes preguntas conductoras:

- ¿El proyecto extraerá o usará agua continental, superficial o subterránea en un lugar propenso a eventos de sequía o al aumento de estos eventos? Lo anterior, puede ser analizado en base a declaratoria de la Dirección General de Aguas (escasez hídrica) o del Ministerio de Agricultura (déficit hídrico).
- ¿El proyecto afectará la dinámica y conectividad hídrica por el uso o extracción de este recurso?
- ¿El proyecto impactará zonas de humedal que paralelamente estén en situación de amenaza, sensibilidad y riesgo climático?
- ¿El proyecto causará un aumento de temperatura en las aguas donde habita fauna susceptible a este cambio?
- ¿El proyecto afectará flora, formaciones vegetacionales o hábitat de fauna a causa de la extracción de agua?
- ¿El proyecto afectará glaciares que provean del recurso hídrico a una cuenca determinada?
- ¿El proyecto aumentará la probabilidad de que por el aumento del nivel del mar se provoque intrusión salina en humedales costeros?

Información oficial respecto de los efectos del cambio climático en el territorio nacional, así como de las amenazas en torno a la falta de disponibilidad de agua, está disponible en el [Atlas de Riesgos Climáticos \(ARClim\)](#) del Ministerio de Medio Ambiente, plataforma que puede ser utilizada de manera complementaria para fortalecer la predicción y la evaluación de impacto.

Desde esta plataforma es posible descargar los datos proyectados para su uso en modelaciones referidas al recurso hídrico, siendo estas proyecciones construidas a partir del escenario de emisiones más desfavorable RCP8.5, que es el escenario proyectado oficial para la totalidad de instrumentos del Estado en gestión ambiental del cambio climático.

Así también, y para profundizar en cómo incorporar el cambio climático en todas las etapas de la elaboración de una DIA o un ElA se deberá revisar la “Guía metodológica para la consideración del cambio climático en el SEIA” (SEA, 2023c), así como futuros documentos que el SEA publique en materia de cambio climático.

³³ Aquellas que son resultado de la combinación de los impactos ambientales o riesgos asociados al proyecto y el riesgo climático, cuya interacción genera un efecto negativo mayor al generado por cada una de forma separada.

A este marco de análisis se suma que el "Plan Nacional de Protección de Humedales 2018-2022" (MMA, 2018) reconoce que los cambios, alteraciones y degradación de los humedales en Chile se deben a las prácticas no sustentables y el cambio climático.

Por ejemplo, en una localidad caracterizada por su vocación agrícola y que por consecuencia presenta una alta demanda de agua superficial o que, desde la perspectiva ecosistémica, requiere del SSEE de provisión de agua para dicho fin, se evidencia una disminución de precipitaciones como consecuencia del cambio climático. Producto de ello es que en la localidad se constata una sequía (meteorológica, debido a la disminución de las precipitaciones, e hidrológica, por la disminución del agua superficial y subterránea) continua por varios años. En ese escenario, se planifica el desarrollo de un nuevo proyecto de inversión que extrae, esta vez, agua subterránea.

En el proceso de evaluación del impacto sobre los humedales afectados por el proyecto se evalúa como no significativo bajo el escenario histórico de precipitaciones. No obstante, el impacto podría ser significativo al evaluarlo considerando al menos un escenario de cambio futuro de la precipitación y temperatura en el tiempo. Los impactos se observarían tanto para el OP agua como para los sistemas de vida y costumbres de los grupos humanos que realizan riego. De este modo se afecta el **criterio de permanencia** del componente hídrico.

Continuando con el ejemplo anterior, esta disminución de agua podría alterar la recarga de aguas subterráneas, fuente principal para un humedal en las inmediaciones del área de riego. Debido a esta situación se altera el tiempo en que el humedal permanece cubierto de agua, propiciando el ingreso de especies exóticas desde el área agrícola hacia el ecosistema, generando así una pérdida de la capacidad de regeneración (**criterio de regeneración**). Además, este impacto significativo sobre el OP agua subterránea y la capacidad de regeneración del humedal, afectará a comunidades bióticas tales como aves, anfibios, peces y toda la cadena trófica relacionada, relevándose de este modo el **criterio de condición**.

En primera instancia el proyecto debiese considerar la posibilidad de diseñar su iniciativa integrando fuentes alternativas de abastecimiento, por ejemplo, construyendo una planta desaladora, o bien evaluar el cambio de localización. En caso de que el proyecto efectivamente requiera sacar agua de esta fuente, configurándose un impacto significativo, debe diseñar la disminución progresiva del uso del agua con el fin de proteger la permanencia del recurso el mayor tiempo posible, llegando a un momento en que ya no sea posible continuar su uso.

En cuanto a las medidas, su diseño debe considerar los principios de **adaptación y fortalecimiento de la resiliencia**, compensando la pérdida del recurso y considerando un Plan de Seguimiento de la variable ambiental en cuestión y un Plan de Alerta Temprana. Para ello se ha de observar lo indicado en el documento "Criterio de Evaluación en el SEIA: Contenidos técnicos para la evaluación ambiental del recurso hídrico" (SEA, 2022a) y la "Guía metodológica para la consideración del cambio climático en el SEIA" (SEA, 2023c).

2.5 Artículo 8º del Reglamento del SEIA

Las características y circunstancias a las que se refiere el artículo 8º del Reglamento del SEIA, que podrían dar origen a la presentación de un EIA, deben ser siempre evaluadas. En tal artículo se establece que se debe presentar un EIA si es que el proyecto o actividad se localiza **en o próxima** a poblaciones, recursos y áreas protegidas, sitios prioritarios para la conservación, humedales protegidos y glaciares, susceptibles de ser afectados, así como el valor ambiental del territorio.

Conforme a lo anterior, y en relación con los humedales, es de particular importancia identificar si en el área de influencia se encuentran las siguientes características o circunstancias:

- Humedales ubicados en o próximos a poblaciones protegidas de pueblos indígenas.
- Humedales ubicados en o próximos a recursos protegidos, como especies en categoría de conservación, especies declaradas monumento natural o zonas declaradas como reservas de agua³⁴.
- Humedales ubicados al interior o próximos a un área protegida.
- Humedales de importancia internacional o sitios Ramsar³⁵.
- Humedales urbanos declarados por el MMA³⁶.
- Humedales declarados sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad³⁷.
- Acuíferos que alimentan vegas, pajonales y bofedales de las regiones de Arica y Parinacota, de Tarapacá, de Antofagasta, de Atacama y de Coquimbo³⁸.
- Glaciares que alimenten humedales.
- Valor ambiental del territorio que preste servicios ecosistémicos locales que presente nula o baja intervención antrópica, o cuyos ecosistemas o formaciones naturales presentan características de unicidad, escasez o representatividad.

El último punto incluido sobre el valor ambiental del territorio se relaciona especialmente con los ecosistemas de humedales, ya que en muchos casos estos constituyen en sí mismos formaciones únicas, escasas o representativas, además de estar asociados a la prestación de SSEE.

³⁴ De acuerdo con el artículo 5º ter del D.F.L. N° 1122, Código de Aguas.

³⁵ Considerados como humedales protegidos.

³⁶ Considerados como áreas protegidas.

³⁷ Ver Anexo del Oficio Ord. D.E. N° 100143 de 2010 de la Dirección Ejecutiva del SEA. Disponible en el Centro de documentación <https://sea.gob.cl>.

³⁸ De acuerdo con el artículo 63 del D.F.L N° 1122, Código de Aguas. Considerados como áreas protegidas de acuerdo con el Instructivo ORD. D.E. N° 130844 del 2013.

De acuerdo con este artículo, a objeto de evaluar si el proyecto es capaz de afectar poblaciones, recursos y áreas protegidas, sitios prioritarios para la conservación, humedales protegidos y glaciares o territorios con valor ambiental, se debe evaluar el impacto en términos de su **extensión, magnitud y duración**, poniendo especial atención en los **objetos de protección que se pretenden resguardar**. Así también se debe tener en consideración lo establecido en los **cuerpos normativos que regulan cada área en cuestión, el acto administrativo que las crea y el respectivo plan de manejo**.

El listado anterior no pretende recoger todas las circunstancias posibles derivadas del artículo 8º del Reglamento del SEIA, sino que entrega algunas de particular interés en relación con los humedales. El titular deberá evaluar de acuerdo con cada proyecto y Al, la existencia o no de otros efectos, características o circunstancias consideradas en el artículo 11 de la Ley N°19.300.

Cabe señalar la relevancia de identificar áreas de restricción o zonas de prohibición en acuíferos o sectores hidrogeológicos, ríos declarados agotados, o cauces con declaración de escasez.

3.

PREDICCIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS EN HUMEDALES: APLICACIÓN DE CRITERIOS MEDIANTE CASOS



3.

3. PREDICCIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS EN HUMEDALES: APLICACIÓN DE CRITERIOS MEDIANTE CASOS

En la etapa de predicción y evaluación de los impactos sobre humedales se busca responder a las preguntas planteadas por los criterios generales, sobre si los impactos del proyecto van a afectar la permanencia, su capacidad de regeneración o renovación, o las condiciones que hacen posible la presencia y desarrollo de las especies y ecosistema.

De acuerdo con la letra f) del artículo 18 del Reglamento del SEIA, la predicción de los impactos ambientales se efectuará en base a modelos, simulaciones, mediciones o cálculos matemáticos. Cuando por su naturaleza un impacto no se pueda cuantificar, su predicción solo tendrá un carácter cualitativo. En este último caso, se podrá determinar la importancia y magnitud de los impactos generados por el proyecto y sus actividades de acuerdo con métodos analíticos (como Conesa, 1997) tomando en peso distintas variables entre las que se pueden considerar: intensidad, reversibilidad, acumulación, sinergia, entre otras.

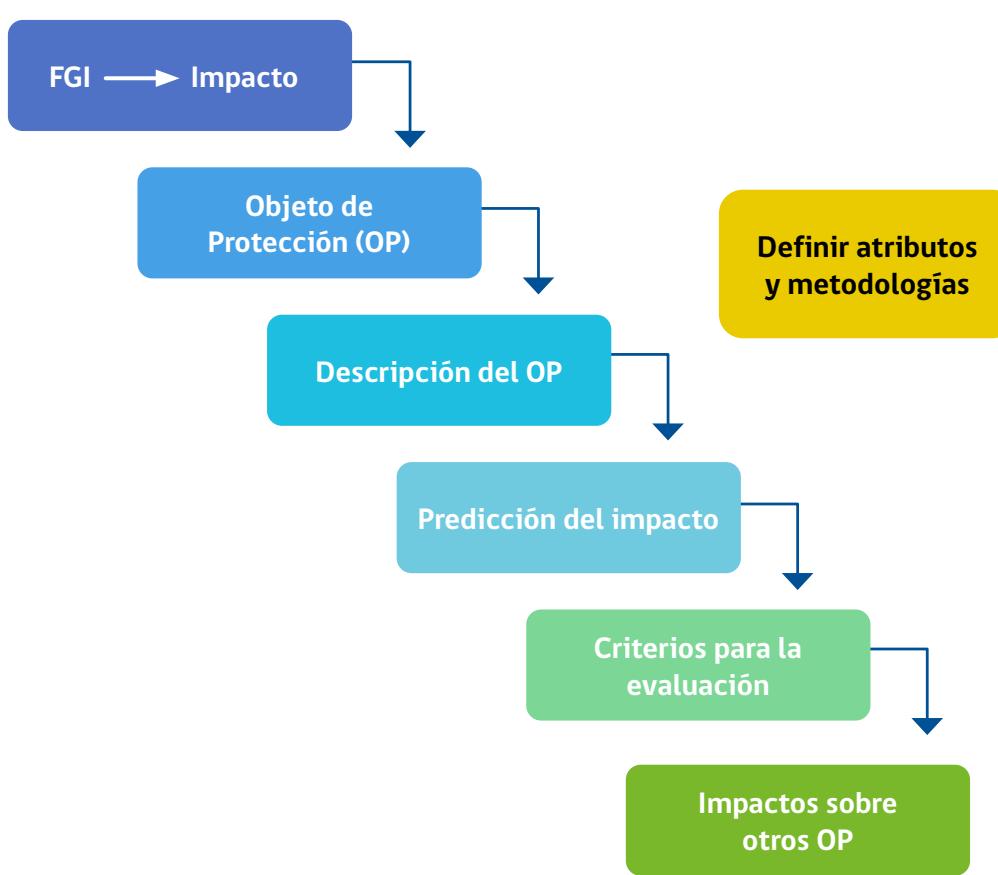
Los criterios generales y específicos anteriormente señalados en la sección 2 de esta Guía son aplicables a todos los recursos naturales, y por supuesto también a todos los componentes presentes en humedales.

A continuación, en este capítulo se mostrarán diversos casos con el fin de estudiar la aplicación de los mencionados criterios. El estudio de caso inicia explicitando el factor generador de impactos (FGI) y su efecto (impacto) de forma breve. Luego se caracteriza el OP, sus atributos y las metodologías a utilizar. En la predicción de impactos se establece la diferencia relativa

entre la situación basal y la situación final del OP. Finalmente se indican los criterios a aplicar y se puntuiza respecto de potenciales impactos sobre otros OP (Figura 3).

Cabe mencionar que la definición de los OP aquí listados, sus características, así como los atributos que los definen se encuentran detallados en la “Guía de área de influencia en humedales en el SEIA” (SEA, 2023a).

Figura 3. Estructura de los casos que se presentan en esta Guía



3.

Cabe destacar que la predicción que lleva a la evaluación de los impactos requiere de un proceso iterativo de levantamiento de información y análisis previo al ingreso del proyecto o actividad al SEIA. Dicha predicción permitirá contar con la mayor información disponible para generar una evaluación adecuada, así como también un mejor diseño de medidas de mitigación, reparación y compensación. Lo anterior permite generar el diseño de planes de seguimiento efectivos para medir, cuantificar y explicar la evolución del proyecto en su interacción con las áreas de influencia de este.

3.1 Suelo hídrico

El suelo de los humedales se denomina **suelo hídrico** y se caracteriza por tener condiciones de saturación o inundación prolongada. El suelo hídrico es un suelo que ha sufrido reacciones químicas de oxidación-reducción (redox) que se producen cuando un suelo está en un estado anaeróbico y se reduce químicamente. Se forman predominantemente por la acumulación o pérdida de hierro, manganeso, azufre o compuestos de carbono en condiciones saturadas y anaeróbicas (MMA y ONU Medio Ambiente, 2022).

Se recomienda el uso de la “Guía de Delimitación y caracterización de humedales urbanos de Chile” (MMA y ONU Medio Ambiente, 2022) para identificar la presencia de suelos hídricos en terreno. A su vez, en la “Guía área de influencia de humedales en el SEIA” (SEA, 2023a) se entregan detalles sobre el suelo hídrico y su descripción en el marco de la evaluación ambiental.

Este componente es parte vital de los humedales, siendo un elemento estructural que sirve de soporte y sustento de la biota. Por ejemplo, sirve de sustrato a raíces, rizomas, tubérculos y bulbos y proporciona el hábitat de especies vegetales. Constituye también el hábitat de fases del ciclo de vida de especies de fauna; infiltra agua siendo vía de recarga de acuíferos, regulando el recurso hídrico; almacena, inmoviliza o transforma sustancias contaminantes mediante diversos mecanismos.

La evaluación de los impactos en el componente suelo hídrico deberá considerar la **pérdida de suelo o de su capacidad para sustentar biodiversidad** por degradación, erosión, impermeabilización, compactación o presencia de contaminantes³⁹. Los potenciales impactos que puede generar un proyecto sobre la cantidad y calidad del suelo hídrico pueden ser los siguientes:

- Pérdida de suelo (por ejemplo, por escarpe).
- Compactación del suelo.
- Activación de procesos erosivos o erosión del suelo y riberas.
- Alteración del régimen sedimentológico.
- Cambio o deterioro de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, lo que se expresa como:
 - Cambio en la textura o granulometría;
 - Pérdida de la capacidad de drenaje por impermeabilización o por compactación;
 - Modificación de los valores de los parámetros físicos, químicos y biológicos, tales como pH, potencial oxidación-reducción (redox), materia orgánica, sustancias contaminantes.

Se debe considerar que un impacto sobre este componente **podría tener como consecuencia un impacto sobre la calidad o cantidad de otros componentes ambientales**, dado que funciona como sustrato y soporte. Ejemplos de esto pueden ser:

³⁹ Referencia letra a) del art. 6º del Reglamento del SEIA.

- La compactación o impermeabilización del suelo puede tener como consecuencia un cambio en los aportes al agua subterránea, teniendo como resultado la disminución de la cantidad de agua de un humedal que dependa de esta.
- La compactación del suelo puede afectar el desarrollo del sistema radical de especies de flora al tener una disminución de la porosidad.
- Cambios en la textura o granulometría podría provocar alteración de las condiciones de hábitat de algunas especies.
- Procesos erosivos podrían provocar cambios de ubicación y de extensión del humedal, así como cambios hidrodinámicos alterando las condiciones de habitabilidad de las especies.
- La contaminación del suelo puede tener como consecuencia la pérdida de calidad de agua, alteración de la biota presente e incluso la pérdida de servicios ecosistémicos tales como calidad de agua para riego y bebida.
- La alteración del suelo en cantidad o calidad puede generar una pérdida de biodiversidad al no poder dar el soporte y hábitat que la biota de ese lugar necesita.

3.

Para evaluar si un proyecto genera un impacto negativo sobre el suelo se debe contemplar el estado final de este en relación con su estado inicial (durante o después de la ejecución del proyecto) en términos de calidad y cantidad. Tal como indica el artículo 6º del Reglamento del SEIA se debe ponderar la significancia del impacto en función de si este implica una pérdida de suelo hídrico (cantidad) y una pérdida de su capacidad para sustentar biodiversidad (calidad). En este sentido se debe corroborar que la **biodiversidad sustentada por este suelo pueda permanecer y regenerarse**, de modo que su condición permita la evolución y desarrollo de las especies y del ecosistema humedal.

Con criterio experto se deberán tener en consideración todos los criterios señalados en el capítulo 2 de la presente Guía. Se debe poner especial énfasis en el criterio de **magnitud y duración** del impacto sobre el suelo hídrico y de manera indirecta, la forma en que esos impactos se relacionan con los otros componentes del humedal. Por ejemplo, si la descarga intermitente de un contaminante sobre una laguna produce un impacto sobre el suelo hídrico, el impacto puede ser **temporal** si es que su resiliencia y capacidad de depuración permite que la calidad del suelo pueda volver a su condición inicial durante el periodo en que no se descarga el efluente. En caso de que por las características del suelo y del contaminante este quede inmovilizado, el impacto sería **permanente**.

Otro elemento que considerar a la hora de predecir y evaluar un impacto sobre el suelo hídrico, es que, si bien la variación estacional no es observable, se debe caracterizar la variabilidad espacial del suelo en el humedal. Las características diferenciadas entre la parte central y periféricas del humedal (hacia el ecotono) pueden implicar comportamientos diferentes del impacto, y por tanto deltas de pérdida condición diferenciados.

A su vez será relevante tener presentes las normas que rigen, justificando el uso de normas de referencia cuando corresponda.

Caso 1: Impacto por habilitación de suelos saturados

La construcción de infraestructura industrial o domiciliaria en suelos saturados puede generar un impacto al humedal cuando, por ejemplo, se considera la construcción de un drenaje (FGI) con el fin de disminuir la saturación del suelo de tal forma que cambien las características de este para lograr factibilidad geotécnica para la construcción de cimientos. Este FGI se encuentra presente generalmente en proyectos inmobiliarios, en construcción de caminos y carreteras, en proyectos de energía eólica y edificaciones industriales en general.

Al disminuir el nivel de saturación del suelo no solo disminuye la humedad relativa en sí, sino que también provoca reacciones químicas oxidativas en el suelo al estar en contacto con el oxígeno presente los poros. Este cambio en humedad o condiciones redox generan una variación en las condiciones que soportan la vegetación del humedal, pudiendo disminuir su abundancia de forma considerable.

Por ejemplo, el drenaje de suelo ñadis (tipo de suelo volcánico de Chile) puede sufrir los siguientes impactos (Gerdung, 2010):

- Pérdida de materia orgánica, puesto que se vuelve fácilmente removible.
- Mineralización de la materia orgánica debido a aumentos de temperatura y aireación que incrementan la actividad biológica del suelo, lo que genera nutrientes fácilmente lixiviables.
- El drenaje puede ocasionar sequía estival en algunos ñadis delgados, con la consecuente merma para el crecimiento de la vegetación.
- La alternancia de saturación y desecamiento (aireación) del suelo favorece mayor solubilización de hierro y manganeso y su posterior precipitación que contribuye a la formación del fierillo.

Todos estos impactos pueden traducirse en una pérdida o alteración de las condiciones biogeoquímicas del suelo que hacen posible la presencia y desarrollo de las especies vegetacionales y sus ecosistemas asociados. Ramírez et al. (1996) advierten sobre los cambios florísticos que se producen al intervenir los suelos ñadi, particularmente con canales de drenaje.

La predicción del impacto puede realizarse mediante herramientas de modelación que incluyan las condiciones actuales y escenarios futuros de los procesos biogeoquímicos de zonas saturadas y no saturadas del humedal. Debe quedar claramente demostrado que el o los modelos utilizados para evaluar los efectos de la variación biogeoquímica dan cuenta de los fenómenos químicos asociados. El titular deberá justificar, de manera fundada, si el modelo solo incluirá aspectos biogeoquímicos, o será integrado el componente del acuífero, humedal superficial o la fisiología vegetal de acuerdo con las características propias del FGI, del comportamiento y características del humedal, del suelo hídrico y de la vegetación en sí.

Se deberá describir y justificar cada una de las variables y parámetros que sean utilizadas en las modelaciones, así como también indicando la metodología de cálculo de todos los datos de entrada al modelo que hayan sido consideradas.

Es conveniente que por medio de la modelación se evalúen distintos escenarios probables de ocurrencia, incluyendo la variabilidad estacional del nivel de saturación del suelo hídrico. Para ello, se debe considerar las **condiciones más desfavorables** posibles de ocurrir, como, por ejemplo, la contaminación del suelo producto de infiltraciones provenientes del proyecto en estudio. Para esto es necesario realizar una modelación para los casos con y sin proyecto, con lo que se podría evaluar el impacto en forma cuantitativa.

Cuando la descripción del impacto predicho por el modelo y contrastado con conocimiento de fisiología vegetal de las especies presentes en el Al, indique que las condiciones biogeoquímicas del suelo hídrico **no permitirán la presencia, regeneración y desarrollo de las especies vegetacionales y sus comunidades asociadas, entonces se considera como un impacto significativo** en su cantidad y calidad sobre el OP suelo, que además afecta la biodiversidad de flora y fauna.

3.

Caso 2: Impacto por depósito de residuos o sólidos en suspensión sobre el suelo hídrico

En un proyecto donde se requiera verter efluentes en aguas superficiales como es el caso de pisciculturas y de otras empresas de procesamiento de alimentos, el FGI corresponde al vertimiento de estos efluentes tratados al río, conteniendo sólidos en suspensión que contribuyen a la formación de depósitos de limos. Además, estos pueden tener un efecto negativo sobre la función y estado de las branquias de los peces, comprometiendo el intercambio de oxígeno, la transferencia de gases y propiciando el asentamiento de patógenos.

En el caso del suelo hídrico (lecho y riberas del río) se genera una serie de impactos. En cuanto a la cantidad del componente, se ve un aumento de este por la precipitación de sedimentos aportados, produciendo un reemplazo de la capa superior del lecho. Por otro lado, se genera un efecto negativo en la calidad del suelo cambiando el pH, el potencial redox (ORP), la conductividad eléctrica, entre otros atributos. Lo anterior induce a una modificación del ecosistema, teniendo consecuencias en la calidad del hábitat que este provee para distintas especies de macroinvertebrados y diatomeas bentónicas, las cuales tienen una función primaria dentro del ecosistema.

Para determinar la significancia del impacto se debe realizar una caracterización de calidad del cuerpo receptor; no solo del agua, sino también del suelo que compone el lecho del río. Para ello es importante levantar información sobre las propiedades físicas y químicas, tales como porosidad, conductividad eléctrica, pH, color, densidad, textura, profundidad, granulometría,

materia orgánica, régimen de saturación (permanente, intermitente, nivel freático en estación seca) y presencia de horizonte impermeable.

Es necesario conocer cuál es la composición del suelo del cuerpo receptor, así como también su calidad desde un aspecto biológico, dado que se busca preservar el hábitat del ecosistema que este sustenta. Adicionalmente, se debe generar una descripción general del AI o línea base del agua del cuerpo receptor, enfocado a la cantidad y la calidad de los parámetros físicos, químicos y biológicos del agua.

Para evaluar el impacto de la descarga de efluentes se debe realizar el siguiente monitoreo:

1. Calidad de agua de la descarga, incluyendo parámetros físicos, químicos y microbiológicos (incluyendo la cantidad de sólidos suspendidos y sedimentables totales de la descarga).
2. Calidad de agua del cuerpo receptor aguas arriba de la descarga (parámetros físicos, químicos y microbiológicos).
3. Calidad del agua en el cuerpo receptor aguas abajo de la descarga para toda el área de influencia (parámetros físicos, químicos y microbiológicos).
4. Medición de propiedades físicas, químicas y microbiológicas del lecho del río para toda el área de influencia.

De acuerdo con el artículo 6º del Reglamento del SEIA las **normas de emisión vigentes** deben ser consideradas para efectos de predecir los impactos sobre los recursos naturales renovables, y ante la falta de tales normas se podrán utilizar **normas de referencia**.

Los tres primeros puntos deben incorporar como mínimo todo lo necesario para dar cumplimiento a la normativa específica (DS N°90/2000 del Minsegpres) que regula todo tipo de descargas de residuos líquidos provenientes de fuentes emisoras a aguas marinas y continentales superficiales.

El cuarto punto está enfocado en mantener el hábitat que proporciona el suelo hídrico al ecosistema que recibe. La **temporalidad de las muestras** estará regida por la misma normativa mencionada, o en su defecto, la temporalidad estará regida según la época de mayor o menor expresión del OP, o las épocas de mayor contraste.

Un cambio en la calidad y la cantidad del suelo afectado por una descarga de residuos proveniente de una piscicultura podría incurrir en un impacto significativo sobre la calidad y cantidad del agua superficial. Esto se debe evaluar de acuerdo con la caracterización del AI y dado que este es el medio que transporta los residuos, se debe generar una evaluación del impacto del proyecto sobre este componente.

3.2 Agua

El agua en los humedales se puede categorizar y analizar por unidades hidrológicas, en donde el agua superficial y el agua subterránea se encuentran en continua interacción e interdependencia. La calidad y cantidad de agua están sujetas a variaciones tanto espaciales como temporales, las cuales deben ser atendidas para predecir y evaluar los impactos de un determinado proyecto.

Dado que el agua es el principal medio estructurante y controlador en los ecosistemas de humedal, es particularmente relevante considerar lo señalado en el artículo 6º del Reglamento del SEIA, es decir, verificar si “(...) se alteran las condiciones que hacen posible la presencia y desarrollo de las especies y ecosistemas”. Específicamente, la evaluación de impactos debe considerar lo indicado en la letra c) respecto de “*La magnitud y duración del impacto del proyecto o actividad sobre el suelo, agua o aire en relación con la condición de línea de base*” y la letra g) respecto de:

- El impacto generado por el volumen o caudal de recursos hídricos a intervenir o explotar.
- El impacto generado por el transvase de una cuenca o subcuenca hidrográfica a otra.
- El impacto generado por ascenso o descenso de los niveles de aguas subterráneas y superficiales.

La evaluación debe considerar siempre la magnitud de la alteración en:

- Cuerpos de aguas subterráneas que contienen aguas fósiles en el AI.
- Cuerpos o cursos de aguas en que se generen fluctuaciones de niveles.
- Vegetación azonal, como vegas o bofedales, que pudieren ser afectadas por el ascenso o descenso de los niveles de aguas en el AI.
- Áreas o zonas de humedales, incluyendo estuarios y turberas que pudieren ser afectadas por el ascenso o descenso de los niveles de aguas subterráneas o superficiales en el AI.
- La superficie o volumen de un glaciar susceptible de modificarse.

En línea con los tres criterios generales para evaluar la significancia de impactos y de manera concordante con el Reglamento de la Ley de humedales urbanos⁴⁰, en el caso del componente hídrico se deben tener en consideración los siguientes criterios mínimos que permiten mantener el régimen hidrológico y superficial de los humedales.

i. Mantención del régimen y conectividad hidrológica de los humedales⁴¹, lo cual a su vez permite sostener⁴²:

40 Tales criterios son establecidos en la letra b) del artículo 3º del Reglamento de humedales urbanos.

41 Referencia artículo 3º, letra b) i. del Reglamento de Humedales Urbanos.

42 La “Guía área de influencia en humedales en el SEIA” (SEA, 2023a) profundiza en torno a los conceptos de cuenca hidrológica, régimen hidrológico, balance hídrico y otros conceptos relevantes relacionados al componente hídrico.

- 3.
- El régimen hidrológico.
 - El balance hídrico, en específico el volumen de entrada, acumulación y salida de agua desde y hacia el humedal.
 - Los patrones de inundación, procurando evitar la modificación de la cantidad, niveles y volumen de agua, su estacionalidad, el régimen de sedimentos y la conectividad hidrológica dentro y entre humedales adyacentes, y entre el agua superficial y subterránea que lo constituye.
 - Mantención de la calidad⁴³ de los recursos hídricos existentes y los flujos y patrones de disponibilidad del agua que sustenta estos ecosistemas, incluyendo el caudal ambiental necesario para su conservación y la mantención de los humedales⁴⁴.

Este último criterio se aplica en el marco de un enfoque de **manejo integrado de recursos hídricos** superficiales y subterráneos, siendo esta forma de gestión una base para su conservación, pues tiene en cuenta al humedal como parte de un sistema más amplio e interconectado hidrológicamente.

Cabe señalar, respecto del caudal ambiental necesario para la conservación y mantención de los humedales, que en el SEIA se puede definir un caudal ambiental distinto al caudal ecológico mínimo considerando factores técnicos ecológicos, sociales hidrológicos u otros.

Este caudal ambiental en ningún caso podrá ser menor que el caudal ecológico mínimo.

Para mayor detalle se recomienda profundizar en el estudio del Decreto Supremo N°14, de 2012, del Ministerio del Medio Ambiente y sus modificaciones, que aprueba el Reglamento para la determinación del caudal ecológico mínimo, así como también de la “Guía Metodológica para determinar el caudal ambiental para centrales hidroeléctricas en el SEIA” (SEA, 2016).

3.2.1 Aguas subterráneas

En la evaluación de impacto ambiental en aguas subterráneas, a modo de introducción y sin ser una lista exhaustiva, se pueden identificar impactos sobre la cantidad de aguas, como por ejemplo el cambio en el patrón de infiltración y recarga, alteración de flujos subterráneos pasantes, cambios en los niveles de agua, cambio en el volumen embalsado, y también impactos sobre la calidad de aguas, es decir, cambios en las propiedades físicas, químicas y biológicas de esta. Cada uno de estos impactos pueden generar afectaciones indirectas sobre los humedales⁴⁵.

⁴³ Entendiendo la calidad como la caracterización de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua.

⁴⁴ Referencia artículo 3º, letra b) ii. del Reglamento de Humedales Urbanos.

⁴⁵ La “Guía área de influencia en humedales en el SEIA” (SEA, 2023a) profundiza sobre los impactos diversos tipos de impactos en humedales.

Algunos ejemplos de los efectos adversos que podrían clasificarse como impactos significativos se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Ejemplos de efectos adversos que podrían ser impactos significativos en aguas subterráneas

OBRA DE PROYECTO	IMPACTOS IDENTIFICADOS
Campo de pozos de bombeo	<ul style="list-style-type: none"> Alteración de los niveles de agua subterránea.
Tranque o depósito de relaves	<ul style="list-style-type: none"> Cambio en régimen de recarga al acuífero. Cambios en la calidad del agua subterránea por infiltraciones provenientes al tranque o depósito de relaves.
Impermeabilización de suelos	<ul style="list-style-type: none"> Alteración de los niveles de agua subterránea por disminución de la infiltración.

En general, los impactos presentados en la tabla anterior se identifican mediante un modelo numérico y podrían ser significativos ya que incurren en cambios que alteran la condición de las aguas subterráneas y su capacidad de proveer de agua en cantidad y calidad a ecosistemas dependientes. Además, para evaluar la significancia es necesario analizar los impactos en función de los criterios descritos en la sección 2 de la presente Guía, esto es:

- **Permanencia** del OP: por ejemplo, si se extrae agua mediante un pozo de bombeo y la cantidad de agua extraída es mayor a la recarga natural, entonces no se podrá asegurar la permanencia del recurso.
- **Regeneración** del OP: por ejemplo, si se realiza impermeabilización del suelo que no permita la recarga de acuíferos, entonces se verá afectada la capacidad de regeneración del recurso.
- **Condiciones** que hacen posible el desarrollo del ecosistema: por ejemplo, en el caso de que un acuífero esté siendo contaminado con aguas infiltradas desde un relave y además estas aguas estén alterando la calidad de aguas de un humedal, entonces se verán perjudicadas las condiciones que hacen posible la presencia y desarrollo de especies y ecosistemas.

Caso 3: Impacto sobre la calidad del agua de acuífero conectado a humedal

En un proyecto que se diseñe la operación de un depósito de relaves, el FGI sería la construcción y operación del tanque propiamente tal. En general, parte del agua contenida en el relave se infiltra hacia el suelo. En principio el agua se aloja en la zona no saturada del suelo, sin embargo, eventualmente infiltra a la zona saturada alcanzando el acuífero (que en este caso se asumirá un acuífero libre), afectando el OP aguas subterráneas. En este caso, el acuífero presenta afloramientos en un humedal aguas abajo, el cual también se vería afectado por la infiltración de las aguas del relave.

Para el análisis del impacto se debe desarrollar una caracterización del recurso hídrico de acuerdo con lo señalado en los documentos "Guía área de influencia de humedales en el SEIA" (SEA, 2023a), "Criterio de evaluación en el SEIA de contenidos técnicos para la evaluación ambiental del recurso hídrico" (SEA, 2022a) y "Guía área de influencia en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental" (SEA, 2017). Además, en la "Guía para el uso de modelos de aguas subterráneas en el SEIA" (SEA, 2012) se detallan diversas fuentes de información relacionada al ámbito hidrogeológico, hidrológico e hidrogeoquímico.

La información conceptual recolectada y levantada para la caracterización del sistema puede ser representada a través de un modelo numérico de aguas subterráneas que simule el flujo en el medio poroso, los niveles piezométricos y la pluma de contaminantes de requerirse. Esta herramienta permite predecir los efectos que podría generar sobre el humedal la infiltración del relave en términos de cantidad y calidad, determinando así la significancia del impacto. Sobre la construcción de estos modelos se puede consultar la "Guía para el uso de modelos de aguas subterráneas en el SEIA" (SEA, 2012).

Como en este caso se vería afectado el humedal debido a un cambio en el régimen de recarga al acuífero, y en la calidad de las aguas subterráneas; se puede deducir que el impacto afecta la **permanencia y la condición** de las aguas subterráneas, pudiendo llegar a ser calificado como significativo tanto sobre el OP recurso hídrico, como también otros OP del humedal que dependan de este. Esta afectación puede ser tanto en cantidad como en calidad de las aguas del humedal, y por tanto alterar el ecosistema humedal soportado por las aguas.

3.2.2 Agua superficial

Caso 4: Impacto sobre la calidad del agua superficial

Las descargas de efluentes provenientes de procesos industriales o domiciliarios pueden causar un impacto sobre la calidad del agua superficial en un humedal, pudiendo presentar un impacto incluso varios kilómetros aguas abajo de la descarga.

Este impacto se produce por vertimiento de compuestos y sustancias a los humedales, lo que puede traducirse en una disminución del oxígeno disuelto, cambio en el régimen térmico, aumento de la carga orgánica en el agua, alteración del pH, aumento de la concentración de elementos tóxicos, entre otros impactos.

Este FGI es común en efluentes del tratamiento de las aguas provenientes de procesos industriales como pisciculturas, agroindustria, efluentes de plantas de tratamiento de aguas servidas (PTAS), entre otros.

De acuerdo con lo establecido en el artículo 6º letra d) del Reglamento del SEIA, 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.” En caso de que no exista una norma de calidad ambiental vigente, el titular puede proponer justificadamente otra norma internacional.

En cualquier caso, **el solo cumplimiento de alguna normativa de referencia no garantiza el descarte de impactos significativos sobre los OP**. Para ello se debe caracterizar el AI de tal forma de conocer las necesidades de calidad de agua de los diferentes objetos de protección y dar cumplimiento a esos estándares.

Es importante tener conocimiento del comportamiento histórico y estacional (de preferencia a nivel mensual) de los parámetros fisicoquímicos y biológicos que comprende la norma y aquellos que componen la descarga del proyecto en sí. En el caso que no existan registros de los parámetros fisicoquímicos, será necesario diseñar una campaña de muestreo que se realice con una frecuencia y duración dependiente de las características particulares, tanto de la descarga como del humedal receptor de dicha descarga. Las características de esta campaña de obtención de información deben ser fundamentadas por el titular y acordes a la caracterización de ecosistemas acuáticos realizados para la descripción del AI. De esta forma, es importante verificar que bajo la condición actual la norma no sea superada y evaluar si las condiciones de base son apropiadas para los componentes ambientales o si existe algún grado de afectación.

La predicción del impacto se debe realizar mediante herramientas de modelación que incluyan las condiciones actuales y escenarios futuros de la hidrodinámica, el transporte de sedimentos y la dispersión de contaminantes en análisis. Debe quedar claramente demostrado que el o los modelos utilizados para evaluar los efectos de las descargas den cuenta de los fenómenos propios del cuerpo de agua (hidrología, hidráulica, relaciones río-acuífero, morfología de cauces y procesos de mezcla y dispersión) en el cual se pretenden realizar dichas descargas, describiendo y justificando cada una de las variables y parámetros que sean utilizadas en las modelaciones, así como también indicando la metodología de cálculo de todos los datos de entrada al modelo que hayan sido consideradas.

Es conveniente que por medio de la modelación se evalúen distintos escenarios probables de ocurrencia, tanto en su descarga como en el cuerpo receptor. Para ello se deben considerar las condiciones más desfavorables posibles de ocurrir. Se recomienda atender aquellos escenarios en donde el caudal del cuerpo receptor sea menor, como por ejemplo el caudal ecológico o ambiental (se recomienda revisar publicación "Guía Metodológica para Determinar el Caudal Ambiental para Centrales Hidroeléctricas en el SEIA", SEA, 2016) o bien el caudal de estiaje, usualmente definido como el caudal asociado a una probabilidad de excedencia de 95%. Además, será necesario considerar las condiciones en las cuales las descargas generen una condición desfavorable en el cuerpo receptor, por ejemplo, mayor caudal de descarga o mayor concentración de los parámetros de calidad del agua en la descarga. Este análisis deberá ser realizado para cada uno de los parámetros de la descarga que estén contenidos en la NSCA. Para ello es necesario que se tenga conocimiento del régimen de caudal, los posibles cambios en los caudales a causa del cambio climático, la variación estacional de los parámetros de calidad del agua del cuerpo receptor, así como realizar una descripción de la descarga proyectada.

Cuando la predicción de la concentración de los parámetros de calidad del agua, ya sea que hayan sido desarrollados mediante una modelación u otros mecanismos, resulte en concentraciones de los parámetros que excedan los límites de las normas de calidad ambiental (como por ejemplo la NSCA), en al menos uno de los escenarios evaluados, se entiende que hay ocurrencia de impactos significativos a la calidad del agua superficial.

El cumplimiento de la norma de emisión no asegura la aprobación ambiental del proyecto, puesto que en caso del cumplimiento de normas que son de aplicación para todo el territorio nacional, estas suelen no considerar las particularidades de cada lugar o territorio. Por este motivo puede ocurrir que, a pesar de cumplir con los límites fijados por dicha norma, igualmente genere efectos adversos significativos en el humedal. En consecuencia, que el proyecto acredite el cumplimiento de la norma ambiental vigente, no necesariamente implica que no genere impactos significativos.

Teniendo en consideración las interacciones que se producen entre los componentes que forman parte de los humedales (relaciones tróficas, interacciones interespecíficas e intraespecíficas de las comunidades y poblaciones ecológicas, interacciones bioquímicas, entre otras), es necesario tener en cuenta que **la afectación de la calidad del agua tendrá repercusiones sobre otros componentes ambientales del humedal, pudiendo generar otros efectos adversos significativos.**

Por ejemplo, podría suceder que por las características de una sustancia que se descarga y por las del cuerpo receptor se genere una concentración de oxígeno disuelto menor a las que permite la sobrevivencia de especies ícticas dulceacuícolas, alterando las condiciones que hacen posible la presencia y desarrollo de estas especies.

Reconociendo susceptibilidades diversas de cada especie asociada al humedal y la dificultad de conocer las condiciones de calidad del agua en las cuales se generan efectos adversos significativos, es recomendable **definir y justificar especies bioindicadoras** que, por su condición de mayor sensibilidad, estado de conservación, o representatividad de cierta categoría

de biota circundante, permitan direccionar dicho análisis para hacerlo metodológicamente abordable. Tales especies bioindicadores reflejarían el estado en el cual se encuentra el humedal, permitiendo tomar medidas más efectivas.

3.3 Flora y vegetación

En el caso de la flora y vegetación es importante reportar las especies presentes en el AI, sus categorías de conservación y también los estados de desarrollo que mantienen estables las condiciones de sucesión vegetacional en sitio. En la predicción y evaluación de impactos ambientales se reconocen los siguientes pasos como fundamentales:

- Identificación de la flora y vegetación presentes y sus singularidades.
- Determinación de los insumos de información necesarios relativos a vegetación y flora, y sobre las partes, obras, o acciones del proyecto.
- Análisis espacialmente explícito sobre la interacción de las partes, obras, o acciones del proyecto con la vegetación y flora. Indicando todas las superficies a intervenir, aquellas que incluyen corte y descepado, así como aquellas que afectarán la formación vegetal.

Se entiende por “**singularidades ambientales**” aquellas características propias de un componente ambiental ubicado en un determinado territorio que lo distinguen del mismo componente en otro sitio, dado su carácter único, representativo, vegetación azonal, relictual, de escasez, fragilidad, estado de amenaza, o bien por la relevancia crítica o estructural que este tiene respecto del funcionamiento de un sistema ambiental, entre otros de acuerdo con las guías SEA, 2015 y CONAF, 2020.

Ejemplos concretos y normados respecto de tales singularidades los ofrecen los instrumentos de clasificación de especies en estado de conservación, las áreas bajo protección oficial, los monumentos nacionales, entre otros. Por cierto, el valor simbólico o el uso que un grupo humano le dé a determinados componentes ambientales con los que interactúa también puede ser considerado un atributo de singularidad, a pesar de que ello no tenga una protección legal.

La flora y vegetación dentro del humedal, puede verse afectada o alterada por diversos tipos de impactos, entre ellos, cambios en la composición de especies producto de cambios en hidromorfismo del suelo, la alteración del estado fisiológico de la vegetación producto del depósito de polvo en suspensión, cambios en la composición de especies asociados por el efecto borde, la modificación de la estructura de la vegetación (porcentaje de herbáceas, arbustos, hidrófila, macrófitas) por introducción de especies exóticas invasoras, entre otras.

Es relevante considerar que un impacto sobre la flora y vegetación puede conllevar a sucesivos impactos sobre el ecosistema y una consecuente pérdida de biodiversidad y sus atributos. Esto a razón de que la flora está constituida por organismos autótrofos que se encuentran en la base de la cadena trófica y constituyen, por tanto, un pilar del ecosistema.

Es necesario considerar además que la pérdida o alteración de la flora y la vegetación debe integrar en su determinación de significancia los riesgos climáticos asociados a la [pérdida de flora por cambios de precipitación](#) y por [cambios de temperatura](#). De acuerdo con el Atlas de Riesgo Climático (ARClim) del Ministerio de Medio Ambiente, el riesgo climático se clasifica en 5 categorías: muy bajo, bajo, moderado, alto y muy alto. De existir un riesgo moderado, alto o muy alto será necesario profundizar en la amenaza climática utilizando el [Mapa de especies en ARClim](#), el cual muestra, por especie, la probabilidad de presencia proyectada en función del clima. La magnitud calculada del impacto negativo del proyecto debe reflejar y verse aumentada en función de la disminución de la probabilidad de presencia de cada especie impactada, en particular para aquellas en estado de conservación, dominantes del ecosistema, indicadoras de condición o para aquellas que sean descritas como un recurso escaso, único o representativo.

En esta sección se presentan dos casos para exemplificar el criterio general de permanencia y los criterios específicos de a) recursos propios, escasos, únicos y representativos, b) biodiversidad y c) especies clasificadas según estado de conservación.

Para ver en mayor detalle los aspectos de la caracterización de la flora y vegetación puede revisar la “Guía de área de influencia en humedales en el SEIA” (SEA, 2023a), “Descripción de los componentes suelo, flora y fauna de ecosistemas terrestres en el SEIA” (SEA, 2015) y “Guía de evaluación ambiental: componente vegetación y flora silvestre de competencia del SAG” (SAG, 2021), o las guías que las remplacen.

Caso 5: Impacto de pérdida de especies clasificadas según estado de conservación por acondicionamiento del terreno

Las obras o actividades que implican acondicionamiento del terreno constituyen un FGI para la flora y vegetación. Este se realiza usualmente en la fase de construcción de casi todas las tipologías de proyectos, entre ellos los de generación eléctrica, turísticos, inmobiliarios, pecuarios, mineros, entre otros. Esta puede originar una alteración radical de los atributos del OP vegetación azonal característica del humedal.

En cuanto a la descripción del AI y a la evaluación de los impactos generados sobre la vegetación, se deben identificar y clasificar las especies presentes en el AI, indicando su abundancia, distribución, entre otros, según lo indicado en la “Guía áreas de influencia en humedales en el SEIA” (SEA, 2023a). Esta identificación y clasificación permitirá conocer su nivel de vulnerabilidad y reconocer si el proyecto afectará al menos una de las especies catalogadas en estado de conservación en el AI.

En caso de que alguna de las especies afectadas esté clasificada En peligro crítico (CR), En peligro (EN) o Vulnerable (VU) es considerado como **recurso escaso**. Es importante indicar que la flora y vegetación podría presentar más de una cualidad que la identifique como recurso escaso,

por ejemplo, ser considerada como flora reliquia, o de distribución geográfica restringida. En el caso que existan especies no clasificadas según el Reglamento de Clasificación de Especies, podrán considerarse otras propuestas técnicas. Cabe destacar también, que la afectación de especies en categoría de conservación podría alterar la biodiversidad del sitio en términos de su composición.

Por otra parte, en virtud del artículo 37 de la Ley N°19.300, las especies clasificadas pueden tener vigentes planes de recuperación, conservación y gestión, los cuales deben ser compatibles con las obras y acciones propuestas por el proyecto.

Caso 6: Impacto en la flora y vegetación por descenso del nivel freático

La vegetación asociada a los humedales se caracteriza por depender de la disponibilidad de agua, por lo tanto, la flora dominante está constituida por especies hidrófilas (plantas acuáticas y palustres), acompañadas en ocasiones por plantas asociadas a condiciones de humedad o higrófilas. En consecuencia, la disminución de la disponibilidad del agua afectará negativamente a los individuos de plantas de este tipo.

En este caso se analizan los impactos de las actividades implicadas en la continuidad operacional de un proyecto minero que considera la extracción de agua de un acuífero. La mayoría de las actividades que pueden generar impactos se localizan en el sector de la mina propiamente tal, y además se identifica otro lugar donde se instalarán los pozos de extracción de agua, que se ubica a unos 30 km de una zona de lagunas y vegas. Estas formaciones de vegas son formaciones azonales, puesto que dependen de la humedad local, en este caso relacionada al nivel freático. Alrededor de la zona de lagunas se encuentra vegetación de tipo riparia.

La extracción de agua subterránea alterará el nivel freático, por lo que se debe estimar el descenso de este en el área de influencia mediante modelos de predicción (ver “Guía para el uso de modelos de aguas subterráneas en el SEIA”, SEA, 2012), lo que incluye el área del cono de depresión generado por los pozos de extracción. Además, se debe estimar la duración del impacto, considerando los efectos a mediano y largo plazo que se puedan occasionar en el acuífero producto de esta actividad.

Para evaluar la significancia del impacto se deben tener en cuenta distintos factores relacionados a los criterios generales y específicos, y las particularidades de la vegetación y flora afectada. En relación con el último punto, las vegas de este sector se consideran como un recurso **único y representativo**, por ser vegetación de tipo azonal y por ser biota de humedal en zona semiárida. Si el descenso del nivel freático alcanzara el sector de vegas y lagunas, se afectaría la capacidad de permanencia de la vegetación, puesto que dependen directamente del recurso hídrico proveniente de las aguas subterráneas. En este caso también se alterarían las condiciones que hacen posible la presencia de especies hidrófilas y la fauna asociada al ecosistema, como aves y anfibios, los cuales dependen de este lugar como refugio.

y zona de reproducción. De esta manera se podría estar afectando la biodiversidad a nivel ecosistémico en términos de función, configurándose un impacto sobre la biodiversidad.

Debido a los motivos anteriores, los efectos serían considerados como un impacto significativo, que daría origen a la necesidad de presentar un EIA.

3.4 Fauna

En el caso de la fauna también es importante conocer las especies presentes en el AI y sus categorías de conservación, debiendo tener en consideración para la predicción y evaluación de impactos lo siguiente:

- Identificación de fauna presente y hábitats o biotopos singulares o de interés para la fauna.
- Análisis espacialmente explícito sobre la interacción entre las obras, partes o acciones del proyecto y las unidades espaciales relativas a la fauna presente en el humedal.
- Listar cuales son los impactos generados por el proyecto y establecer, en su descripción, el asunto clave que constituye el foco del impacto identificado o establecido.
- Cronograma de actividades del proyecto y cómo estas se relacionan con los ciclos de vida de las especies, considerando especialmente su reproducción y migración.

La fauna dentro de un humedal puede verse afectada, entre otras causas, por la pérdida de individuos o ejemplares de una población, pérdida o modificación de su hábitat, perturbación o desplazamiento de fauna, en especial durante sus etapas reproductivas y migratorias, a raíz de las operaciones que se pretenden realizar en el AI, alteración de relaciones tróficas por la introducción de especies depredadoras o especies exóticas invasoras, entre otras.

Se debe considerar también que la alteración y pérdida de la fauna son impactos a los que se debe evaluar su significancia en vista de los riesgos climáticos presentes en el área de influencia. Para realizar esta evaluación se debe estudiar la proyección de [pérdida de fauna por cambios de precipitación](#) y por [cambios de temperatura](#) entregada por la herramienta ARCLim. De acuerdo con esta herramienta, este riesgo climático se clasifica en 5 categorías: muy bajo, bajo, moderado, alto y muy alto. De existir un riesgo moderado, alto o muy alto será necesario profundizar en la amenaza climática utilizando el [Mapa de especies](#). La magnitud calculada del impacto negativo del proyecto debe reflejar y verse aumentada en función de la pérdida de probabilidad de presencia de las especies de fauna según lo proyectado en el Mapa de especies. Se debe verificar esta probabilidad para cada especie impactada, en particular para aquellas en estado de conservación, clave del ecosistema, indicadoras de condición o para aquellas que sean descritas como un recurso escaso, único o representativo⁴⁶.

⁴⁶ Véase definición de un “recurso escaso, único o representativo” en la “Guía de evaluación de efectos adversos sobre recursos naturales renovables” (SEA, 2023b).

En esta sección se presentan dos casos de impactos sobre fauna, exemplificando respecto de la aplicación del criterio general de permanencia y los criterios específicos de a) recursos propios, escasos, únicos y representativos, b) biodiversidad y c) especies clasificadas según estado de conservación.

Caso 7: Impacto de pérdida de biodiversidad de fauna por acondicionamiento del terreno

El acondicionamiento del terreno es uno de los FGI que más transversalmente ejecutado en las diversas tipologías de proyecto. Este puede afectar de manera amplia a los diversos componentes ambientales presentes en humedales y provocar una cascada de efectos con alteraciones sobre la fauna presente. Las alteraciones o efectos pueden expresarse en distintos niveles de organización biológica, desde una alteración de los sitios de alimentación, sitios de nidificación (reproducción), sitios de madrigueras o refugios, pérdida de individuos o poblaciones, pérdida de la conectividad biológica tanto en el mismo humedal como con otros humedales adyacentes, entre otros.

La alteración de mayor relevancia es la pérdida de biodiversidad, que afecta de manera estructural a la trama trófica y consecuentemente al funcionamiento de la comunidad en el humedal, en detrimento también de los SSEE que ofrece.

Para evaluar el número de especies y estimar un número de individuos presentes, se debe realizar la caracterización de los atributos del área de influencia y sus singularidades, teniendo la información que se precisa para aplicar los criterios de evaluación señalados en el capítulo 2 de esta Guía. De igual forma, se deben identificar las **especies clave dentro de esta comunidad, grupos funcionales y roles ecológicos**, tanto de las especies sésiles como las móviles, distinguiendo los sitios de descanso para especies migratorias. Se deben atender los descriptores generales comentados en la “Guía área de influencia de humedales en el SEIA” (SEA, 2023a) (localización, riqueza de especies, clasificación según estado de conservación basado en el Reglamento para la Clasificación de Especies, endemismo y distribución) y tener presente lo mandatado por el “Criterio de evaluación en el SEIA: Criterios técnicos para campañas de terreno de fauna terrestre y validación de datos” (SEA, 2022d).

Considerando la caracterización realizada, es necesario analizar las interacciones posibles entre el FGI y la fauna. En este caso, el estudio de la **alteración del hábitat** debe evaluar:

- la resiliencia de la comunidad faunística,
- la capacidad para mantener su estructura y sostener la trama trófica,
- la existencia y relevancia de especies endémicas, la capacidad de adecuación biológica de especies clave y migratorias, la permanencia de especies que conforman hábitat al dar refugio o alimento a otras especies.

La introducción de una obra o acción del proyecto puede generar cambios más allá del umbral natural de la biota, con un impacto en la salud del medio ambiente. Respecto a lo anterior, la selección de la **escala espaciotemporal** de la evaluación es muy relevante: cambios a nivel comunitario son útiles para establecer la condición del ecosistema y para revelar daños, sin embargo, las respuestas a este nivel de organización biológico/ecológico están influenciadas por procesos que operan en diferentes escalas espaciotemporales, lo que dificulta el establecer relaciones de causa-efecto. La **comprensión de las causas** es crucial para una posible restauración o protección de los ecosistemas de humedal.

Por otro lado, el estudio de la fauna a nivel de parámetros poblacionales, a nivel de respuestas individuales, y aún con más detalle, a nivel de tejido (variables fisiológicas y bioquímicas), ha demostrado ser una herramienta adecuada para proporcionar evidencia sobre los efectos de los impactos, tanto en Europa como en Norteamérica (Ver referencias en Chiang et al., 2014). Los resultados a estos tres niveles ofrecen una señal de alerta de riesgo ambiental para la ictiofauna, sin embargo, en estos se puede evidenciar las alteraciones al medio, considerando un efecto cascada que afecta primero a los otros OP. Por ejemplo, si se modifica la calidad del agua superficial cambia la comunidad bentónica y planctónica alterando la calidad del agua, y consecuentemente los SSEE de provisión, regulación, soporte y culturales. Por lo tanto, la ictiofauna proporciona un valor para los programas de seguimiento, considerados bioindicadores de la salud de los ecosistemas. De ahí la relevancia de caracterizar adecuadamente la situación base y/o control, **tanto de la población bioindicadora como del estado del hábitat que la sustenta**.

Caso 8: Capacidad de permanencia por modificación de cauce

La modificación del cauce natural⁴⁷ es un FGI que genera diversas alteraciones al medio, tales como cambios en la hidrodinámica, la granulometría del lecho, el régimen sedimentológico, las planicies de inundación y otras variables fisicoquímicas. Cambios en estas últimas provocan efectos no solo en el hábitat disponible para especies bentónicas y peces, sino que también presentan potenciales consecuencias en la fauna de carácter fisiológico o conductual. Es más, la respuesta estacional de muchas de estas especies está acoplada y es modulada por los cambios estacionales en el caudal (y todos los factores ambientales asociados).

La modificación de cauce conlleva impactos sobre el componente fauna íctica, afectando recursos y procesos ecológicos tales como:

- Ciclos biogeocíclicos
- Pérdida de conectividad ecológica⁴⁸

⁴⁷ En el inciso primero del artículo 30 del D.FL. N°1.122, de 1981, del Ministerio de Justicia, Código de Aguas, se establece que el álveo o cauce natural de una corriente de uso público es el suelo que el agua ocupa y desocupa alternativamente en sus crecidas y bajas periódicas.

⁴⁸ Se entenderá como conectividad a la capacidad de las poblaciones de una especie a interactuar entre ellas.

- Modificación o pérdida de hábitat
- Alteración física y química de los sedimentos
- Alteración de meso hábitat

Todas estas alteraciones pueden modificar:

- Áreas de alimentación
- Áreas de reproducción y desove
- Áreas de refugio
- Sitios de migración

Todos los impactos anteriormente mencionados afectan procesos ecofisiológicos de los individuos de las poblaciones presentes, como la interacción con el medio o aumento del estrés, teniendo como consecuencia una pérdida de individuos.

3.

Para la caracterización de la fauna, en este caso se deben tener en consideración todas las especies acuáticas presentes, lo que incluye el zooplancton, macroinvertebrados bentónicos, anfibios y peces. Posiblemente, especies semiacuáticas, como mamíferos y aves, también se pueden ver afectadas por una menor disponibilidad de alimento o refugio, por lo que la caracterización debe tener en cuenta la cadena trófica y el hábitat.

Para evaluar su impacto es necesario caracterizar de forma detallada la fauna acuática y la fauna terrestre asociada, identificando todas las especies presentes y su estado de conservación. También son clave los requerimientos de caudal dentro de su ciclo de vida y la caracterización de los sustratos que requieren dichas especies para su desarrollo, crecimiento y reproducción.

Considerando la descripción de los OP, las AI y el o los FGI, se debe evaluar si la comunidad tiene la capacidad de permanencia durante el tiempo que dure esta alteración del cauce, y si la comunidad posee una resiliencia que le permita mantener su estructura y funcionalidad, para así sostener la trama trófica, procesos ecológicos y por consecuencia, los SSEE. Ejemplos de metodologías para realizar estas evaluaciones podemos encontrarlas en varios países como Canadá (Munkittrick, 2004; Lowell *et al.*, 2005), Estados Unidos (Sepúlveda *et al.*, 2002; Theodorakis *et al.*, 2006), y Suecia (Sandström y Neuman, 2003). En Chile no existe una normativa que regule estos procesos, sin embargo, es posible comparar los valores de capacidad de permanencia o valores de resiliencia establecidos en distintos países (ver revisión de Chiang *et al.*, 2014).

Como ya se ha mencionado, los humedales son ecosistemas altamente dinámicos y heterogéneos, capaces de albergar una gran biodiversidad de especies hidrobiológicas, así como semiacuáticas y terrestres, con una alta interdependencia (Habit *et al.*, 2019). El plancton (microalgas y zooplancton), los invertebrados bentónicos y los peces son especies que requieren especial atención en los humedales, dado que son cruciales para el funcionamiento de estos ecosistemas, para el balance de energía y nutrientes dentro de los humedales, así como proveedores de SSEE. Entre los SSEE que entregan se encuentran el control de plagas, aprovisionamiento de agua limpia, alimento, entre otros.

De esta forma, la posible desaparición o modificación de grupos de organismos bentónicos, por los procesos que llevan a cabo como la alimentación por filtración o la bioturbación⁴⁹ que ayudan al ciclo de nutrientes a través del ecosistema (Gray y Elliott, 2009, Queirós et al., 2013), pueden provocar una serie de efectos *bottom-up*, alterando la calidad de agua o de sedimentos. Invertebrados y peces que consumían nutrientes y partículas de la columna de agua mediante el uso de energía derivada del fitoplancton, y que pueden desaparecer, ya no podrán efectuar esta función y la calidad de aguas se deteriorará. De igual forma, los gránulos fecales que antes se hundían al sedimento será cada vez menor (Lindahl et al., 2005, Riisgård et al., 2011). La alteración de grupos de invertebrados de infauna de sedimentos blandos puede alterar procesos de bioirrigación⁵⁰ y bioturbación, alterando los procesos y ciclo de materia orgánica en el sedimento que podrían eliminar exceso de nutrientes del ecosistema, deteriorando la calidad de estos fondos (Gray y Elliott, 2009).

3.5 Ecosistema

Un primer criterio general para la evaluación de los impactos a nivel de ecosistema es la relevancia de los sitios involucrados en cuanto a su prioridad de protección a nivel de país. Para ello la División de Recursos Naturales y Biodiversidad del MMA elaboró un **mapa de relevancia de ecosistemas acuáticos continentales** (Figura 4), que se encuentra disponible en su [Geoportal SIMBIO](#). Este mapa entrega categorías de relevancia de los ecosistemas acuáticos continentales del país, como resultado de cinco objetivos de priorización que responden a necesidades como la conservación de biodiversidad, conservación de recursos hídricos, identificación de las amenazas, evaluación del secuestro de carbono y objetivos de integración de co-beneficios sociales y culturales.

Cuando se realice la evaluación de impactos en humedales, como primera aproximación se debe señalar qué categoría de relevancia posee el sitio (muy alta, alta, media, baja, muy baja). Como consideración general, tendrán mayor magnitud los impactos generados en ecosistemas acuáticos en categoría de relevancia muy alta y alta, lo cual debe quedar reflejado en la estimación de su significancia.

Este mapa de relevancia también se debe utilizar en el diseño de medidas de compensación de biodiversidad, de acuerdo con la metodología indicada por la “Guía metodológica para la compensación de la biodiversidad en ecosistemas terrestres y acuáticos continentales” (SEA, 2022c), lo que se explicará en mayor detalle en el capítulo 4 de este documento.

49 Refiere la perturbación del suelo o de los sedimentos que realiza la biota con distintos fines y que resulta en la penetración de agua y aire en el sustrato. Su estudio entrega información respecto de los ciclos de vida, hábitos alimenticios y patrones de comportamiento de las especies que lo habitan.

50 Proceso mediante el cual ocurre un intercambio de agua y aire de los poros del sedimento con el agua suprayacente.

Figura 4. Ejemplo de visualización de mapa de relevancia de sitios emplazados en ecosistemas acuáticos.



Fuente: Geoportal SIMBIO del MMA, 2022.

Por otro lado, los pisos vegetacionales (Luebert y Pliscoff, 2017) son utilizados para el estudio, comparación y seguimiento de los ecosistemas terrestres en Chile a escala amplia (Pliscoff y Luebert, 2018). Los humedales, interactúan con los ecosistemas terrestres, constituyendo en muchos casos la fuente de agua para la biota circundante.

En tal sentido, es relevante saber dónde se ubican los humedales o ecosistemas acuáticos continentales en relación con esta macro escala. Los ecosistemas terrestres se clasifican en 125 pisos vegetacionales, cuyo grado de amenaza ha sido evaluado de acuerdo con los criterios de la Lista Roja de Ecosistemas de la Unión Internacional para la Naturaleza (UICN) (Pliscoff, 2015). **Como contexto de la predicción y la evaluación de impacto en humedales, se debe señalar en qué categoría de conservación se encuentra clasificado el ecosistema terrestre donde se emplaza el humedal⁵¹.** Como consideración general, tendrán mayor magnitud los impactos generados en humedales que se emplazan al interior de ecosistemas terrestres en categoría En Peligro Crítico, En peligro y Vulnerable, lo cual debe quedar reflejado en la estimación de significancia del impacto.

En el contexto de la predicción y evaluación de impacto se debe explicitar el riesgo del ecosistema de humedal frente al cambio climático, deduciendo el **nivel de riesgo a la pérdida de biodiversidad por cambios de precipitación y temperatura**.

Actualmente, el portal Atlas de Riesgo Climático Arclim, del MMA, entrega el riesgo climático, a nivel comunal, para especies vegetales y animales, en categorías de muy bajo, bajo, moderado, alto o muy alto⁵². Para aquellas comunas donde se presente un riesgo moderado, alto o muy alto, se deben incorporar en el análisis de predicción y evaluación de impacto las variables que den cuenta de este riesgo. Esto puede ser incorporado tanto en los modelos de predicción del impacto (por ejemplo, cuando se trate de condiciones de sequía) como en los análisis de evaluación de los impactos sobre el ecosistema de humedal.

La predicción y evaluación del impacto a nivel del ecosistema de humedal es la instancia donde se integra la predicción y evaluación de los impactos sobre cada OP y sus interacciones (suelo hídrico, agua superficial y subterránea, flora, vegetación, hongos y fauna), tomando en consideración los criterios generales de permanencia, regeneración y condición, y los criterios específicos. En este caso se busca predecir y evaluar la magnitud de la afectación al ecosistema en su conjunto, entendiéndolo como un complejo dinámico de comunidades que interactúan como una unidad funcional, y que está situado en un contexto específico que presenta cierta estructura y dinámica con el sistema abiótico.

A continuación, se presentan factores que inciden en la afectación de humedales en relación con los criterios generales y específicos de significancia (Tabla 2). Algunos de estos se desprenden de las variables consideradas para la elaboración de los mapas de relevancia de ecosistemas acuáticos continentales (GeoAdaptive, 2020) o son incluidos en la metodología de compensación de la biodiversidad en ecosistemas acuáticos continentales.

⁵¹ En el portal <https://simbio.mma.gob.cl/> del MMA, se detalla la clasificación final del ecosistema y también su clasificación de acuerdo con los criterios específicos de la UICN.

⁵² Ver mapas disponibles para el sector biodiversidad en el siguiente enlace: https://arclim.mma.gob.cl/atlas/sector_index/biodiversidad/ y mapas referentes a recursos aquí: https://arclim.mma.gob.cl/atlas/sector_index/recursos_hidricos/

Tabla 2. Indicadores aplicados a los criterios generales y específicos de afectación a humedales

CRITERIOS	FACTORES APLICADOS A HUMEDALES A NIVEL DE ECOSISTEMA
Criterios generales	
Criterio de permanencia	<ul style="list-style-type: none"> Mientras mayor sea la cercanía del humedal a actividades antrópicas ajenas al proyecto evaluado, tales como infraestructura energética, vertederos, relaves, faenas mineras, caminos, viviendas u otros, mayor es la amenaza sobre el humedal. La cercanía de estas actividades puede afectar directamente el humedal, o pueden impactar el contexto espacial de este, sumándose a los impactos del proyecto mismo (visión de impactos acumulativos y exposición a amenazas). Mientras mayor sea la cantidad de actividades antrópicas en el humedal, mayor es la amenaza sobre este. Por ejemplo, la presencia de distintos cultivos salmoneros en el mismo cuerpo de agua dulce puede implicar que el proyecto involucre impactos acumulativos. Mientras el humedal abastezca a mayor cantidad de personas, incluidos los pueblos originarios, mayor es la significancia del impacto cuando se afecta la permanencia de este servicio ecosistémico de provisión. Se debe considerar el riesgo de sequía hidrológica entregado por ARClim, para el cual se clasifica la disponibilidad de agua en 5 categorías: fuerte disminución, leve disminución, sin cambio, leve aumento, fuerte aumento⁵³. Esto tiene consecuencias directas sobre impactos de proyectos que implican pérdida de cantidad de agua, lo que puede traer consecuencias tanto en la red de drenaje como en la calidad del agua. El aumento, tanto leve como fuerte de la sequía debe verse reflejado en el aumento de la magnitud del impacto del proyecto, es decir de su significancia. El cálculo y la protección del caudal ambiental es en esta materia un aspecto ineludible, lo cual requiere de una adecuada modelación de los flujos hídricos en el escenario climático más desfavorable. Ante ello se deben tener también presentes las declaraciones de escasez hídrica y los índices estandarizados de sequías que dicte la Dirección General de Aguas⁵⁴.
Criterio de regeneración	<ul style="list-style-type: none"> Mientras menor sea la recarga natural del humedal, mayor será su vulnerabilidad, y por tanto será mayor la significancia del impacto por el criterio de regeneración.

⁵³ Referencia MMA, 2020.

⁵⁴ Esto en consistencia con la Resolución 1331/2022 de la Dirección General de Aguas, que establece criterios que determinan el carácter de severa sequía, de conformidad a lo dispuesto en el artículo 314 del Código de Aguas.

CRITERIOS	FACTORES APLICADOS A HUMEDALES A NIVEL DE ECOSISTEMA
Criterio de condición	<ul style="list-style-type: none"> Se debe considerar el grado de fragmentación del paisaje y cómo el proyecto incidirá en esta característica, teniendo presente si la fragmentación afectará la presencia y desarrollo de las especies y ecosistemas a futuro. Esto se debe analizar a nivel de cuenca y subcuenca. Se debe considerar el grado de conectividad ecológica e hidrológica del humedal en el paisaje, e identificar cómo el proyecto afectará a futuro la presencia y desarrollo de las especies y ecosistemas, en el entendido de que el ecosistema humedal es parte de un sistema más amplio e interconectado. Mientras mayor es la disminución de la precipitación actual o proyectada, la condición del humedal será más vulnerable, y por tanto más significativos los impactos sobre este. Mientras mayor es el aumento de temperatura actual o proyectada, mayor es la amenaza sobre la condición del humedal, y por tanto más significativos serán los impactos sobre este.
Criterios específicos	
Recursos propios, escasos, únicos y representativos	<ul style="list-style-type: none"> A mayor cantidad de especies o recursos considerados como escasos, únicos y representativos, será mayor la magnitud y significancia de los impactos del proyecto si afectan estos recursos o especies.
Biodiversidad	<ul style="list-style-type: none"> A mayor afectación en la diversidad específica, medida por medio de la riqueza u otros índices, mayor es la magnitud del impacto sobre la biodiversidad del humedal. A mayor cercanía con áreas relevantes para la biodiversidad reconocidas a nivel nacional, mayor es la magnitud del impacto. Dentro de esta categoría se consideran las áreas protegidas⁵⁵, sitios Ramsar, reservas de la biosfera, bienes nacionales protegidos, humedales urbanos, áreas bajo protección privada o comunitaria, paisaje de conservación y otras que reconozcan la importancia de la biodiversidad que albergan. A mayor cercanía con áreas relevantes para la biodiversidad reconocidas a nivel internacional, mayor es la magnitud del impacto. Dentro de estas se pueden considerar las áreas importantes para la conservación de aves⁵⁶ (IBAs, por sus siglas en inglés), áreas importantes para la biodiversidad (KBAs, por sus siglas en inglés), sitios Ramsar, y otras que reconozcan la importancia de la biodiversidad que albergan. A mayor cantidad de humedales o continuidad de sistemas de humedales que se vean afectados, mayor es la significancia del impacto.

⁵⁵ Las áreas protegidas y otras designaciones relevantes para la biodiversidad se pueden consultar en <http://areasprotegidas.mma.gob.cl/>.

⁵⁶ Ver en el siguiente enlace: [Important Bird and Biodiversity Areas \(IBA\) definition | Biodiversity A-Z](#)

CRITERIOS	FACTORES APLICADOS A HUMEDALES A NIVEL DE ECOSISTEMA
Especies clasificadas según estado de conservación	<ul style="list-style-type: none"> A mayor riqueza de especies clasificadas en una categoría de amenaza, mayor es la magnitud del impacto.
Magnitud y duración del impacto en relación con la condición inicial	<ul style="list-style-type: none"> Se deben tener en cuenta las amenazas que afectan de manera global al ecosistema, que puedan determinar la predicción de los impactos y su significancia: <ul style="list-style-type: none"> - Grado de procesos de desertificación y erosión en el lugar o región donde se encuentre el humedal. - Nivel de estrés hídrico y sequía en el lugar o región donde se encuentre el humedal. - Distancia a centros poblados, especialmente de aquellos que están o vienen de un período de crecimiento poblacional. - Cercanía del humedal a usos silvoagropecuarios.
Normas de calidad ambiental y emisión	<ul style="list-style-type: none"> La superación de los valores establecidos en las normas de calidad ambiental o emisión configuran un impacto significativo.

Varios de los criterios descritos en la Tabla 2 apuntan al grado de intervención antrópica que poseen los humedales, por ejemplo, por la cercanía a áreas urbanas, infraestructura y actividades agrícolas y forestales.

Una forma de evaluar cuantitativamente el nivel de intervención antrópica en humedales es a través del "Grado de Alteración Antropogénica" (*Degree of Antropogenich Alteration - DAA*), o bien mediante el cálculo del Índice de Influencia Humana (*Human Influence Index - HII*) usados por Inostroza *et al.* (2016) para evaluar la alteración humana en la zona de la Patagonia de Chile.

Estos índices miden el grado de intervención antrópica en los ecotipos (DAA) o en una zona específica (HII), y usan información espacialmente explícita (mapas) para determinar la alteración de las diferentes actividades humanas en una escala de 0 a 1; en donde 0 indica ecotipos/zonas sin intervención humana o condiciones silvestres sin cambiar, mientras 1 significa ecotipos/zonas con altos grados de intervención antrópica. Aunque Inostroza *et al.* (2016) no usaron estos índices explícitamente en humedales, recomiendan su uso en este tipo de ecosistemas en futuros estudios.

Se debe considerar que, a mayor intervención antrópica, mayor es la susceptibilidad del humedal frente a una nueva intervención, que puede ser un nuevo proyecto de inversión o la modificación de un proyecto en curso. El umbral que define si el impacto es significativo y se encuentra dado por la evolución del humedal frente a esta nueva intervención. Para ello se requiere, además del uso de estos índices, el apoyo de equipos interdisciplinarios que consideren la presencia de expertos en biodiversidad.

3.5.1 Servicios ecosistémicos y modelos conceptuales

La presente Guía se enfoca en los SSEE de regulación, dado que los SSEE de provisión, y culturales son abordados desde la perspectiva de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos.

A continuación, se presenta un caso para exponer los criterios que permiten predecir y evaluar impactos sobre SSEE de regulación ante fenómenos hidrometeorológicos, incorporando el enfoque de cambio climático según lo comentado en la sección 2.4.

Caso 9: Impacto en el control de fenómenos hidrometeorológicos

El desarrollo inmobiliario, debido al crecimiento poblacional de una localidad, presenta los FGI de habilitación del terreno, impermeabilización del suelo y mantención de rutas viales, todo ello de manera permanente. Además, implica la construcción de caminos para la fase de operación y construcción.

Todos estos FGI producen una alteración en la recarga superficial y subterránea de un humedal aguas abajo del desarrollo inmobiliario. Además, cercana al humedal se ubica otra localidad

que se abastece de los SSEE de provisión tales como materiales para cestería, recolección de frutos, entre otros recursos cuyo uso es parte de las costumbres de los grupos humanos locales.

Sumado a esto, las predicciones de cambio climático indican que se generará un aumento en la temperatura promedio anual y una disminución en la precipitación media anual en el territorio en cuestión. Además, se presenta una alta certidumbre de aumento de eventos extremos de precipitación intensa en dicha localidad.

De acuerdo con las proyecciones futuras se espera que la zona de inundación del humedal aumente en dirección a la localidad cercana debido a que principalmente se recarga de aguas superficiales, las que serán afectadas en su patrón de escorrentía debido a la impermeabilización del suelo. Al realizar una modelación hidrológica de manera mensual y únicamente basada en datos históricos, para el AI del proyecto, el cálculo indica de forma previa que el impacto sobre la escorrentía no es significativo.

No obstante, al considerar los posibles escenarios de cambio climático y una modelación hidrológica a menor escala temporal (diaria, horaria) para los meses de ocurrencia de eventos hidrometeorológicos, con el fin de descartar impactos significativos producto de la impermeabilización del suelo aguas arriba del humedal, se identifica que existe un período de retorno para el cual la inundación podría incrementar de manera significativa más allá de los efectos de inundación para el mismo período de retorno en la condición sin proyecto. Esto implicaría una insuficiencia de la capacidad amortiguadora del humedal, es decir, el detrimento de un servicio ecosistémico de regulación y una posible afectación al valor ambiental del territorio. Esto implicaría que, de manera complementaria, **se deba incluir este potencial evento extremo dentro de contingencias y plan de emergencias**.

Este caso evidencia que la aplicación de un criterio para un OP con una metodología propia de la disciplina de estudio, que considere las interrelaciones de dicho OP con su ecosistema, permite identificar, predecir y evaluar los impactos de un proyecto. Si bien la calidad y la cantidad de los datos siempre es una limitante para el desarrollo de estos modelos, también es relevante incorporar metodologías de las ciencias sociales tales como entrevistas abiertas, semiestructuradas, cuestionarios, *focus group*, entre otras, para relevar información de expertos en agua y humedales a través de su involucramiento dentro del equipo de trabajo o de consulta como fuente de información.

Este caso también refleja la necesidad de que los proyectos incluyan en su análisis la evaluación de posibles escenarios climáticos en los sitios donde se emplazan. Cabe indicar que, si no se consideran los efectos del cambio climático como una variable, es probable que no se logren predecir y evaluar los impactos de manera adecuada y se subestime la magnitud de los impactos. Por lo mismo, los planes de contingencia y emergencia, así como las medidas de mitigación, reparación y compensación y de seguimiento ambiental, podrían ser inadecuados. En el caso de las DIA, también es relevante la incorporación de estas variables para descartar impactos significativos en el AI.



4. MEDIDAS



4.

4. MEDIDAS

Los proyectos que ingresan al SEIA como EIA deben presentar las medidas de mitigación, reparación o compensación correspondientes para hacerse cargo de los efectos, características o circunstancias establecidos en el artículo 11 de la Ley N°19.300 que generan o presentan.

Tales medidas se definen de la siguiente manera:

- Las **medidas de mitigación⁵⁷** tienen por finalidad evitar o disminuir los efectos adversos del proyecto o actividad, cualquiera sea su fase de ejecución.
- Las **medidas de reparación⁵⁸** tienen por finalidad reponer uno o más de los componentes o elementos del medio ambiente a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al impacto sobre dicho componente o, en caso de no ser ello posible, restablecer sus propiedades básicas. Esto a ser ejecutado en el AI donde se produce el impacto significativo.
- Las **medidas de compensación⁵⁹** tienen por finalidad producir o generar un efecto positivo alternativo y equivalente a un efecto adverso identificado, que no sea posible mitigar o reparar. En el caso de la compensación en biodiversidad, estas se realizan necesariamente fuera del área de influencia.

⁵⁷ Referencia artículo 98 del Reglamento del SEIA.

⁵⁸ Referencia artículo 99 del Reglamento del SEIA.

⁵⁹ Referencia artículo 100 del Reglamento del SEIA.

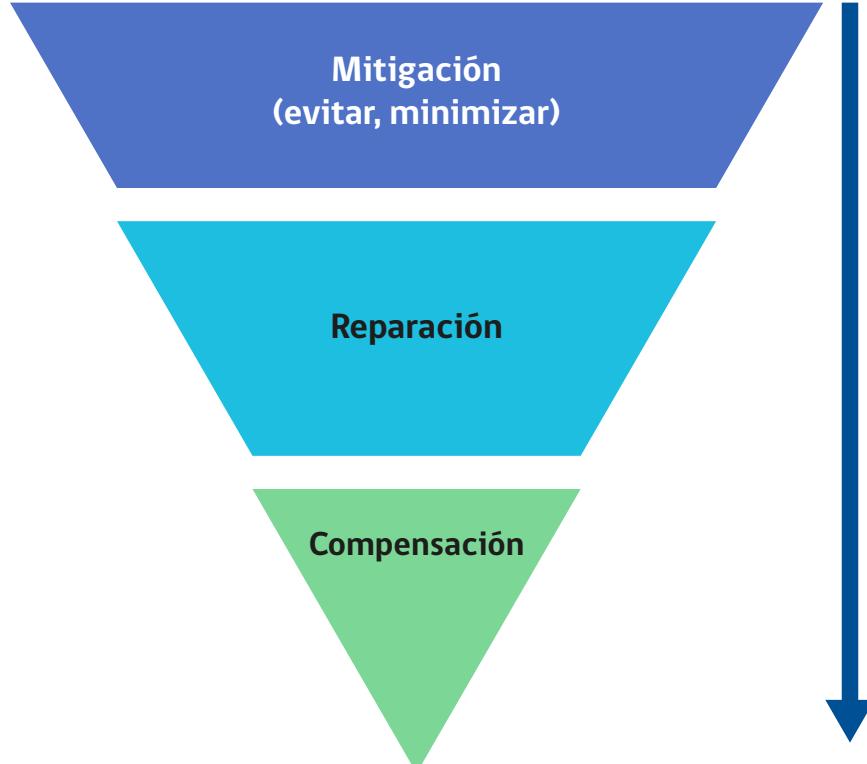
4.1 Consideraciones técnicas transversales para medidas de mitigación, reparación y compensación

Las medidas de mitigación, reparación y compensación son herramientas incorporadas en el SEIA y, tal como señala la “Guía para la compensación de la biodiversidad en el SEIA” (SEA, 2022b), la aplicación secuencial de ellas se rige por la jerarquía de medidas (Figura 5).

En el caso de los humedales se aplica la misma secuencia de esta jerarquía, en la que los impactos primeramente se evitan, reducen y se reparan, para luego ser compensados en el caso de que aún subsistan **impactos residuales** (Figura 6).

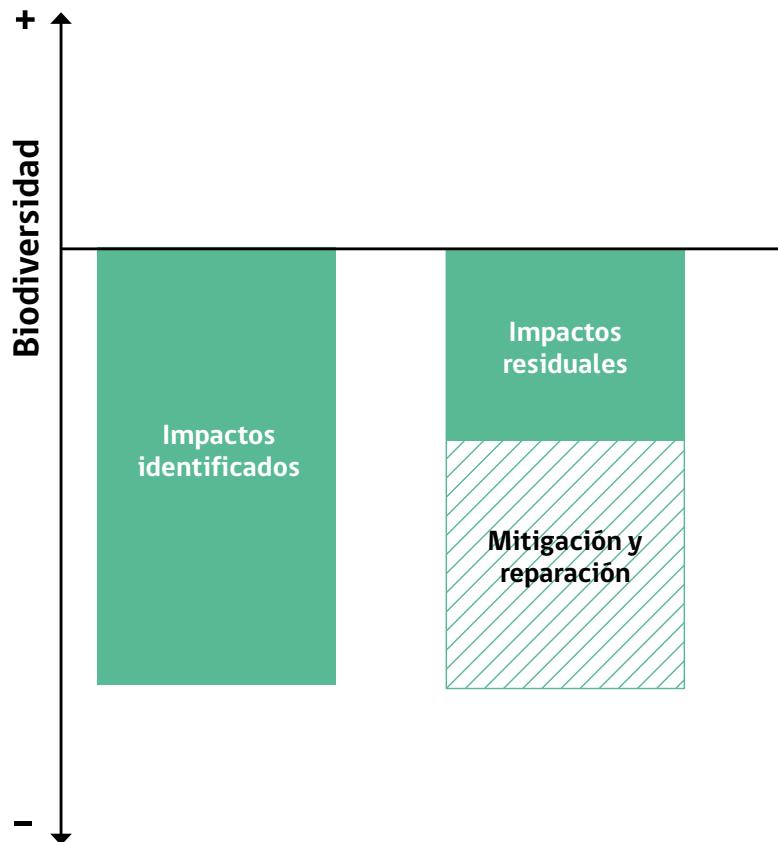
En otras palabras, los impactos residuales son el remanente luego de haber aplicado la **jerarquía de medidas**, la cual establece que **la última alternativa de medida debe ser la de compensar**, cuando por las características del proyecto en evaluación no sea posible evitar, mitigar ni reparar.

Figura 5. Jerarquía de medidas y magnitud relativa deseable en la aplicación de medidas



Fuente: adaptado de Darbi et al., (2009) en SEA, 2022b

Figura 6. Diagrama sobre los impactos residuales una vez aplicadas medidas de mitigación y reparación



Fuente: SEA, 2022b.

Las consideraciones transversales para todas estas medidas, derivada del análisis de la aplicación histórica del SEIA (Püschel y Guijón, 2012), indican que para definir las medidas de mitigación, reparación y compensación apropiadas se debe considerar lo siguiente:

- La medida debe ser **coherente** con el impacto identificado y evaluado.
- Ambos, medida e impacto, se deben **definir sobre el mismo nivel de organización ecológica**. Esto es, el componente y sus atributos, y teniendo en consideración las principales amenazas sobre el componente impactado.
- Las medidas propuestas deben abordar, además de la **afectación** a elementos bióticos (poblaciones-especies, comunidades, ecosistema, paisaje), la afectación a componentes estructurantes de humedales, en términos de cantidad, calidad y disponibilidad.
- Las medidas deben proponerse sobre el **mayor y mejor conocimiento** posible de los componentes y sus fenómenos ecológicos asociados, considerando el bienestar que proveen a las personas y comunidades humanas.

- Las medidas deben ser evaluadas planteando un **seguimiento** que dé cuenta de los parámetros y escalas espaciales y temporales que permitan evaluar la efectividad de la medida y gestionar el impacto residual.
- La manera más eficiente de aplicar las medidas será realizando un **plan de gestión** que permita coordinar y complementar las medidas a distintos niveles de organización biológica.

La **coherencia** entre impacto y medida es de especial interés sobre los componentes vegetación y fauna del humedal, pues se debe considerar toda la complejidad del humedal. Ha sido común, hasta ahora, reducir la caracterización de la diversidad florística y faunística sólo a su atributo de composición (por ejemplo, listado de especies o riqueza), a pesar de que el atributo de estructura, y especialmente el de función son más críticos para el bienestar humano y los SSEE.

Adicionalmente, la definición del binomio “impactos – medidas” sobre el OP y sus atributos permite aplicar la medida adecuada para reducir los impactos significativos, ya sea, mitigación o reparación. Esto, debido a que en muchas ocasiones se confunden las medidas y sus alcances a la hora de abordar los impactos. Es crítico evaluar y definir impactos y medidas en relación con la variable respuesta clave: el humedal.

4.

Las medidas deben ser aplicadas para abordar toda la afectación a los OP de humedales. En general, los proyectos ofrecen medidas que se restringen a un número limitado de actividades, las que en ocasiones pueden ser insuficientes para abordar los impactos a nivel ecosistémico.

Esta consideración toma mayor relevancia en los impactos sobre componentes estructurantes de humedales y las funciones ecosistémicas que manifiesta. Por lo tanto, **las medidas a implementar deben ser revisadas a la luz de todo nuevo conocimiento disponible y estar basadas en un enfoque integral y holístico del ecosistema.**

Una vez que las medidas son identificadas para su implementación se debe tener especial cuidado en establecer una **clara relación entre los impactos que genera el proyecto y los resultados que se esperan** de la implementación de medidas. Para ello, es necesario establecer **indicadores de eficacia** de las medidas, que den cuenta de una adecuada mitigación, reparación o compensación de los impactos.

Se debe diseñar un **plan de seguimiento de las medidas**, basado en indicadores actualizados y validados por el órgano competente, y que además sean diseñados desde una mirada de adaptación al cambio climático, con **cursos de acción claros y explícitos en caso de verificarse diferencias respecto del comportamiento esperado** de cada variable. De ahí que este plan deba enmarcarse en un plan de gestión del proyecto.

Las consideraciones recientemente presentadas que conducen a la identificación y aplicación de medidas de mitigación, reparación y compensación para humedales, que son parte de un plan de seguimiento, además de ser coherentes con el impacto, deben reflejar la gestión de la conservación de los humedales afectados por el proyecto en evaluación (Gelcich et al., 2011). Esta observación es de importancia cuando la línea base del humedal indica una degradación

previa, la cual debe ser integrada como el escenario más desfavorable. Cuando el humedal presenta actividades o planes de gestión, las medidas aplicadas deben generar sinergia con esa línea base que promueve la conservación de dicho humedal o algún componente de este.

Se recomienda, para abordar el diseño de medidas, revisar los documentos publicados por el MMA, “Guía de buenas prácticas ambientales en humedales costeros” (MMA y ONU, 2021), y la “Guía de monitoreo de humedales” (MMA, 2022).

A continuación, se presentan las consideraciones técnicas para la implementación de estas distintas medidas siguiendo la jerarquía de medidas y magnitud relativa deseable.

4.2 Consideraciones técnicas para la implementación de medidas de mitigación

Tal como se señaló en la introducción de esta sección, las medidas de mitigación buscan evitar o minimizar los efectos adversos significativos de un proyecto o actividad, para lo cual existe una diversidad de opciones. Estas medidas se realizan necesariamente al interior del área de influencia.

Para su definición es necesario revisar las consideraciones técnicas transversales presentadas previamente y las consideraciones específicas para este tipo de medidas que se presentan a continuación:

- Se deben identificar acciones que **impidan o eviten** completamente el efecto adverso significativo, mediante la no ejecución de una obra o acción, o de alguna de sus partes (Tabla 3). Estas decisiones son consideradas parte del diseño y descripción del proyecto, y reflejan la iteración en las mejoras de diseño que realiza el titular previo al ingreso al SEIA.
- Se deben identificar las medidas que **minimicen o disminuyan** el efecto adverso significativo mediante una adecuada limitación o reducción de la extensión, magnitud o duración de la obra o acción, o de alguna de sus partes (Tabla 4).
- Se deben identificar las medidas que **minimicen o disminuyan** el efecto adverso significativo mediante cambios **tecnológicos** y/o de **gestión** consideradas en el diseño (Tabla 5).

Tabla 3. Ejemplos de medidas de mitigación aplicables a humedales con el objetivo de evitar el impacto

OBJETO DE PROTECCIÓN	MEDIDA	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	SEGUIMIENTO	
ECOSISTEMA HUMEDAL	Prevención de la propagación de especies exóticas invasoras	Asegurar que los hábitats sensibles estén fuera del alcance del personal y de infraestructura indispensable (bodegas, estacionamiento).	Monitorear la presencia de especies exóticas invasoras en las instalaciones e inmediaciones del proyecto.	
		Evitar el suelo desnudo.		
AGUA		Remover especies invasoras en el AI del proyecto con la asesoría de profesional experto. ⁶⁰	Monitoreo de indicadores relevantes del objeto de protección de la zona resguardo.	
		No utilizar especies introducidas para paisajismo en las instalaciones o sus inmediaciones. Priorizar el uso de especies nativas.		
AGUA	Prevención de la pérdida de calidad de agua.	Mantener un área de resguardo con su cobertura vegetal original, para conservar especies claves, unidades biofísicas sensibles como humedales, zonas ribereñas u otras, que podrían verse afectadas en su estructura y funciones.	Control de flujos de agua dentro del proyecto.	
		Reingresar aguas dentro del proceso productivo.		
AGUA	Prevención de la pérdida de caudal, flujo de recarga de humedales y la extracción de aguas.	Recubrir el suelo con diseños y materiales que favorezcan la infiltración de las aguas lluvia, evitando el escorrimiento por superficies de faena que pudieran contaminar las aguas.	Aplicación del diseño.	
		Mantener la construcción de edificios fuera de los planos de inundación.	Aplicación del diseño.	
		Evitar la canalización de agua mediante superficies permeables y utilizar fuentes alternativas de agua.		
		Minimizar la impermeabilización de suelos.		
		Establecer barreras o sistemas de colección de escorrentía.	Monitoreo del estado de las barreras y mantención periódica de las mismas.	
		Protección de vegetación de ribera, dado que evita la evaporación desde el espejo de agua.	Monitoreo de la cobertura de la vegetación y de la hidrología del humedal. Establecer puntos de muestreo fuera de la AI para comparar la evolución de las variables.	

⁶⁰ Previo a la aplicación de esta medida se debe analizar la presencia de actividades de pesca recreativa u otros que dependan de este tipo de especies.

OBJETO DE PROTECCIÓN	MEDIDA	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	SEGUIMIENTO
SUELO HÍDRICO	Prevención de la pérdida de estructura y funcionamiento.	Mantener la construcción de edificios fuera de los planos de inundación.	Monitoreo de las características del suelo.
		Minimizar el área relativa a suelo impermeabilizado.	Aplicación del diseño.
FLORA Y VEGETACIÓN	Prevención de la pérdida de cobertura, especies y población de flora del humedal.	Proteger los bordes de humedales que no están afectos a los impactos significativos.	Monitoreo de mantención de la composición, estructura y cobertura de la vegetación del humedal.
		Mantener la cubierta vegetal del humedal, sea ribereña o azonal.	
	Ajustar el área de perturbación.	Minimizar el área de remoción de vegetación para el establecimiento de infraestructura como caminos, centros de acopio, instalaciones, entre otras.	Monitoreo del área cubierta de vegetación.
FAUNA	Reducir el AI del proyecto.	Evitar la instalación de tendidos eléctricos aéreos de alta tensión que fragmenten el hábitat y reduzcan la vegetación (afectación que se da principalmente en aves).	No requiere monitoreo posterior.
	Ajustar el área de perturbación al mínimo.	Diseñar el proyecto evitando la intervención de hábitats sensibles para la fauna, especialmente zonas con movimiento de personas e infraestructura indispensable (bodegas, estacionamiento).	No requiere monitoreo posterior.
		Implementar el modelo de parches-corredor y matriz para minimizar afectación a hábitats de fauna.	Monitoreo de la cobertura vegetacional que conecta los parches a través del corredor.

Tabla 4. Ejemplos de medidas de mitigación aplicables en humedales, a nivel comunitario y de ecosistema con el objetivo de reducir el impacto

OBJETO DE PROTECCIÓN	MEDIDA	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	SEGUIMIENTO
AGUA	Reducir la contaminación de humedales.	Limpieza de residuos domiciliarios, asimilables o sólidos industriales tipo escombros que se encuentren en el humedal por causas ajenas al proyecto.	Verificación de que no existan nuevas fuentes ilegales de disposición de residuos en las inmediaciones del proyecto. Vinculación con la comunidad para fiscalización de acciones no fomentadas por el proyecto. Sostener canales de comunicación permanentes.
	Reducir la emisión de contaminantes y residuos hacia humedales.	Aplicar criterios de economía circular en el proceso para eliminar los contaminantes y residuos desde el diseño del proyecto y mantener materiales dentro del proceso (re-uso y re-manufactura), en concordancia con lo dispuesto en la letra d) del artículo 2º de la Ley N°20.920.	Control de procesos mediante indicadores que indiquen producción versus generación de emisiones, por ejemplo huella hídrica. Certificar huella hídrica.
	Establecimiento de caudal ambiental.	Determinación y mantención del caudal ambiental según "Guía metodológica para determinar el caudal ambiental para centrales hidroeléctricas en el SEIA" (SEA, 2016).	Monitoreo del caudal.
SUELO HÍDRICO	Reducir pérdida de estructura del suelo.	Control del volumen a remover o adicionar para el desarrollo del proyecto.	Monitoreo de la estructura física del suelo.
AGUA	Reducir cambios en los patrones de flujo y disponibilidad.	Evitar la circulación e intervención de cualquier tipo sobre zonas con drenaje superficial natural, para evitar cambios en la disponibilidad de agua para otros componentes y la comunidad.	Monitoreo de la estructura física de los cursos de agua, o sitios de escorrentía superficial, mediante monitoreo de caudal.
SUELO HÍDRICO	Reducir los procesos erosivos y la pérdida de suelo.	Controlar que la remoción de suelo o vegetación se realice en el área estrictamente necesaria y establecer protocolos con técnicas adecuadas, especialmente sobre zonas susceptibles.	Monitoreo de la evolución del área removida o despejada.

OBJETO DE PROTECCIÓN	MEDIDA	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	SEGUIMIENTO
FLORA Y VEGETACIÓN	Evitar la proliferación de especies exóticas invasoras.	Remover las especies exóticas invasoras en el AI del proyecto con la asesoría de profesional experto.	Monitoreo y control de las especies exóticas invasoras. Vinculación con la comunidad para fiscalización de acciones no fomentadas por el proyecto.
	Resguardo físico de especies de interés.	Delimitar físicamente las poblaciones para demarcarlas y reducir el daño derivado de la circulación dentro del área.	Identificación y monitoreo de los individuos. Cuantificar rastros de afectación.
	Prevenir la pérdida de material genético.	Conservación ex situ de muestras que representen el pool genético de especies protegidas o de especies de interés del humedal.	Medios de prueba de conservación de material de forma adecuada.
	Reducir la pérdida de cobertura fragmentada.	Especialmente cuando existan especies arbóreas y arbustivas dentro del AI, que estén aisladas o sin un área de amortiguación, se deben establecer protocolos de poda adecuados para asegurar su crecimiento y la generación de propágulos.	Monitoreo del crecimiento de especies.
	Limitar la corta de vegetación y tala de árboles.	Limitar la extracción de especies vegetales a lo estrictamente necesario con el fin de mantener sus funciones ecológicas como formación de propágulos, sumideros de carbono y hábitat.	Monitoreo de especies de interés y sobrevivencia dentro del área del proyecto.
	Resguardo físico de zonas con vegetación o hábitat de interés.	Delimitación física de las zonas de trabajo y vías de acceso para evitar la circulación por zonas de vegetación.	Revisión periódica de cierres.
	Reducir la extensión del impacto.	Cuando sea necesario circular sobre la vegetación para hacer intervenciones puntuales, limitar el tránsito de vehículos y personal a temporadas de baja actividad biológica de las especies para evitar dañar rebrotos o estructuras reproductivas. También se debe evitar el ingreso de maquinaria pesada a zonas con vegetación, especialmente cuando se deban hacer intervenciones puntuales.	Monitoreo multitemporal del vigor de la vegetación en zonas de circulación, en sectores de baja cobertura vegetacional, matorral o praderas. Este debe ser acompañado de parcelas de muestreo en caso de que existan más estratas bajo el dosel.

OBJETO DE PROTECCIÓN	MEDIDA	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	SEGUIMIENTO
FAUNA	Resguardo físico de especies de interés de movilidad baja o media.	Delimitación física de las poblaciones para demarcarlas y reducir el daño derivado de la circulación dentro del área.	Identificación y monitoreo de los individuos. Cuantificar rastros de afectación.
	Reducir la afectación en las vías de desplazamiento de las especies.	Propender a que ninguna obra, parte o acción de la actividad o proyecto constituya un daño a especies de fauna, sus rutas y hábitos.	Monitoreo de las poblaciones de especies objetivo, incluyendo avistamientos y rutas de las especies.
	Reducir alteraciones a la vegetación que alberga procesos de nidificación para aves y reclutamiento para peces.	Programación o restricción de actividades en sitios de relevancia durante periodos sensibles para el ciclo de vida de las especies, por ejemplo, nidificación.	Ajuste de carta Gantt y calendarización de actividades considerando el ciclo de vida de la fauna presente en el AI.
	Reducir el encuentro o avistamiento de especies sensibles y en categoría de conservación.	Generación e implementación de protocolos para reducir los encuentros y estipular cómo actuar ante el encuentro o presencia de fauna sensible o protegida.	Reporte de avistamientos. Generación de mapa de zonas de mayor avistamiento.
	Reducir la afectación en el ciclo de vida de las especies acuáticas y semiacuáticas.	Generación e implementación de protocolos para actuar ante el encuentro con nidos de especies faunísticas.	Reporte de avistamientos de acciones realizadas.
	Reducir la pérdida de individuos en categoría de conservación.	Relocalización de especies de ictiofauna en categoría de conservación en lugares ecológicamente equivalentes. ⁶¹	Programa de seguimiento que indique nivel de sobrevivencia, tallas de los individuos rescatados y el índice de recaptura ⁶² .

⁶¹ Cabe señalar que, para la aplicación de esta medida, se debe solicitar el PAS 119.

⁶² El índice de recaptura es la proporción de individuos capturados marcados (ictiofauna) versus individuos capturados no marcados en los sitios de relocalización.

Tabla 5. Ejemplos de medidas de mitigación aplicables en humedales con el objetivo de reducir el impacto mediante gestión y tecnología

MEDIDA	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	SEGUIMIENTO
Aumentar el nivel de conciencia ambiental del personal y colaboradores, respecto a la sensibilidad del OP humedal.	Capacitar al personal de manera sistemática y continua en el tiempo.	Programa de capacitación sistemático en todos los OP impactados por el proyecto.
	Contar con asesorías de expertos para la identificación de las medidas más recientes y con respaldo científico.	Plan de seguimiento por OP.
	Contar con apoyo profesional para la coordinación de la implementación y seguimiento de las actividades.	
	Involucrar al personal subcontratado en la gestión preventiva del medio ambiente.	Plan de capacitación sistemático. Incorporación de las medidas a aplicar en el contrato. Monitorear el subcontrato con indicadores ambientales.
Evitar la contaminación, aunque esta se encuentre dentro de los límites de las normas de calidad ambiental.	Implementar humedales artificiales para el tratamiento de aguas residuales ⁶³ para evitar la descarga hacia el humedal.	Desarrollo de proyecto. Generación de alianzas público-privadas para la implementación.
	Implementar biofiltro eficiente en la remoción de los contaminantes presentes en el agua gris y negras.	Desarrollo de proyecto. Generación de alianzas público-privadas para la implementación. Contrato con empresa que instale y realice monitoreo.
	Implementar membranas para el tratamiento aguas residuales.	Contrato con empresa que instale y realice monitoreo.
Establecer usos apropiados para las áreas de amortiguación.	Establecer un plan de manejo de las áreas de amortiguación que permitan un uso apropiado por parte de la comunidad y el acceso a SSEE.	Plan de seguimiento por OP.

⁶³ Los humedales artificiales tienen tres formas de remover contaminantes, primero de manera física, al bajar la velocidad del agua aumenta la precipitación de sólidos; de manera biológica, al absorber las plantas diferentes contaminantes; y de manera química, al inmovilizarse ciertos compuestos en los suelos hídricos.

4.3 Consideraciones técnicas para la implementación de medidas de reparación

Las medidas de reparación son específicas al área donde se manifiestan los impactos, es decir, la sección del AI donde los impactos son significativos. Por tanto y a diferencia de las medidas de mitigación, se abordan sobre el OP no sobre los FGI. De tal forma se busca el mejoramiento de las condiciones de los OP para acercarlos a la condición previa al impacto del proyecto o actividad.

Uno de los aspectos más relevantes en este tipo de medidas es la adecuada caracterización de cada uno de los componentes ambientales en cuanto a su distribución espacial y temporal dentro de las áreas de influencia del proyecto. Esto para que las acciones logren el objetivo de restablecer el ecosistema o componente ambiental que ha sido degradado con información específica al sitio.

.....

En ecosistemas de humedal la medida de reparación más idónea es la **restauración ecológica**, que implica un proceso de recuperación integral de un ecosistema que se encuentre parcial o totalmente degradado, en cuanto a su **estructura, composición y función**, hasta llevarlo a condiciones lo más semejantes posible a las de su condición inicial.

.....

4.

Una medida de reparación consiste en un set de acciones que permiten recuperar el componente impactado significativamente. Para ello es crucial la aplicación de los criterios transversales que permiten identificar las AI en el humedal, y del binomio medida-impacto.

Por ejemplo, si se impermeabiliza la parte media alta de una subcuenca para el desarrollo de una actividad productiva, y esto genera una alteración de la recarga del acuífero, la que a su vez recarga de agua a un humedal justo aguas abajo del proyecto, el impacto sobre el humedal es significativo dado que se alteran los elementos que permiten que el ecosistema mantenga su condición, disminuyendo el flujo y recarga de agua del humedal.

Por lo tanto, si se considera que el impacto sobre el agua se inicia desde el lugar donde se ejecuta el proyecto hacia aguas abajo, entonces el impacto significativo será abordado mediante medidas de mitigación tales como reducir al máximo posible el área a impermeabilizar, mejoras en los procesos para reducir la extracción de agua e impedir y minimizar el impacto sobre la recarga del humedal. Con esta área de influencia las medidas de reparación de la cantidad de agua para recarga no serán posibles de abordar, y el impacto residual sería abordado por medidas de compensación.

Por el contrario, si el proyecto del ejemplo anterior incorpora dentro de su área de influencia la parte alta de la subcuenca, se podrán implementar un set de acciones que busquen incrementar las zonas de recarga de agua en cuanto a flujo hacia el acuífero que nutren a este humedal y que mantengan la recarga subterránea. De este modo las medidas de mitigación son complementadas por las de reparación, como por ejemplo acciones que colecten aguas lluvia y las ingresen al acuífero en la parte alta de la subcuenca para que el flujo subterráneo hacia el humedal se mantenga semejante a la condición previa al proyecto.

En cuanto a la caracterización de la biodiversidad, la **matriz de componentes clave**, que se incluye en la metodología para la compensación de biodiversidad (SEA, 2022c), es una opción adecuada para identificar los componentes que han sido impactados a nivel de especies, comunidades y ecosistemas. Del mismo modo, esta metodología propone una manera de cuantificar la pérdida de biodiversidad a partir de la estimación del cambio o “delta” de condición de los componentes antes y después del proyecto.

4.

Esto incluye la condición a nivel de paisaje, del medio acuático y la comunidad biológica, estableciendo ciertos parámetros mínimos a tener en consideración. Si bien este ejercicio se propone en dicha guía para el cálculo del impacto residual (es decir, luego de aplicadas las medidas de mitigación y reparación), es igualmente útil para cuantificar el cambio de condición entre el estado inicial sin proyecto y luego de aplicadas las medidas de mitigación y reparación, de acuerdo con el principio de jerarquía de medidas. **Las medidas de reparación tendrán el fin de reponer uno o más de los componentes del ecosistema u OP a una calidad similar a la que tenían con anterioridad a tal impacto, en caso de no ser ello posible, restablecer sus propiedades básicas.**

En la Tabla 6 se presentan medidas de restauración para humedales. Hay que recordar que estas acciones deben contar con sus respectivos indicadores dentro de un plan de seguimiento, el cual es parte integral de un plan de gestión del proyecto en su completitud.

Cabe destacar que para diseñar acciones que contribuyan a la restauración del suelo hídrico de un humedal se pueden revisar complementariamente los documentos “Guía de evaluación ambiental: recurso natural suelo SAG” (2019) y “Guía de evaluación ambiental: componente vegetación y flora silvestre de competencia del SAG” (SAG, 2021).

Tabla 6. Ejemplos de medidas o proyectos de reparación en humedales

OBJETO DE PROTECCIÓN	MEDIDA/ PROYECTO	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	SEGUIMIENTO
SUELO HÍDRICO	Aplicación de biorrollos vegetados.	Por medio de biorrollos vegetados con especies macrófitas nativas, se restaura franja ribereña de humedal, permitiendo la recuperación de corredor ribereño y la disminución de erosión o compactación.	Monitoreo del establecimiento de las especies por unidad de superficie. Monitoreo de la erosión.
AGUA	Restitución del caudal por abastecimiento externo.	Utilización de agua proveniente de planta desaladora para restituir el agua del humedal.	Monitoreo del caudal o espejo de agua.
	Establecimiento de humedales artificiales dentro del área de influencia.	Implementación y desarrollo de humedales que restituyan la calidad química del agua frente a descargas de efluentes.	Monitoreo de la calidad química de agua.
FLORA	Reforestación/ reboleamiento de zonas con vegetación dentro del AI del proyecto.	Restaurar la calidad de las comunidades vegetales o hábitat de especies protegidas dentro del AI del proyecto con especies nativas especialmente en humedales degradados (hábitat, aumento de propágulos, protección del suelo, control de erosión, calidad del paisaje, entre otras).	Monitoreo de la sobrevivencia de los individuos plantados, monitoreo de la riqueza y abundancia de especies de flora y fauna.
FAUNA	Rehabilitación de superficies alteradas.	Recuperación de las condiciones y recursos existentes en las superficies intervenidas por el proyecto.	Reporte de actividades de rehabilitación y seguimiento temporal de parámetros claves para evaluar el éxito de la rehabilitación.
	Restauración de hábitat.	Recuperación de las condiciones y recursos existentes en hábitats afectados por el proyecto.	Reporte de actividades de rehabilitación y seguimiento temporal de parámetros claves para evaluar el éxito de la rehabilitación.
ECOSISTEMA	Restauración de humedales.	Restauración de la funcionalidad del ecosistema a través de la reposición de uno o más de sus componentes, como por ejemplo la vegetación, la mantención de los flujos de agua superficial, entre otros.	Monitoreo del área cubierta de vegetación. Monitoreo de riqueza y abundancia de flora y fauna. Monitoreo de espejo de agua si existiera.
	Restauración de servicio ecosistémico de regulación ante crecidas, a través de soluciones basadas en la naturaleza.	Implementar medidas de reparación de la geomorfología fluvial y revegetación con especies hidrófila e higrófila para reestablecer el servicio ecosistémico de regulación de crecidas.	Sistema de monitoreo de establecimiento la vegetación por unidad de superficie. Mantener un registro de crecidas del río.

4.4 Consideraciones técnicas para la implementación de medidas de compensación

La “Guía para la compensación de biodiversidad en el SEIA” (SEA, 2022b) y la “Guía metodológica para la compensación de biodiversidad en ecosistemas terrestres y acuáticos continentales” (SEA, 2022c) definen los conceptos base para la compensación. La última de ellas presenta específicamente la metodología a aplicar para cualquier medida de compensación que se realice en el marco de la evaluación ambiental.

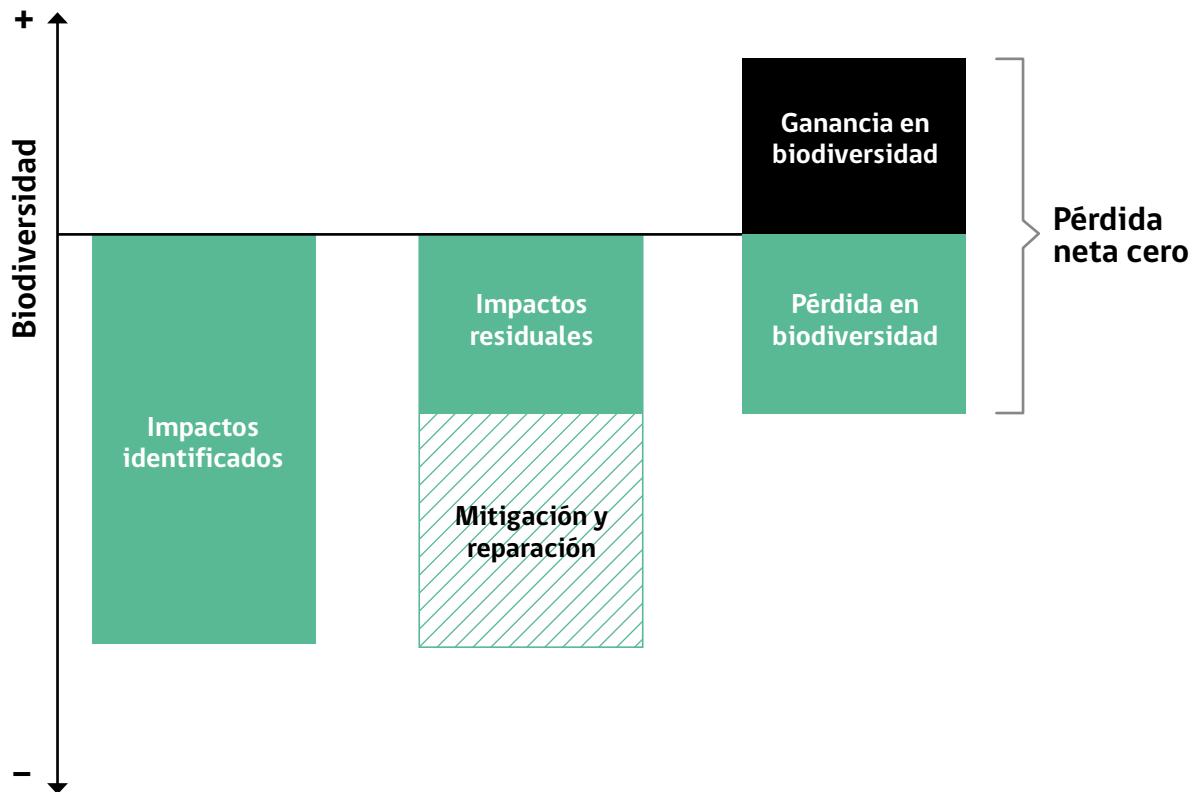
Como estándar general, una compensación apropiada de biodiversidad debe cumplir cuatro principios básicos en su ejecución: **adherencia a la jerarquía de medidas, requisito de equivalencia, adicionalidad y existencia de límites para la compensación** (SEA, 2022b).

El principio de **jerarquía de medidas** se refiere a que se deben aplicar secuencialmente medidas para evitar y minimizar los impactos identificados, luego medidas para reparar los elementos afectados, y como última instancia, compensar los impactos residuales mediante la reposición de los elementos en un sitio distinto al afectado (Figura 5).

El **requisito de equivalencia** busca que los componentes impactados sean compensados en terreno por elementos de similares características, clase (nivel de organización biológica), naturaleza (composición y estructura), calidad y función (procesos evolutivos y ecológicos).

A su vez se solicita que la pérdida de biodiversidad en el AI y la adicionalidad en el sitio de compensación sean cuantificables por medio de indicadores que permitan medir la **adicionalidad** que se logra con la medida de compensación propuesta para un impacto que ya no es posible mitigar o reparar. Por lo tanto, que logren producir un efecto positivo alternativo y equivalente con la finalidad de obtener una pérdida neta cero o, preferentemente, una ganancia neta de biodiversidad (Figura 6).

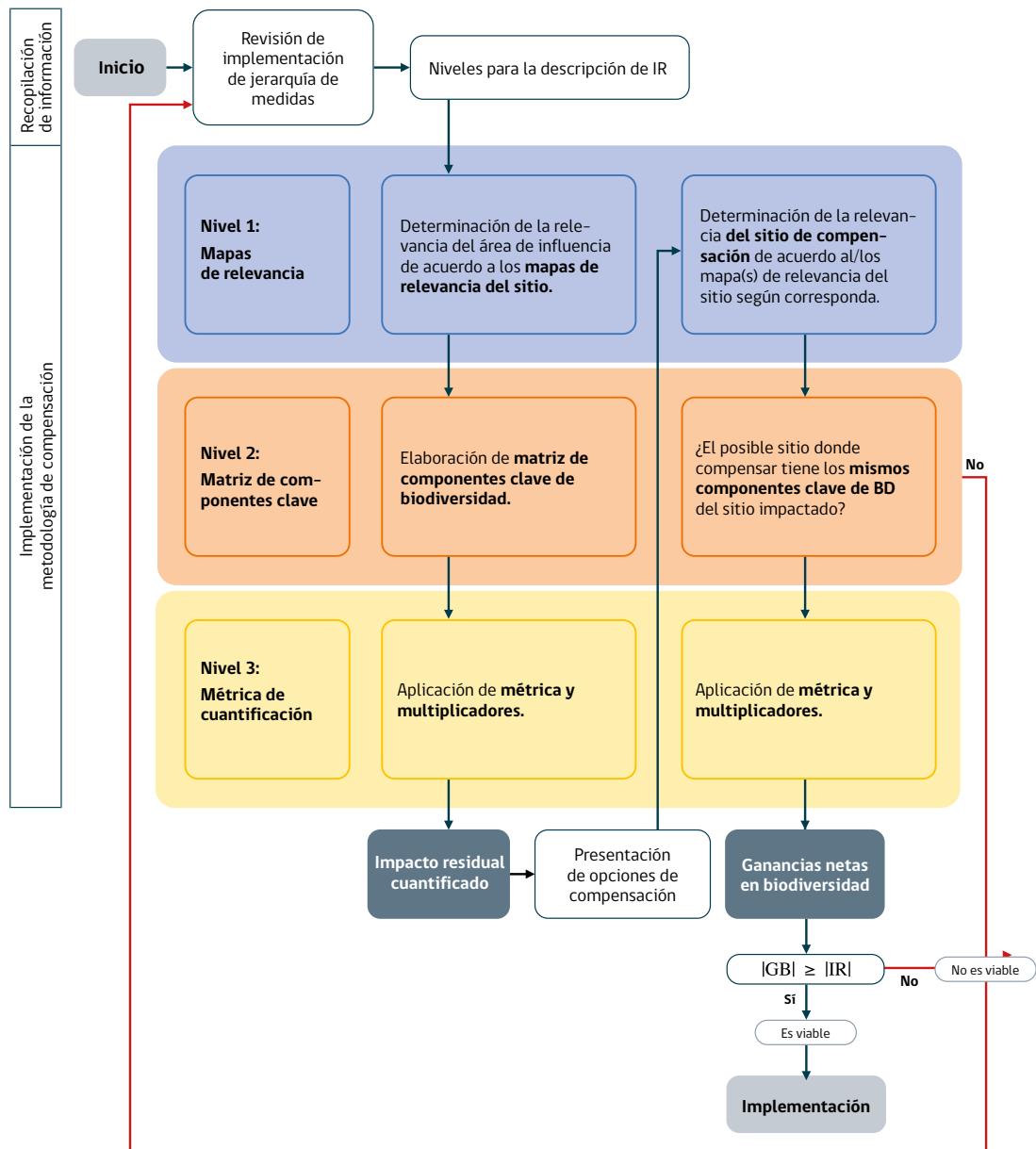
Figura 7. Gráfico de impacto residual y ganancia neta de la implementación de las medidas



Fuente: SEA (2022b)

La existencia de **límites de la compensación** se refiere a las condiciones de irreemplazabilidad y vulnerabilidad de los componentes o del ecosistema impactado. Esto puede significar que en la práctica no existan lugares equivalentes para realizar una medida de compensación, o bien, que el grado de amenaza sea tal que no sea aceptable ninguna medida de compensación. Esto tendría como implicancia que no se pueda realizar el proyecto de la manera que está planteado, por lo que es importante contemplar todas las opciones desde etapas tempranas del diseño, de acuerdo con los siete pasos para realizar una medida de compensación (SEA, 2022c).

Las medidas de compensación apropiadas en humedales deben realizarse íntegramente acorde a la metodología exigida por el SEA (2022b), o aquella que la reemplace, la cual tiene requerimientos específicos para los ecosistemas acuáticos continentales. La Figura 8 resume los tres niveles a aplicar.

Figura 8. Resumen de la metodología para medidas de compensación de biodiversidad en el SEIA

Fuente: SEA (2022c)

En el nivel 1 de la metodología se exige la utilización del **mapa de relevancia de sitios emplazados en ecosistemas acuáticos continentales⁶⁴**. Estos mapas indican el grado de relevancia del lugar en cuanto a su necesidad de protección, según indicadores relacionados con objetivos de conservación de la biodiversidad, conservación de los recursos hídricos, identificación de amenazas, evaluación del secuestro de carbono e integración de co-beneficios sociales y culturales.

⁶⁴ Disponible en el Geoportal SIMBIO del MMA.

En el nivel 2 de la metodología se debe completar la **matriz de componentes clave**, tanto para el área de influencia como para los posibles sitios de compensación. En la matriz se indica el tipo de humedal bajo estudio, utilizando la clasificación utilizada en el inventario nacional de humedales publicado del MMA⁶⁵.

En el nivel 3 de la metodología se **cuantifican las pérdidas y ganancias en biodiversidad** en el AI y en los sitios de compensación, respectivamente. Esto se realiza a nivel de paisaje, a nivel de la condición del medio acuático y a nivel de la estructura de la comunidad.

En los casos en que el área de influencia contenga tanto ecosistemas terrestres como acuáticos, o que incluya diferentes tipos de ecosistemas terrestres (pisos vegetacionales), se debe delimitar un área acorde a cada ecosistema (piso vegetacional o ecosistema terrestre y ecosistema acuático) y aplicar la ecuación con los parámetros que correspondan de manera independiente. Es decir, **el cálculo se debe hacer para cada ecosistema**.

Como resultado de la aplicación de los tres niveles de la metodología, se obtiene una cuantificación del impacto residual y una cuantificación de la ganancia en biodiversidad en uno o más sitios de compensación. Para que la medida de compensación propuesta sea viable **debe cumplirse que la ganancia de biodiversidad en el sitio de compensación sea igual o mayor al impacto residual en valores absolutos**.

Para el cálculo de la ganancia de biodiversidad y del impacto residual se utilizan **cuatro multiplicadores**. Estos factores que permiten la consideración cuantitativa de parámetros tales como la **relevancia del sitio** impactado y del sitio de compensación o M1 (mapa de relevancia para ecosistemas terrestres y mapa para ecosistemas acuáticos continentales o humedales); el **tiempo requerido** para obtener ganancias o M2 (los resultados de las medidas); la **proximidad del sitio de compensación** al área de influencia del proyecto de inversión o M3; y las **condiciones de protección legal** del lugar donde se ejecutarán las acciones asociadas a las medidas de compensación o M4.

En cuanto al M4, tal como se menciona en la “Guía para la compensación de la biodiversidad en el SEIA” (SEA, 2022b), el valor del multiplicador será 1 si existe un gravamen legal de protección permanente del lugar, lo que incluye:

- Santuario de la naturaleza
- Derecho real de conservación
- Reserva Natural Municipal
- Otra figura de protección no incluida en el SNASPE

En el caso de humedales, cabe destacar especialmente las figuras de protección específicas para humedales, como son los:

- Humedales urbanos
- Humedales de importancia internacional o Sitios Ramsar

⁶⁵ Disponible en el sitio web de humedales del MMA: <https://humedaleschile.mma.gob.cl/inventario-humedales/>



ANEXOS





ANEXO 1. RESUMEN DE PERMISOS AMBIENTALES SECTORIALES POTENCIALMENTE APLICABLES

En el contexto de proyectos que potencialmente impacten a humedales, los titulares deberán analizar si algunas de las partes, obras y acciones les son aplicables los siguientes permisos ambientales sectoriales (PAS).

PAS 111

Nombre: Permiso para el vertimiento en las aguas sometidas a jurisdicción nacional desde naves, aeronaves, artefactos navales, construcciones y obras portuarias.

Oaeca: Ministerio de Defensa.

PAS 113

Nombre: Permiso para la instalación de plantas de tratamiento de instalaciones terrestres de recepción de mezclas oleosas cuyas aguas tratadas sean descargadas en las aguas sometidas a la jurisdicción nacional.

Oaeca: Ministerio de Defensa.

PAS 115

Nombre: Permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional.

Oaeca: Ministerio de Defensa.

PAS 118

Nombre: Permiso para realizar actividades de acuicultura en áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos.

Oaeca: Subsecretaría de Pesca.

PAS 119

Nombre: Permiso para realizar pesca de investigación.

Oaeca: Subsecretaría de Pesca.

PAS 120

Nombre: Permiso para iniciar trabajos de construcción, excavación, o para desarrollar actividades que pudieran alterar el estado natural de un Santuario de la Naturaleza.

Oaeca: Consejo de Monumentos Nacionales.

PAS 121

Nombre: Permiso para ejecutar labores mineras en lugares declarados parques nacionales, reservas nacionales o monumentos naturales.

Oaeca: Servicio Nacional de Geología y Minería.

PAS 122

Nombre: Permiso para ejecutar labores mineras en covaderas o en lugares que hayan sido declarados de interés histórico o científico.

Oaeca: Servicio Nacional de Geología y Minería.

PAS 125

Nombre: Permiso para la ejecución de labores mineras en sitios donde se han alumbrado aguas subterráneas en terrenos particulares o en aquellos lugares cuya explotación pueda afectar un caudal o la calidad natural del agua.

Oaeca: Seremi de Salud.

PAS 127

Nombre: Permiso para la corta y destrucción del Alerce.

Oaeca: Corporación Nacional Forestal.

PAS 128

Nombre: Permiso para la corta o explotación de araucarias vivas.

Oaeca: Corporación Nacional Forestal.

PAS 129

Nombre: Permiso para la corta o explotación de Queule -*Gomortega keule* (Mol.) Baillon, Pitao -*Pitavia punctata* (Mol.)-, Belloto del Sur -*Beilschmiedia berteroana* (Gay) Kostern-, Ruil -*Nothofagus alessandrii* Espinoza-, Belloto del Norte -*Beilschmiedia miersii* (Gay) Kostern.

Oaeca: Corporación Nacional Forestal.

PAS 130

Nombre: Permiso para realizar nuevas explotaciones o mayores extracciones de aguas subterráneas que las autorizadas, en zonas de prohibición que corresponden a acuíferos que alimentan vegas y bofedales en las Regiones de Arica y Parinacota, de Tarapacá y de Antofagasta.

Oaeca: Dirección General de Aguas.

PAS 132

Nombre: Permiso para hacer excavaciones de tipo arqueológico, antropológico y paleontológico.

Oaeca: Consejo de Monumentos Nacionales.

PAS 135

Nombre: Permiso para la construcción y operación de depósitos de relaves.

Oaeca: Servicio Nacional de Geología y Minería.

PAS 136

Nombre: Permiso para establecer un botadero de estériles o acumulación de mineral

Oaeca: Servicio Nacional de Geología y Minería.

PAS: 138

Nombre: 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.

Oaeca: Seremi de Salud.

PAS: 139

Nombre: Permiso para la construcción, reparación, modificación y ampliación de cualquier obra pública o particular destinada a la evacuación, tratamiento o disposición final de residuos industriales o mineros.

Oaeca: Seremi de Salud.

PAS: 141

Nombre: Permiso para la construcción, reparación, modificación y ampliación de relleno sanitario.

Oaeca: Seremi de Salud.

PAS: 146

Nombre: Permiso para la caza o captura de ejemplares de animales de especies protegidas para fines de investigación, para el establecimiento de centros de reproducción o criaderos y para la utilización sustentable del recurso.

Oaeca: Servicio Agrícola y Ganadero.

PAS: 147

Nombre: Permiso para la recolección de huevos y crías con fines científicos o de reproducción.

Oaeca: Servicio Agrícola y Ganadero.

PAS: 148

Nombre: Permiso para corta de bosque nativo.

Oaeca: Corporación Nacional Forestal.

PAS: 149

Nombre: Permiso para la corta de plantaciones en terrenos de aptitud preferentemente forestal.

Oaeca: Corporación Nacional Forestal.

PAS: 150

Nombre: Permiso para la intervención de especies vegetales nativas clasificadas de conformidad con el artículo 37 de la Ley N° 19.300, que formen parte de un bosque nativo, o alteración de su hábitat.

Oaeca: Corporación Nacional Forestal.

PAS: 151

Nombre: Permiso para la corta, destrucción o descepado de formaciones xerofíticas.

Oaeca: Corporación Nacional Forestal.

PAS: 152

Nombre: Permiso para el manejo de bosque nativo de preservación que corresponda a ambientes únicos o representativos de la diversidad biológica natural del país.

Oaeca: Corporación Nacional Forestal.

PAS: 153

Nombre: Permiso para la corta de árboles y/o arbustos aislados ubicados en áreas declaradas de protección.

Oaeca: Corporación Nacional Forestal.

PAS: 154

Nombre: Permiso para realizar exploraciones en terrenos públicos o privados de zonas que alimenten vegas o bofedales en las Regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y de Antofagasta.

Oaeca: Dirección General de Aguas.

PAS: 155

Nombre: Permiso para la construcción de ciertas obras hidráulicas.

Oaeca: Dirección General de Aguas.

PAS: 156

Nombre: Permiso para efectuar modificaciones de cauce.

Oaeca: Dirección General de Aguas.

PAS: 157

Nombre: Permiso para efectuar obras de regularización o defensa de cauces naturales.

Oaeca: Dirección Obras Hidráulicas – Dirección General de Aguas.

PAS: 158

Nombre: Permiso para ejecutar obras para la recarga artificial de acuíferos.

Oaeca: Dirección General de Aguas.

PAS: 159

Nombre: Permiso para extracción de ripio y arena en los cauces de los ríos y esteros.

Oaeca: Dirección de Obras Hidráulicas.

PAS: 160⁶⁶

Nombre: Permiso para subdividir y urbanizar terrenos rurales o para construcciones fuera de los límites urbanos.

Oaeca: Seremi Ministerio de Vivienda y Urbanismo-Servicio Agrícola Ganadero.

⁶⁶ De acuerdo con lo dispuesto en los DS N° 62, de 2019, y el DS N° 297, de 2020, ambos del Ministerio del Interior y Seguridad Pública, la competencia establecida en los incisos 2º, 3º y 4º del artículo 55 de la LGUC será ejercida, temporalmente por el plazo de un año, de forma compartida por los gobiernos regionales y las Seremi del Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

ANEXO 2. GLOSARIO

Acuífero: formación geológica que contiene o ha contenido agua bajo la superficie de la tierra posee la capacidad de almacenar y trasmitir agua.

Adicionalidad: principio de la compensación apropiada de biodiversidad que da cuenta que los resultados derivados de las acciones de la compensación apropiada (ganancias de biodiversidad) no habrían ocurrido si la compensación no se hubiera llevado a cabo. Estas medidas no deben responder a obligaciones preexistentes a las que esté sujeto el titular, el propietario del predio o su administrador, o bien, a acciones que cuenten con financiamiento estatal para su desarrollo.

Agua superficial: corresponde al agua que se encuentran naturalmente a la vista y que pueden corrientes o detenidas.

Área de influencia (AI)⁶⁷: 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.

Balance hídrico superficial: corresponde al almacenamiento de agua producto de la suma y resta de entradas y salidas de agua al sistema. Las entradas corresponden a la precipitación y flujos desde otras cuencas o fuentes, mientras que las salidas corresponden a la infiltración, evapotranspiración y extracciones.

Biodiversidad o Diversidad Biológica⁶⁸: la variabilidad de organismos vivos, que forman parte de todos los ecosistemas terrestres y acuáticos. Incluye la diversidad dentro de una misma especie, entre especies y entre ecosistemas.

Calidad del agua: corresponde a la caracterización de los parámetros físico, químicos y microbiológicos del agua, teniendo en cuenta que la calidad del agua es requisito para la mantención de diferentes servicios ecosistémicos y la supervivencia y el sostenimiento de los ecosistemas.

Cambio climático⁶⁹: Cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observado durante periodo de tiempo comparables.

⁶⁷ Referencia literal a) del artículo 2º, del Decreto Supremo N°40, de 2012, del MMA.

⁶⁸ Referencia Artículo 2º Ley N°19.300 de 1994, del MMA.

⁶⁹ Referencia letra b) del artículo 3º de la Ley N°21.455, de 2022, del MMA

Caudal ambiental⁷⁰: cantidad, estacionalidad y calidad de los flujos de agua que se requiere para mantener los ecosistemas de humedales, así como los medios de subsistencia y bienestar de las personas que dependen de estos ecosistemas.

Componente ambiental: elemento del medio ambiente con características físicas, químicas, biológicas o socioculturales, que puede tener un origen natural o artificial, y que cambia e interactúa, condicionando la vida de los ecosistemas. Para efectos del SEIA estos componentes permiten describir el área de influencia de un proyecto, los cuales se encuentran listados en la letra e) del artículo 18 del Reglamento del SEIA, exceptuando la letra e.11).

Declaración de Impacto Ambiental⁷¹: documento descriptivo de una actividad o proyecto que se pretende realizar, o de las modificaciones que se le introducirán, otorgado bajo juramento por el respectivo titular, cuyo contenido permite al organismo competente evaluar si su impacto ambiental se ajusta a las normas ambientales vigentes.⁷²

Ecosistema⁷²: corresponde a uno de los niveles de organización de la biodiversidad. Referido al complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y microorganismos y su medio no viviente, que interactúan como una unidad funcional.

Ecosistemas acuáticos continentales: para efectos de la presente Guía, se utiliza como equivalente de humedales.

Ecotipo: familia de humedales que comparten propiedades, atributos e incluso amenazas similares.

Ecotonos: zona natural de transición entre dos sistemas ecológicos diferentes y adyacentes, es decir, es el límite ecológico entre ellos.

Embalse⁷³: obra artificial donde se acopian aguas, en estos se puede acumular el agua durante los períodos de alta afluencia y bajo consumo.

Especie clave: corresponde a aquella especie que ejerce una influencia directa y desproporcionadamente grande para su biomasa sobre el ecosistema. La pérdida o degradación de una especie clave puede provocar cambios importantes en otras poblaciones de especies y modificar sensiblemente el ecosistema, convirtiéndolo en uno distinto. Las especies clave pueden cumplir diversas funciones en el o los ecosistemas donde estén presentes. Su condición de especie clave puede estar asociada a un rol estructurante, en la cadena trófica, de enlace o intermediario entre especies, u otros roles.

⁷⁰ Referencia literal d) del artículo 2º, del Decreto Supremo N°15, de 2020, del MMA.

⁷¹ Referencia literal f) del artículo 2º, de la Ley N°19.300, de 1994, del MMA

⁷² Referencia artículo 2º, Convención sobre la Diversidad Biológica.

⁷³ Comisión Nacional de Riego, 2020

Especies endémicas: aquellas que solamente habitan en un determinado territorio, ya sea un continente, un país, una región política administrativa, una región biogeográfica, una isla o una zona particular. Por lo tanto, las especies endémicas son un subconjunto de las especies nativas.

Especies nativas: aquellas originarias del lugar en donde habitan.

Estudio de Impacto Ambiental⁷⁴: documento que describe pormenorizadamente las características de un proyecto o actividad que se pretenda llevar a cabo o su modificación. Debe proporcionar antecedentes fundados para la predicción, identificación e interpretación de su impacto ambiental y describir la o las acciones que ejecutará para impedir o minimizar sus efectos significativamente adversos.

Evaluación de Impacto Ambiental⁷⁵: el procedimiento, a cargo del Servicio de Evaluación Ambiental, que en base a un Estudio o Declaración de Impacto Ambiental determina si el impacto ambiental de una actividad o proyecto se ajusta a las normas vigentes.

Factores generadores de impacto (FGI): se entenderán como aquellos capaces de generar impactos ambientales tales como las partes, obras y acciones de un proyecto o actividad, en consideración a su localización y temporalidad, así como sus emisiones, efluentes, residuos, explotación, extracción, uso o intervención de recursos naturales, mano de obra, suministros o insumos básicos y productos y servicios generados, según correspondan.

Hábitat⁷⁶: lugar o tipo de ambiente en el que existe naturalmente un organismo o una población.

Humedal⁷⁷: extensiones de marismas, pantanos y turberas o superficies cubiertas de agua, sean estas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluida las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no excede de seis metros..

Humedal protegido: aquellos ecosistemas acuáticos incluidos en la Lista a que se refiere la Convención Relativa a las Zonas Húmedas de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de las Aves Acuáticas, promulgada mediante Decreto Supremo N° 771, de 1981, del Ministerio de Relaciones Exteriores.

Humedal urbano⁷⁸: todas aquellas extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean estas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina,

⁷⁴ Referencia literal i) del artículo 2º, de la Ley N°19.300, de 1994, del MMA.

⁷⁵ Referencia literal j) del artículo 2º, de la Ley N°19.300, de 1994, del MMA.

⁷⁶ Referencia literal f) del artículo 2º, del Decreto Supremo N°15, de 2020, del MMA.

⁷⁷ Decreto N°771 Ministerio de Relaciones Exteriores. Promulga La Convención sobre Zonas Húmedas de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de las Aves acuáticas.

⁷⁸ Referencia literal g) del artículo 2º, del Decreto Supremo N°15, de 2020, del MMA.

cuya profundidad en marea baja no exceda los seis metros y que se encuentren total o parcialmente dentro del límite urbano.

Impacto ambiental⁷⁹: alteración del medio ambiente provocada directa o indirectamente por un proyecto o actividad en un área determinada.

Impactos ambientales significativos⁸⁰: aquellos impactos ambientales que generen o presenten alguno de los efectos, características o circunstancias del artículo 11 de la Ley N°19.300, conforme a lo establecido en el Título II del Reglamento del SEIA.

Impacto residual: pérdida significativa y permanente de componentes de biodiversidad en términos de su composición, estructura o funcionamiento, luego de verificados los impactos e implementadas las medidas de mitigación y reparación en el área de influencia del proyecto.

Medio ambiente⁸¹: el sistema global constituido por elementos naturales o 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.

Normativa ambiental aplicable: son aquellas normas cuyo objetivo es asegurar la protección del medio ambiente, la preservación de la naturaleza y la conservación del patrimonio ambiental, e imponen una obligación o exigencia cuyo cumplimiento debe ser acreditado por el titular del proyecto o actividad durante el proceso de evaluación ambiental, y durante toda la ejecución del proyecto.

Norma secundaria de calidad ambiental⁸² (NSCA): aquella que establece los valores de las concentraciones y períodos, máximos o mínimos permisibles de sustancias, elementos, energía o combinación de ellos, cuya presencia o carencia en el ambiente pueda constituir un riesgo para la protección o la conservación del medio ambiente, o la preservación de la naturaleza.

Nadis: terreno plano con vegetación palustre que se anega durante la temporada de lluvias por existir una capa impermeable de fierrillo bajo el suelo.

Objeto de protección (OP): elemento o componente del medio ambiente que el legislador busca proteger, ya sea a través de una norma de carácter ambiental, un permiso ambiental sectorial o la creación de un área protegida, y que para efectos del SEIA se pretende proteger de los impactos ambientales que pueda generar la ejecución de un proyecto o actividad. Los componentes ambientales que configuran objeto de protección del SEIA se desprenden del artículo 11 de la Ley N°19.300.

⁷⁹ Referencia literal k) del artículo 2º, de la Ley N°19.300, de 1994, del MMA.

⁸⁰ Referencia literal e) del artículo 2º, Reglamento del SEIA, DS N°40 de 2013, del MMA.

⁸¹ Referencia literal ll) del artículo 2º, de la Ley N°19.300, de 1994, del MMA.

⁸² Referencia literal ñ) del artículo 2º, de la Ley N°19.300, de 1994, del MMA.

Régimen hidrológico⁸³: comportamiento hidrológico del humedal que considera el nivel del agua, la variabilidad de los caudales, balances y tiempos de residencia del movimiento del agua a través del humedal.

Servicios ecosistémicos (SSEE): Para efectos del Ministerio del Medio Ambiente los SSEE son definidos como “la contribución directa o indirecta de los ecosistemas al bienestar humano”⁸⁴ (TEEB 2014). Para su clasificación se utiliza la propuesta de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MEA 2005), que clasifica los SSEE en cuatro grupos; provisión, regulación, culturales y soporte.

Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA): instrumento de gestión ambiental regulado por Ley N°19.300 y administrado por el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) para prevenir el deterioro ambiental al introducir esta dimensión en el diseño y ejecución de los proyectos y actividades que se realizan en el país. A través de él se evalúa y certifica que las actividades y proyectos estén en condiciones de cumplir los requisitos ambientales que le son aplicables de acuerdo con la legislación.

Tranque: reservorios de agua para irrigación o consumo humano, con un patrón de vaciado gradual y estacional.

Uso racional de los humedales⁸⁵: mantenimiento de las características ecológicas de los humedales, mediante la implementación del enfoque ecosistémico y considerando el desarrollo sustentable.

Vegetación azonal: se refiere a una formación vegetal que presenta una forma de distribución que responde a condiciones locales, normalmente asociadas a características del suelo o sustrato, o humedad, sin observarse un patrón continuo de distribución.

Vegetación ribereña o riparia: es aquella que se desarrolla en la ribera de los cursos o cuerpos de agua y que dependen de las condiciones de proximidad a dichos cuerpos y cursos agua y, por lo tanto, a la presencia de humedad en el suelo.

⁸³ Referencia literal s) del artículo 2º, del Decreto Supremo N°15, de 2020, del MMA.

⁸⁴ Referencia letra r) del artículo 2º, del Decreto Supremo N°15, de 2020, del MMA.

⁸⁵ Referencia literal g) del artículo 2º, del Decreto Supremo N°15, de 2020, del MMA.

ANEXO 3. BIBLIOGRAFÍA

- Chiang G., Munkittrick K.R., McMaster M.E., Barra R. y M. Servos. 2014. Regional cumulative effects monitoring framework: gaps and challenges for the Biobío river basin in South Central Chile. *Gayana*, 78(2): 109–119. Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-65382014000200004&lng=en&nrm=iso&tlang=en
- Conesa Fernández-Vitora, V., 1997. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Ediciones Mundi Prensa. 412 pp.
- Comisión Nacional de Riego (CNR). 2020. Manual de diseño de proyectos microhidroeléctricos en obras de riego. 237 pág. Disponible en: <https://www.cnr.gob.cl/wp-content/uploads/2020/04/Manual-de-Diseño-de-Proyectos-Microhidroeléctricos-en-Obras-de-Riego.pdf>
- Corporación Nacional Forestal (CONAF). 2020. Guía para la participación de CONAF en el SEIA. Disponible en: www.conaf.cl
- Dirección General de Aguas (DGA). 2016. Atlas del Agua. Chile 2016. Disponible en: <https://dga.mop.gob.cl/DGADocumentos/Atlas2016parte1-17marzo2016b.pdf>
- Gelcich S., Peralta L., González C., Camañó A., Fernández M. y Castilla J. 2011. Scaling-up marine coastal biodiversity conservation in Chile: A call to support and develop ancillary measures and innovative financing approaches. En: *Biodiversity Conservation in the Americas: Lessons and Policy Recommendations*. (Ed.) E.B. Figueroa. Editorial FEN-Universidad de Chile, Chile, Santiago, 2011, 199–216.
- GeoAdaptive Consultores Limitada. 2020. Clasificación y priorización de humedales de Chile. Preparado para el Ministerio del Medio Ambiente Licitación pública ID: 608897-43-LE19.
- Gerding, V. 2010. Suelos de humedales y trumao húmedos del sur de Chile. Reunión de trabajo sobre plantaciones forestales en Chiloé, con énfasis en suelos ñadi. Conference paper. Dalcahue 28 y 29 mayo 2010. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/277132029_Suelos_de_humedales_y_trumao_humedos_del_sur_de_Chile
- Gray, J. y M. Elliott. 2009. *Ecology of marine sediments from de science to management*. Segunda edición. Oxford University Press. Disponible en: <https://academic.oup.com/book/41808>
- Habit, E., Górski, K., Alò, D., Ascencio, E., Astorga, A., Colin, N., Contador, T., de los Ríos, P., Delgado, V., Dorador, C., Fierro, P., García, K., Parra, O., Quezada- Romegialli C., Ried, B., Rivera, P., Soto-Azat, C., Valdovinos, C., Vera-Escalona, I. y Woelfl, S. 2019. Biodiversidad de ecosistemas de agua dulce. En: Marquet et al. (editores) *Biodiversidad y cambio climático en Chile: Evidencia científica para la toma de decisiones*. Informe de la mesa de Biodiversidad. Santiago: Comité Científico COP25; Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación. Disponible en: https://cdn.digital.gob.cl/filer_public/5a/49/5a49de64-95d4-4ffa-bfb0-f102bb87f0bb/5biodiversidad-agua-dulce-habit.pdf

Inostroza, L., Zasada, I., y König, H. J. 2016. Last of the wild revisited: assessing spatial patterns of human impact on landscapes in Southern Patagonia, Chile. *Regional Environmental Change*, 16(7), 2071–2085.

Lindahl, O., Hart, R., Hernroth, B., Kollberg, S., Loo, L.-O., Olrog, L., Rehnstam-Holm, A. S., Svensson, J., Svensson, S. y U. Syversen. 2005. Improving marine water quality by mussel farming: a profitable solution for Swedish society. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 34, 131–138.

Lowell, R.B., Ring B., Pastershank G., Walker S., Trudel L. y K. Hedley. 2005. National Assessment of pulp and paper environmental effects monitoring data: Findings from Cycle 1 through 3. Environment Canada, Burlington (ON). NWRI Scientific Assessment Report Series No. 5. Disponible en: <https://publications.gc.ca/site/eng/9559282/publication.html>

Luebert, F. y P. Pliscoff. 2017. Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile (Vol. 2). Santiago, Chile: Editorial Universitaria. Disponible en: <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/181641>

Millennium Ecosystem Assessment (MEA). 2005. Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. World Resources Institute. Disponible en: <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.439.aspx.pdf>

Ministerio del Medio Ambiente (MMA). 2017. Estrategia Nacional de Biodiversidad (2017-2030). Disponible en: <https://biodiversidad.mma.gob.cl/>

Ministerio del Medio Ambiente (MMA). 2018. Plan Nacional de Protección de Humedales 2018-2022. Disponible en: <https://humedales.mma.gob.cl/>.

Ministerio del Medio Ambiente (MMA). 2020. Inventario nacional de humedales de Chile. Disponible en el [Geoportal del MMA](#).

Ministerio del Medio Ambiente y ONU Medio Ambiente, 2021. Guía de buenas prácticas ambientales en Humedales Costeros de Chile. Elaborada por Juan José Ortiz-Sandoval, consultor Proyecto GEF/SEC ID: 9766 “Conservación de humedales costeros de la zona centro-sur de Chile”. Ministerio del Medio Ambiente. Santiago, Chile.

Ministerio del Medio Ambiente y ONU Medio Ambiente, 2022. Guía de monitoreo de humedales. Elaborada por María Jesús Suazo, Consultora Proyecto GEF/SEC ID:9766 “Conservación de humedales costeros de la zona centro sur de Chile”. Ministerio del Medio Ambiente, Santiago, Chile.

Ministerio del Medio Ambiente (MMA). 2022. Plataforma SIMBIO. Disponible en: <https://simbio.mma.gob.cl>

Ministerio del Medio Ambiente (MMA) - ONU Medio Ambiente. 2022. Guía de delimitación y caracterización de humedales urbanos de Chile. Proyecto GEF/SEC ID: 9766 “Conservación de humedales costeros de la zona centrosur de Chile” por Edáfica Suelos y Medio Ambiente. Santiago, Chile. 200 p.

Munkittrick, K.R. 2004. Environmental effects of effluents from pulp and paper mills. p. 336-361.

In Northcote TG, Hartman GF (ed.), *Fishes and forests: an approach to fish-forestry interaction*. Blackwell Science, Oxford.

Pliscoff, P. 2015. Aplicación de los criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) para la evaluación de riesgo de los ecosistemas terrestres de Chile. Informe técnico. Disponible en: https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2016/08/Informe-final-Eval_ecosistemas_para_publicacion_16_12_15_sfm.pdf

Pliscoff, P. y F. Luebert. 2018. Ecosistemas terrestres. En: Biodiversidad de Chile. Patrimonio y desafíos. Tercera edición. Tomo II. 264 pg. Santiago de Chile. Disponible en: https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2019/04/Tomo_II_Libro-Biodiversidad-Chile-MMA-web.pdf

Pliscoff, P. y D. Uribe. 2020. Informe Proyecto ARCLIM: Biodiversidad. Centro de Cambio Global UC coordinado por Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia y Centro de Cambio Global UC para el Ministerio del Medio Ambiente a través de La Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). Santiago. Disponible en: https://arclim.mma.gob.cl/media/informes_consolidados/05_BIODIVERSIDAD_B.pdf

Püschel L. y R. Guijón. 2012. Compensación en biodiversidad en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. En: Actas de la Sexta Jornada de Derecho Ambiental, Visión Ambiental Global: presente y futuro. Jornadas Nacionales de Derecho Ambiental, Universidad de Chile.

Queirós, A.M., Birchenough, S.N., Bremner, J., Godbold, J.A., Parker, R.E., Romero-Ramirez, A., Reiss, H., Solan, M., Somerfield, P.J. y C. Colen. 2013. A bioturbation classification of European marine infaunal invertebrates. *Ecology and evolution*, 3, 3958-3985. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ece3.769>

Ramírez C., R. Mac Donald y C. San Martín. 1996. Uso forestal de los ecosistemas de «ñadi»: Riesgos ambientales de la transformación de suelos en la región de Los Lagos. *Ambiente y desarrollo*, 12(21): 82 -88. Disponible en: <https://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/20.500.13082/21275>

Riisgård, H.U., Egede, P.P. y Barreiro Saavedra, I. 2011. Feeding behaviour of the mussel, *Mytilus edulis*: new observations, with a minireview of current knowledge. *Journal of Marine Biology* 2011. Disponible en: <https://www.hindawi.com/journals/jmb/2011/312459/>

Sarmiento, F. O. (2001). Diccionario de ecología: paisajes, conservación y desarrollo sustentable para Latinoamérica. Editorial Abya Yala.

Sandström O. y E. Neuman. 2003. Long-term development in a Baltic fish community exposed to bleached pulp mill effluent. *Aquatic ecology*. 37:267-276. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1025855731450>

Sepúlveda, M.S., Johnson W.E., Higman J., Denslow N.D., Schoeb T.R. y T.S. Gross. 2002. An evaluation of biomarkers of reproductive function and potential contaminant effects in Florida largemouth bass (*Micropterus salmoides florianus*) sampled from the Saint Johns River. *Science of the Total Environment*. 289(1-3):133-1. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969701010294?via=ihub>

Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). 2019. Guía de evaluación ambiental: Recurso natural suelo.

Disponible en: https://www.sag.gob.cl/sites/default/files/guia_evaluacion_ambiental_recurso_natural_suelo_2019.pdf

Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). 2021. Guía de evaluación ambiental: Componente vegetación y flora silvestre de competencia del SAG. Disponible en: https://www.sag.gob.cl/sites/default/files/guia_flora_1.pdf

Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). 2012. Guía para el uso de modelos de aguas subterráneas en el SEIA. Disponible en: <https://sea.gob.cl>

Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). 2015. Guía para la descripción de los componentes suelo, flora y fauna de ecosistemas terrestres en el SEIA. Disponible en: <https://sea.gob.cl>

Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). 2016. Guía metodológica para determinar el caudal ambiental para centrales hidroeléctricas en el SEIA. Disponible en: <https://sea.gob.cl>

Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). 2017. Guía área de influencia en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Disponible en: <https://sea.gob.cl>

Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). 2022a. Criterio de Evaluación en el SEIA: Contenidos técnicos para la evaluación ambiental del recurso hídrico. Disponible en: www.sea.gob.cl

Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). 2022b. Guía para la compensación de la biodiversidad en el SEIA. Disponible en: www.sea.gob.cl

Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). 2022c. Guía metodológica para compensación de la biodiversidad en ecosistemas terrestres y acuáticos continentales. Disponible en: www.sea.gob.cl

Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). 2022d. Criterio de evaluación en el SEIA: Criterios técnicos para campañas de terreno de fauna terrestre y validación de datos. Disponible en: www.sea.gob.cl

Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). 2022e. Criterio de Evaluación en el SEIA: Objetos de protección. Disponible en: www.sea.gob.cl

Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). 2023a. Guía área de influencia de humedales en el SEIA. Disponible en: www.sea.gob.cl

Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). 2023b. Guía de evaluación de efectos adversos sobre recursos naturales renovables. Disponible en: www.sea.gob.cl

Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). 2023c. Guía metodológica para la consideración del cambio climático en el SEIA. Disponible en: www.sea.gob.cl

Theodorakis C.W., Lee K.L., Adams S.M. y C.B. Law. 2006. Evidence of altered gene flow, mutation rate, and genetic diversity in redbreast sunfish from a pulp-mill contaminate driver. *Environmental science & technology*, 40:377-386. Disponible en: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/es052095g>

