

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

GUÍA ÁREAS DE INFLUENCIA EN ECOSISTEMAS TERRESTRES



GUÍA ÁREAS DE INFLUENCIA EN ECOSISTEMAS TERRESTRES

Autor: Servicio de Evaluación Ambiental

Primera Edición

Santiago, noviembre de 2024

Diseño y diagramación: Servicio de Evaluación Ambiental

Ilustración de portada: FireFly de Adobe

Fotografías interior: Adobe Stock

Cómo citar este documento: Servicio de Evaluación Ambiental, 2024. Guía áreas de influencia en ecosistemas terrestres. 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 ÁREAS DE INFLUENCIA EN ECOSISTEMAS TERRESTRES

Esta primera edición de la **Guía áreas de influencia en ecosistemas terrestres** 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 consultora Cienciambiental, que a través de la adjudicación de una licitación pública, desarrolló las bases que permitieron comenzar la elaboración de la presente Guía.

También agradecemos a la Superintendencia del Medio Ambiente, al Ministerio del Medio Ambiente y a la Corporación Nacional Forestal por sus revisiones y aportes que contribuyeron a perfeccionar el documento para culminar con esta publicación.

PRESENTACIÓN

Actualmente el mundo se encuentra en un contexto de triple crisis ambiental, enfrentando la realidad del cambio climático, el aumento de la contaminación y la pérdida sostenida de biodiversidad. Por esta razón, en el 2015, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) aprobó la Agenda 2030 sobre el Desarrollo Sostenible, la cual cuenta con 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), entre los cuales se encuentra el Objetivo N°15, denominado “Vida de Ecosistemas Terrestres”, que se traduce en gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras, con el fin último de detener la pérdida de biodiversidad.

Chile, como Estado parte, asume el cumplimiento de dichos compromisos, por lo cual el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) identifica que en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) se requiere poner especial atención a los impactos sobre los ecosistemas y su biodiversidad.

Considerando esto y dando cumplimiento a un mandato legal¹, el SEA se encuentra constantemente uniformando los criterios, requisitos, condiciones, antecedentes y exigencias técnicas de la evaluación de impacto ambiental de proyectos y actividades, mediante la elaboración de guías, las que, para efectos de una continua mejora, pueden ser objeto de revisión y actualización.

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 SEIA, contribuyendo con la disminución de los márgenes de discrecionalidad en la toma de decisiones, como también, para entregar certezas jurídicas y técnicas en el proceso de evaluación de impacto ambiental.

Sobre la base de lo anterior, la elaboración de la **Guía áreas de influencia en ecosistemas terrestres** surge como una respuesta a la necesidad de presentar criterios técnicos para la delimitación, justificación y descripción de las áreas de influencia (AI) en todo tipo de ecosistemas terrestres, lo que es necesario tanto para la elaboración de una Declaración de Impacto Ambiental (DIA) como de un Estudio de Impacto Ambiental (EIA). Esto implicó la

¹ De acuerdo con lo indicado en el artículo 81, letra d), de la Ley N°19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente.

revisión y actualización de la *Guía para la descripción de los componentes suelo, flora y fauna de ecosistemas terrestres en el SEIA* (SEA, 2015), la cual ha sido sustituida por el presente documento y por la recientemente publicada *Guía metodológica para la descripción de ecosistemas terrestres* (SEA, 2024a).

De este modo, el objetivo de la presente Guía es **entregar criterios técnicos para delimitar y describir las AI, además de establecer los atributos relevantes que deben ser descritos para cada objeto de protección que integre los ecosistemas terrestres**. Con este fin se presentan contenidos teóricos y casos ilustrativos que ayudan a comprender las pautas a aplicar. Cabe señalar que quedan fuera del alcance de esta Guía las materias relativas a la predicción y evaluación de impactos o medidas.

Es preciso recordar que la correcta delimitación y descripción de las AI es crucial para la evaluación de impactos en el contexto del SEIA. Sin una adecuada determinación y justificación de estas, puede ser necesaria la realización de nuevas campañas de terreno, un nuevo proceso de evaluación y predicción de impacto, o incluso puede producir el término anticipado de la evaluación.

Por lo tanto, este documento pretende orientar a la ciudadanía, titulares y consultores, así como también facilitar la labor de los evaluadores del SEA y de los distintos Oaeca que participan en el SEIA, contribuyendo a perfeccionar y dar fluidez a los procesos de evaluación, y aproximarnos con ello a los objetivos de desarrollo sustentable que ha comprometido nuestro país.

Se hace presente que la observancia, aplicación y vigencia de esta guía se rige por el Ordinario N°202499102679, de fecha 30 de julio 2024, que deja sin efecto y complementa instrucciones sobre la aplicabilidad de las guías y criterios de evaluación publicados por la Dirección Ejecutiva del SEA. Conforme a dicho instructivo, y sin perjuicio de su publicación previa en la página *web* del SEA, la presente guía entrará en vigencia solo a partir de la publicación de su extracto en el Diario Oficial, debiendo ser observada por aquellos proyectos que ingresen al SEIA a contar de esa fecha, sin perjuicio de lo cual aquellos titulares de proyectos que se encuentren en evaluación podrán, si así lo estiman, aplicar estos criterios de manera voluntaria.

Dirección Ejecutiva
Servicio de Evaluación Ambiental

RESUMEN

La *Guía áreas de influencia en ecosistemas terrestres* está diseñada para facilitar la delimitación y descripción de las áreas de influencia (AI) en el SEIA, estableciendo criterios técnicos y ejemplificando su aplicación.

Las AI son el espacio geográfico en que se predice la presencia de los impactos ambientales de un proyecto, por lo tanto, fuera del límite espacial del AI se entiende que las características del componente ambiental permanecen iguales a la condición sin proyecto.

Las AI deben ser definidas para cada uno de los componentes ambientales que son objeto de protección en el SEIA, y en esta Guía, se entregan criterios y fundamentos para la delimitación de las AI de los componentes suelo, flora y vegetación, fauna y ecosistema terrestre.

Para la delimitación de las AI se deben considerar:

- Las **partes, obras y acciones** del proyecto que se identifiquen como factores generadores de impactos (FGI), ya que desde su ubicación se establece un punto de partida geográfico para la manifestación de los impactos ambientales, así como también las características de dichos impactos.
- La localización, distribución y características de los **componentes ambientales expuestos** a impactos.
- La **predicción de los impactos**, utilizando herramientas cualitativas y cuantitativas para describir su expresión en el territorio, lo que se realiza para las fases de construcción, operación y cierre del proyecto.

Dentro de las complejidades necesarias de abordar al predecir impactos en ecosistemas terrestres se encuentra el análisis de las consecuencias directas e indirectas que se desencadenan. Esto implica comprender la composición, estructura y funciones del ecosistema, y con ello observar cómo incidiría el proyecto en las relaciones entre componentes y sus cambios en términos de calidad y cantidad.

Los ecosistemas son sistemas complejos y adaptativos, con miles de interacciones entre sus componentes que definen su funcionamiento y resiliencia, es decir, su capacidad para recuperarse de perturbaciones. Las interacciones dentro del ecosistema tienen diferentes **temporalidades**: algunas son rápidas y fácilmente observables, como la relación entre

aves y vegetación; mientras que otras son más lentas, como la erosión del suelo. También varían en **frecuencia**, siendo algunas permanentes y otras temporales, pero cruciales para la supervivencia de ciertas especies.

En este sentido, la **descripción precisa de los atributos y singularidades** de los componentes ambientales es fundamental, ya que contribuye a una mejor predicción de los cambios de condición, así como también al diseño de medidas más efectivas.

Esta descripción de los componentes se realiza para aquellos que se encuentran dentro del AI, y puede ser **general**, cuando no existan impactos significativos, o **detallada**, cuando se trate de impactos significativos. Además, ésta debe ser **representada cartográficamente**, utilizando Sistemas de Información Geográfica (SIG) en una escala adecuada, es decir, que permitan visualizar y entender las singularidades de los componentes impactados y la ubicación de los FGI.



SIGLAS Y ACRÓNIMOS

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

AI	: Área de influencia
CICES	: Clasificación Común Internacional de los Servicios Ecosistémicos, por sus siglas en inglés, <i>Common International Classification of Ecosystem Services</i>
DIA	: Declaración(es) de Impacto Ambiental
ECC	: Efectos, características y circunstancias
EIA	: Estudio(s) de Impacto Ambiental
Oaeca	: Órgano(s) de la Administración del Estado con Competencia Ambiental
OP	: Objeto de protección
PAS	: Permiso(s) Ambiental(es) Sectorial(es)
RCA	: Resolución de Calificación Ambiental
SEA	: Servicio de Evaluación Ambiental
SEIA	: Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental
SSEE	: Servicios ecosistémicos
SVCGH	: Sistemas de vida y costumbres de grupos humanos



ÍNDICE

PRESENTACIÓN	5
RESUMEN	7
SIGLAS Y ACRÓNIMOS	9
1. INTRODUCCIÓN	14
1.1 Objetivos y alcances de la Guía	14
1.2 Órganos con competencia ambiental	16
2. MARCO CONCEPTUAL	20
2.1 Objetos de protección ambiental en los ecosistemas terrestres.....	20
2.2 Componentes e interacciones en ecosistemas terrestres	21
2.3 Servicios ecosistémicos de los ecosistemas terrestres.....	24
2.4 Modelación ecosistémica: conceptual y cuantitativa	28
3. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	32
3.1 Factores generadores de impactos.....	32
3.2 Aproximación general a las áreas de influencia.....	37
3.3 Metodología básica para la delimitación de áreas de influencia.....	40
4. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS SOBRE LOS ECOSISTEMAS TERRESTRES Y SUS COMPONENTES.....	46
4.1 Suelo	46
4.2 Flora y vegetación	48
4.3 Fauna	48
4.4 Ecosistemas terrestres.....	50
5. CRITERIOS Y CASOS PARA LA DELIMITACIÓN DE ÁREAS DE INFLUENCIA EN ECOSISTEMAS TERRESTRES.....	54
5.1 Suelo	54
Caso 1: Pérdida de suelo y de su capacidad de sustentar biodiversidad por remoción, nivelación, compactación e impermeabilización	55
Caso 2: Pérdida de suelo por erosión	56
Caso 3: Pérdida de calidad química y biológica del suelo por contaminación	57

5.2	Flora y vegetación	59
	Caso 4: Alteración de la vegetación por depósito de material particulado.....	59
	Caso 5: Deseccación de la vegetación por disminución del nivel freático	60
	Caso 6: Pérdida de flora y vegetación por corta.....	62
5.3	Fauna	63
	Caso 7: Alteración o pérdida de fauna de baja movilidad por eliminación de hábitat.....	63
	Caso 8: Pérdida de individuos de alta movilidad por colisión	64
5.4	Ecosistemas terrestres.....	65
	Caso 9: Pérdida de ecosistemas por acondicionamiento de terreno.....	65
	Caso 10: Pérdida de servicios ecosistémicos relevantes para la población local	67
	Caso 11: Fragmentación de hábitat de fauna	73
6.	ATRIBUTOS REQUERIDOS PARA LA DESCRIPCIÓN DE ÁREAS DE INFLUENCIA.....	76
6.1	Suelo	78
	6.1.1 Atributos para la descripción general	78
	6.1.2 Atributos para la descripción detallada	80
6.2	Flora y vegetación	81
	6.2.1 Atributos para la descripción general	81
	6.2.2 Atributos para la descripción detallada	83
6.3	Fauna	85
	6.3.1 Atributos para la descripción general	85
	6.3.2 Atributos para la descripción detallada	86
6.4	Ecosistema	87
	6.4.1 Atributos para la descripción general	87
	6.4.2 Atributos para la descripción detallada	89
ANEXO 1.	GLOSARIO	92
ANEXO 2.	INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA	95
	Definición y delimitación de ecosistemas.....	99
	Selección de servicios ecosistémicos.....	101
	Uso y valoración de servicios ecosistémicos	102
ANEXO 3.	BIBLIOGRAFÍA.....	103

1. INTRODUCCIÓN



1. INTRODUCCIÓN

1.1 Objetivos y alcances de la Guía

.....

El objetivo de la presente Guía es entregar los fundamentos para desarrollar una correcta delimitación y descripción de las áreas de influencia (AI) de los objetos de protección que son parte de los ecosistemas terrestres, considerando entre ellos componentes bióticos y abióticos, así como al ecosistema en su conjunto.

.....

El alcance es abarcar todo tipo de ecosistemas terrestres, indicando los atributos y criterios básicos que permiten su descripción, en función de los diferentes tipos de impactos que se presentan comúnmente en proyectos o actividades sometidos al SEIA.

Es necesario destacar que entre los componentes que atiende la Guía se encuentran el suelo, flora y vegetación, fauna y ecosistema. Esta Guía no desarrolla contenidos respecto de calidad del aire, calidad y cantidad de agua; y tampoco aborda temáticas vinculadas a la salud de la población o el valor paisajístico, turístico y patrimonial de una zona, puesto que para ello existen otras publicaciones del SEA disponibles en el [Centro de Documentación](#) del sitio *web* del SEA. Así, el alcance y foco de esta Guía está en aquellos componentes que son clave en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas terrestres.

En la Figura 1 se esquematizan las principales etapas del proceso de evaluación de un proyecto o actividad en el SEIA y el alcance de la presente Guía en dicho proceso.



Figura 1. Contenidos y alcances de esta Guía en el proceso de evaluación ambiental



Fuente: elaboración propia.

Se espera que los **usuarios** de esta Guía sean todos los actores involucrados en el proceso de evaluación ambiental que tengan algún nivel de formación o conocimiento técnico en materias de medio ambiente y, en particular, en temas referidos a recursos naturales. Entre ellos se encuentran los titulares y consultores de proyectos de inversión, quienes podrán llevar a la práctica las orientaciones presentadas en esta Guía al momento de delimitar y describir las AI. A su vez, los evaluadores del SEA y de los diferentes Oaeca verán la utilidad de esta Guía al aplicar las directrices que se entregan en el análisis de los proyectos presentados por los titulares. Finalmente, aquellos miembros de la ciudadanía y la sociedad civil organizada con interés y conocimientos del proceso de evaluación podrán utilizar esta información, en particular, para formular observaciones en los procesos de participación ciudadana referidas a la delimitación y descripción de AI.

Los contenidos de esta Guía deben complementarse con los contenidos mínimos y criterios de evaluación establecidos en la Ley N°19.300 de 1994, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia que aprueba la Ley de bases generales del medio ambiente, y el DS N°40, de 2012, del Ministerio de Medio Ambiente, que aprueba el Reglamento del SEIA, cuyo cumplimiento es de exclusiva responsabilidad del titular del proyecto o actividad que se somete al SEIA. Así también 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.

1.2 Órganos con competencia ambiental

Tal como se indica en el artículo 24 del Reglamento del SEIA, los Oaeca son aquellos que cuentan con atribuciones en materia de permisos o pronunciamientos ambientales sectoriales, junto con aquellos que poseen atribuciones legales asociadas directamente con la protección del medio ambiente, la preservación de la naturaleza o el uso y manejo de algunos de sus componentes.

Durante un procedimiento administrativo de evaluación de impacto ambiental le corresponde a los respectivos Oaeca emitir fundadamente y dentro del ámbito de sus competencias², un pronunciamiento respecto de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) o Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del proyecto sometido al SEIA. Al tratarse de un EIA, 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, y si las medidas propuestas por el titular se hacen cargo apropiadamente de los efectos, características y circunstancias (ECC) establecidos en el artículo 11 de la Ley N°19.300.

En relación con esta Guía, **los Oaeca deben pronunciarse sobre la delimitación y descripción de las AI que presenten los ecosistemas terrestres**, específicamente de la descripción y análisis del suelo, plantas, algas, hongos, animales silvestres u otros elementos bióticos³, además de los servicios ecosistémicos que estos proveen.

Los Oaeca que poseen competencias sobre los ecosistemas terrestres en el marco de la presente Guía, son los siguientes:

- Ministerio del Medio Ambiente (MMA).
- Servicio Agrícola y Ganadero (SAG).
- Corporación Nacional Forestal (Conaf).
- Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas (SBAP).

² Respecto del pronunciamiento fundado y dentro del ámbito de las competencias del respectivo Oaeca, ver los artículos 35, 38, 40 y 43 del Reglamento del SEIA, en el caso de un EIA; y artículos 47, 50, 52 y 55, en el caso de una DIA.

³ Referencia artículo 18, letra e.2 del Reglamento SEIA.

Desde el punto de vista de los servicios ecosistémicos (SSEE), que los ecosistemas terrestres proveen, se identifican competencias de otros Oaeca, tales como el Ministerio de Desarrollo Social, la Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (Conadi), el Ministerio de Agricultura y el Servicio Nacional de Turismo (Sernatur), quienes tendrían la potestad para realizar observaciones en asuntos asociados a los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos (SVCGH), valor paisajístico y valor turístico.

A continuación, se enuncian las competencias de los Oaeca señalados anteriormente, haciendo presente que **sólo se indican aquellas competencias que pueden tener alguna relación con la identificación de impactos y su correspondiente evaluación o determinación de si generan o presentan efectos adversos significativos** sobre la calidad de los ecosistemas terrestres, la cantidad y calidad de sus componentes, incluidos flora, fauna y suelo. Lo anterior, sin perjuicio de otras competencias que puedan tener estos organismos, tanto en relación con las demás letras del artículo 11 de la Ley, como sobre otras materias que comprende la evaluación de impacto ambiental en el SEIA, por ejemplo, normativa, PAS, entre otros.

- **Competencias del Ministerio del Medio Ambiente**

Las competencias del MMA se desprenden de las atribuciones legales establecidas en el artículo 70 de la Ley N°19.300. Tales competencias dicen relación con:

- Recuperación y conservación de los recursos hídricos, genéticos, flora, fauna, hábitats, paisajes, ecosistemas y espacios naturales, en especial los frágiles y degradados.
- Protección y conservación de la biodiversidad.
- Prevención de la contaminación del suelo, agua y aire.

- **Competencias del Servicio Agrícola Ganadero**

Las competencias del SAG se desprenden de sus atribuciones legales establecidas en la Ley N°18.755, que establece normas sobre el Servicio Agrícola y Ganadero; la Ley de Caza N°19.473, que sustituye texto de la Ley N°4.601; y el artículo 609 del Código Civil; y la normativa que se dicte de conformidad a estas leyes. Tales competencias tienen relación con:

- Protección de la flora y fauna.
- Conservación del suelo y agua⁴ que evite la erosión del suelo y mejore su fertilidad y drenaje.

⁴ Se interpreta que la función explícita de "asegurar la conservación de suelos y agua" tiene como fin proteger el suelo.

- **Competencias de la Corporación Nacional Forestal**

Las competencias de Conaf se encuentran definidas en sus estatutos aprobados mediante el DS N°1.546, de 2009, del Ministerio de Justicia (Estatutos de Conaf); el DL N°701, de 1974, que Fija Régimen Legal de los Terrenos Forestales Preferentemente Aptos para la Forestación y Establece Normas de Fomento sobre la Materia, sustituido mediante el DL N°2.565, de 1979, Sustituye DL N°701, de 1974, que Somete los Terrenos Forestales a las Disposiciones que Señala; la Ley N°20.283 sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal; el DS N°82, de 2011, del Ministerio de Agricultura, que aprueba reglamento de suelos, aguas y humedales; el DS N°4.363, de 1931, del Ministerio de Tierras y Colonización, Ley de Bosques, y la normativa que se dicte de conformidad a estas leyes. Tales competencias se relacionan con la protección y conservación de los recursos forestales, en particular respecto a los siguientes recursos:

- Bosque nativo, plantaciones ubicadas en terrenos de Aptitud Preferentemente Forestal (APF), plantaciones bonificadas ubicadas en suelos reconocidos como forestables, cortinas cortavientos bonificadas, bosques naturales de especies exóticas y bosque nativo de preservación.
- Formaciones vegetacionales xerofíticas.
- Formaciones vegetacionales de matorrales ubicadas en terrenos de APF.
- Flora leñosa y suculenta clasificadas según su estado de conservación de acuerdo con lo estipulado en la Ley N°19.300.
- Especies declaradas Monumento Natural⁵.
- Árboles y arbustos aislados ubicados en lugares específicos del territorio, identificados según decretos dictados de conformidad al artículo 4° de la Ley N°18.378.
- Productos forestales no madereros.
- Protección de suelos, cuerpos y cursos naturales de agua.

- **Competencias del Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas.**

Las competencias del SBAP se desprenden de la Ley N°21.600 del Ministerio del Medio Ambiente, de 2023. Sus atribuciones en el SEIA quedan explícitas en el artículo 5° letra i) de esta Ley, donde se indica que el SBAP debe *“pronunciarse sobre los impactos de los proyectos o actividades sobre la biodiversidad, incluyendo las condiciones o medidas para mitigar, restaurar o compensar esos impactos, en el marco del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental”*⁶.

⁵ Las especies declaradas Monumento Natural son las siguientes: Alerce —*Fitzroya cupressoides* (Mol.) Johnston—, Pehuén —*Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch—, Queule —*Gomortega keule* (Mol.) Baillon—, Pitao —*Pitavia punctata* (Mol.)—, Belloto del Sur —*Beilschmiedia berteroaana* (Gay) Kostern, Ruil —*Nothofagus alessandrii* Espinosa— y Belloto del Norte —*Beilschmiedia miersii* (Gay) Kostern. Cabe tener presente que estas especies constituyen recursos protegidos y, por lo tanto, corresponde también evaluar la generación o presencia del efecto, característica o circunstancia establecida en la letra d) del artículo 11 de la Ley N°19.300.

⁶ Cabe indicar que al momento de publicación de este documento el SBAP aún no se encuentra en pleno funcionamiento.

2.

MARCO CONCEPTUAL



2.

2. MARCO CONCEPTUAL

2.1 Objetos de protección ambiental en los ecosistemas terrestres

Dentro del marco del SEIA, el término **objeto de protección (OP)**⁷ se utiliza para hacer referencia a aquellos elementos o componentes del medio ambiente susceptibles a recibir alguno de los ECC descritos en el artículo 11 de la Ley N°19.300 y los artículos 5° al 10 del Reglamento del SEIA, y de este modo, protegerlos de los posibles impactos ambientales que pudiera generar un proyecto a actividad.

De acuerdo con el artículo 6° del Reglamento del SEIA, podemos reconocer los siguientes OP en ecosistemas terrestres:

- Suelo
- Agua⁸
- Aire⁹
- Biota (plantas¹⁰, algas, hongos, líquenes, animales silvestres¹¹ y biota intervenida)
- Ecosistemas

⁷ Para profundizar en la materia referida a objetos de protección se recomienda la lectura del documento *Criterio de evaluación en el SEIA: Objetos de protección* (SEA, 2022a).

⁸ Para los alcances de esta Guía no se incluye el agua o recurso hídrico, dado que este se trabaja en detalle dentro de la *Guía de área de influencia de humedales en el SEIA* (SEA, 2023c).

⁹ Para los alcances de esta Guía no se incluye el aire, dado que este se trabaja en detalle dentro de la *Guía calidad del aire en el área de influencia de proyectos que ingresan al SEIA* (SEA, 2015a).

¹⁰ Entiéndase como flora y vegetación.

¹¹ Incluyendo fauna vertebrada e invertebrada.

Respecto al **valor ambiental del territorio**, en el artículo 8° del Reglamento del SEIA se indica que el desarrollo de un EIA también aplica cuando un proyecto o actividad “*se localiza en o próximo 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*”. Esto implica la consideración y evaluación de recursos o ecosistemas protegidos y de los servicios que proveen los ecosistemas, contenido que se aborda con más detalle en el capítulo 2.3 del presente documento.

Para el caso de los **ecosistemas que cuentan con protección legal**, como las áreas protegidas, los componentes o características que definen su protección están indicados en los decretos o resoluciones de creación de éstas¹², o en instrumentos complementarios como sus planes de manejo, lo que se debe revisar caso a caso para identificar los OP que sustentan la protección legal, los impactos del proyecto sobre estos OP y con ello definir el AI correspondiente.

2.2 Componentes e interacciones en ecosistemas terrestres

De acuerdo con la definición clásica de ecosistemas, estos son sistemas abiertos, compuestos por una comunidad biótica y el entorno abiótico con el que interactúa (Odum, 1963). Así, los ecosistemas terrestres están compuestos por **toda la biodiversidad** presente en un área geográfica determinada, incluyendo sus interacciones con los distintos **componentes abióticos, los que crean el hábitat de las especies presentes en ella y otorgan estructura al ecosistema**.

Los componentes abióticos estructurantes son:

- El **agua** en todo su ciclo, incluyendo el agua superficial, subterránea, biótica y atmosférica, dulce o salobre.
- El **aire**, que incluye la atmósfera, el clima y la calidad de aire.
- El **suelo**, incluyendo su disponibilidad y calidad, entre otros atributos.

Desde una perspectiva ecosistémica, las interacciones entre componentes ecosistémicos corresponden a **flujos dinámicos de materia, energía, organismos y genes**, los que, de acuerdo con la intensidad de las relaciones, definen un funcionamiento en particular. Un ecosistema terrestre, en teoría, sería un sistema con miles o millones de factores y componentes, donde cada uno parte de varias redes paralelas de interacciones, con una historia evolutiva común y en constante cambio, siendo, por lo tanto, **sistemas complejos y adaptativos**.

¹² Por ejemplo: la Res. Ex. 384/2006 del Ministerio de Bienes Nacionales que destina el terreno fiscal denominado Isla Grande, indica en su art. 3° que esta destinación tendrá como objeto específico de conservación y protección el hábitat de las aves *Pelecanoides Garnotii*, *Spheniscus humboldti*, *Oceanodroma tethys Kelsalli*, *Phalacrocorax gaimardii*; y los mamíferos marinos *Lontra felina* y *Otaria flavescens*.

Esta complejidad funcional es la base de la **resiliencia de un ecosistema**, es decir, de la capacidad de un sistema o sus componentes para anticipar, absorber, adaptarse o recuperarse de efectos adversos, manteniendo su función esencial, conservando al mismo tiempo la capacidad de adaptación, aprendizaje y transformación¹³.

En este sentido, no sólo las especies protegidas o singulares son relevantes, pues se debe tener en cuenta **la función o rol de cada componente** del ecosistema (ya sean bióticos o abióticos). En este sentido son clave las especies que cumplen un rol relevante en el funcionamiento y estructura del ecosistema, por ejemplo, cuando dan refugio o alimento a otras especies. Este es el caso, por ejemplo, de las leguminosas capaces de capturar nitrógeno atmosférico, como *Vachellia caven*¹⁴, cuyo rol incluye, entre otros, el mantener la fertilidad del suelo, y con ello facilitar la conservación y propagación de otras especies, y el establecimiento de nuevas comunidades.

El enfocarse en componentes clave¹⁵ para la biodiversidad y sus interacciones es de gran ayuda para comprender el funcionamiento de un ecosistema y analizar los impactos directos e indirectos sobre este. Para ello es necesario priorizar y seleccionar aquellas interacciones más relevantes de acuerdo con los potenciales impactos sobre los OP identificados dentro del AI. Existen tres criterios preponderantes en este proceso, **la temporalidad, la frecuencia y la resiliencia**, materia en la cual se profundiza a continuación.

- **Temporalidad**

Las interacciones son flujos entre componentes, y como tal son dinámicas, es decir, tienen un **comportamiento variable en el tiempo** y entenderlo permite cuantificar la relevancia de una interacción, además de dar indicios sobre cómo caracterizarlas y medirlas.

Las **interacciones rápidas** se pueden observar en un tiempo acotado de monitoreo y seguimiento, o deducir a partir de las características básicas de los componentes del ecosistema. Un ejemplo de ello es la relación avifauna-vegetación o insecto-planta por medio de la alimentación, donde un conocimiento básico del lugar a intervenir permite presumir que, por ejemplo, al reducir una zona de bosque se puede afectar la disponibilidad de alimento de las aves o insectos.

También existen **interacciones lentas**, que pueden ser más complejas de identificar, pues requieren proyectar dinámicas que no son observables en un período acotado. Por ejemplo,

¹³ Definición adaptada del artículo 3º, letra q), de la Ley N°21.455 o Ley Marco de Cambio Climático, la cual hace referencia a la resiliencia climática.

¹⁴ Sinonimia *Acacia caven* (DS N°68, de 2009, del Ministerio de Agronomía, que establece, aprueba y oficializa nómina de especies arbóreas y arbustivas originarias del país).

¹⁵ Son considerados "clave" todos aquellos componentes de biodiversidad que destacan como prioridades de preservación por los valores intrínsecos (ecológicos) y los servicios ecosistémicos que proveen.

el proceso de erosión o la evolución de un cono de depresión de una extracción de aguas subterráneas se puede deducir con base en fundamentos científicos y teóricos, requiriendo predecir el impacto en un largo plazo para poder definir un AI que efectivamente represente el funcionamiento del sistema. Una herramienta para disminuir esta incertidumbre es el uso de modelos dinámicos, que permiten proyectar el comportamiento de un sistema.

- **Frecuencia**

Las interacciones entre componentes presentan en su dinámica cierta periodicidad. Cuando éstas se describen como **permanentes** se refiere a que hay interacciones entre componentes de los ecosistemas que son frecuentes y dependientes, es decir, la falta de uno de los componentes o la desaparición de la interacción podría provocar la desaparición de uno o más componentes del ecosistema, esto es especialmente relevante en interacciones de mutualismo obligado, en otras palabras, cuando una especie depende de la existencia de otra para la propia. Un ejemplo es la interacción permanente entre la vegetación azonal y el agua subterránea, de la fauna con sus sitios de alimentación e hidratación o la retención de suelo por parte de la vegetación.

A su vez, existen interacciones **puntuales o temporales**. Éstas hacen referencia a interacciones no permanentes en el tiempo, pero que pueden resultar clave para la sobrevivencia de una especie. Por ejemplo, el proceso de reproducción y alimentación de la avifauna local y migratoria, la que ocurre sólo durante algunos meses del año, o los usos culturales (ej. ceremonias) de los ecosistemas por parte de pueblos originarios.

- **Resiliencia**

Es importante tener en cuenta que la afectación de una interacción no necesariamente genera la degradación total de los ecosistemas, ya que estos son resilientes a las perturbaciones. Esto significa que los ecosistemas son capaces de **resistir cierto grado de perturbación sin perder su integridad ecológica y funcionalidad**.

La estimación de la resiliencia es una tarea compleja donde toman especial relevancia los aspectos funcionales y estructurales de los distintos componentes de un ecosistema. **Mientras más alterado se encuentre un componente, menor será su capacidad de resiliencia.**

2.3 Servicios ecosistémicos de los ecosistemas terrestres

Desde la perspectiva de la definición clásica de ecosistemas se puede inferir que la afectación de un componente o proceso de un ecosistema puede generar una alteración en las interacciones entre componentes, afectando el sistema ecológico completo. Esta alteración puede perturbar la integridad del ecosistema y tener **efectos directos e indirectos sobre la sociedad**, en especial sobre aquellos grupos más vulnerables, a través de cambios en la disponibilidad de servicios ecosistémicos (SSEE) que son factores clave del bienestar humano.

Es necesario tener en cuenta que los ecosistemas terrestres pueden presentar interacciones con distintos grupos humanos a través de procesos que constituyen las relaciones de dependencia sociedad-naturaleza arraigadas en la cultura de los distintos territorios, como pesca artesanal, extracción de leña, ceremonias religiosas o espirituales, entre otras¹⁶, lo cual releva ciertos recursos naturales en el marco de la evaluación de impactos relativos al artículo 7° letras a) y d) del Reglamento del SEIA.

A nivel nacional el concepto de SSEE se ha ido incorporando paulatinamente en las políticas públicas. El 2008 se integra por primera vez en la Ley N°20.283 sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal, y luego, el 2012, el concepto se agrega en el artículo 8° del Reglamento del SEIA, indicando que *"se entenderá que un territorio cuenta con valor ambiental cuando corresponda a un territorio con nula o baja intervención antrópica y provea de servicios ecosistémicos locales relevantes para la población, o cuyos ecosistemas o formaciones naturales presentan características de unicidad, escasez o representatividad"*. De esta forma, **se incorpora la obligación a los titulares de proyecto de considerar los servicios ecosistémicos relevantes como una variable para estimar el valor ambiental del territorio.**

.....

Los SSEE son considerados en el SEIA como un atributo o cualidad que emana de los ecosistemas, y que tiene relevancia en términos de la descripción del valor del territorio. En este sentido cabe recalcar que **los SSEE no corresponden a objetos de protección.**

Una contribución importante de la perspectiva de los SSEE en el SEIA es que permiten ilustrar la relevancia de las interacciones entre las especies y su hábitat con la calidad de vida de los grupos humanos, la mantención de sus sistemas de vida y costumbres, el valor paisajístico y el valor turístico.

.....

¹⁶ Ver Guía área de influencia de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos en el SEIA (SEA, 2020).

Dada la importancia transversal de los SSEE en los sistemas socioambientales es que su estudio también es solicitado por organizaciones internacionales que buscan mejorar el desempeño de los proyectos. Para ello se guían por los estándares de gestión sugeridos por el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB)¹⁷, la Corporación Financiera Internacional (IFC)¹⁸, el Banco Mundial¹⁹, entre otros.

A partir de este contexto y los compromisos que asume el Estado de Chile es que el MMA adopta la definición de SSEE²⁰ entregada por *The Economics of Ecosystems and Biodiversity* (TEEB)²¹, quienes lo plantean como “**la contribución directa e indirecta de los ecosistemas al bienestar humano**”, definición que es luego incorporada en la legislación nacional.

Los numerosos servicios que entregan los ecosistemas han sido clasificados para estandarizar y simplificar su análisis. La propuesta más usada actualmente a nivel internacional es la de CICES (por sus siglas en inglés *Common International Classification of Ecosystem Services*²²), la que presenta un listado de 48 clases de SSEE (ver Anexo 5.3 Clasificación de servicios ecosistémicos), los cuales se encuentran divididos en tres categorías: provisión, regulación y mantenimiento, y culturales²³.

- Los **servicios de provisión** entregan beneficios materiales directos a las personas, generalmente con un valor monetario, como la madera de los bosques, fibras, agua limpia, recursos bioquímicos, genéticos, entre otros. El valor de los servicios de provisión no sólo es monetario, ya que pueden tener también un valor de existencia o no-uso.
- Los **servicios de regulación y mantención** corresponden a un conjunto de procesos ecosistémicos de gran valor, pero que, por lo general, no tienen un valor monetario directo. Incluyen aspectos como regulación de las poblaciones naturales a través de la disponibilidad de alimento y refugio, la polinización, la reproducción de las plantas, la

¹⁷ Se recomienda revisar las directrices del CDB, para lo cual se puede acceder mediante el siguiente enlace: <https://www.cbd.int/gbo/>.

¹⁸ Se recomienda revisar los estándares de rendimiento que establece el IFC en el siguiente enlace: https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/topics_ext_content/ifc_external_corporate_site/sustainability-at-ifc/policies-standards/performance-standards/ps6.

¹⁹ Se recomienda revisar los estándares ambientales y sociales del Grupo Banco Mundial en el siguiente enlace: <https://projects.bancomundial.org/es/projects-operations/environmental-and-social-framework/brief/environmental-and-social-standards>.

²⁰ Es posible revisar las definiciones del MMA en el siguiente enlace: <https://mma.gob.cl/servicios-ecosistemicos/>.

²¹ Se recomienda revisar las publicaciones de TEEB, para lo cual se puede acceder mediante el siguiente enlace: <http://teebweb.org/>.

²² Es posible revisar las publicaciones de CICES en el siguiente enlace: <http://cices.eu/>.

²³ Cabe aclarar que versiones anteriores de CICES incluían también una cuarta categoría, los servicios ecosistémicos de soporte, sin embargo, los avances teóricos e investigativos internacionales han llevado actualmente a considerar que los aspectos de soporte son más bien parte del funcionamiento y estructura del ecosistema, y no un SSEE en sí mismo. En otras palabras, las funciones de soporte son intrínsecos del ecosistema, y expresan sus beneficios a través de las categorías de servicios de provisión, regulación y mantenimiento, y culturales.

eliminación de contaminantes mediante el filtrado del aire y el agua por plantas y la regulación de la erosión del suelo, entre otros. Este tipo de SSEE se vincula fuertemente a la capacidad de resiliencia de un ecosistema.

- Los **servicios culturales** contribuyen a satisfacer las necesidades y deseos relacionados con el bienestar psicológico y de salud de la población, además de contribuir a la definición de la identidad territorial de las comunidades. Incluyen el valor espiritual que se atribuye a ecosistemas particulares, como sitios naturales sagrados, y la belleza estética de los paisajes o las formaciones costeras que atraen a los turistas.

Tal como indica el artículo 8° del Reglamento del SEIA, los SSEE que se deben valorar son aquellos que son relevantes **localmente**, por lo tanto, posterior a su identificación se necesita un **proceso de valoración²⁴ por la población** a través del levantamiento de datos. Se sugiere que este proceso sea trabajado en conjunto con el desarrollo de la caracterización de medio humano, pues implica un trabajo interdisciplinario con especialistas en temas sociales y la interacción directa con las comunidades dentro del AI (IFC, 2019). Para ello se sugiere que el titular use la matriz de identificación y valoración de SSEE diseñada por Burkhard *et al.* (2012) y adaptada en la Tabla 1, con el fin de que los beneficiarios de SSEE establezcan un valor cualitativo (desde 0, que significa ausencia, hasta 5, para SSEE muy relevantes) sobre la importancia de los SSEE listados en cada uno de los ecosistemas del AI. El Anexo 2 de la presente Guía entrega más detalles para profundizar en esta temática, así como también la *Guía metodológica para la descripción de ecosistemas terrestres* (SEA, 2024a).

²⁴ Cabe indicar que esta valoración no requiere ser de tipo económica. Metodologías para la identificación de los SSEE pueden encontrarse en la *Guía metodológica para la descripción de ecosistemas terrestres* (SEA, 2024a).

Tabla 1. Ejemplo de matriz de oferta de SSEE por ecosistema, construida sobre la base de categorías CICES

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS		BOSQUE	MATORRAL	PRADERA	ZONA ALTOANDINA	GLACIARES	OTROS RELEVANTES
Servicios de provisión	Alimentos derivados de plantas silvestres						
	Alimentos derivados de cultivos agrícolas						
	Alimentos derivados de ganadería						
	Plantas de uso medicinal						
	Madera como fuente de energía						
	Arcilla como materia prima en artesanía y construcción						
Servicios de regulación y mantención	Calidad del aire						
	Control de la erosión del suelo						
	Conservación de la productividad del suelo						
	Control de plagas y enfermedades						
	Polinización						
	Regulación de la temperatura local						
	Secuestro de carbono ²⁵						
	Moderación de fenómenos extremos, como por ejemplo: inundaciones, aluviones, deslizamientos de tierra, desbordes de ríos, etc.						
Servicios culturales	Ciclo del agua						
	Valor estético						
	Valor recreativo						
	Valor educativo						
	Valor espiritual						
	Valor turístico						
Valor cultural							

Fuente: adaptado de la metodología propuesta por Burkhard *et al.* (2012).

²⁵ El "secuestro de carbono" es el proceso de extracción y fijación de dióxido de carbono atmosférico por las plantas, transformándolo en materia orgánica a través de la fotosíntesis.



2.4 Modelación ecosistémica: conceptual y cuantitativa

Los modelos permiten entender la estructura y la dinámica de un sistema complejo, donde múltiples componentes interactúan entre sí y varían en el tiempo y en el espacio. La modelación ecosistémica en su versión más sencilla corresponde a los **modelos conceptuales**, los que tienen por objetivo crear una imagen instantánea del sistema que se está modelando, mapeando sus principales componentes e interacciones. Estos simples esquemas son el insumo base para versiones más complejas de modelación ecosistémica, los **modelos dinámicos**, los que además pueden describir su evolución en el tiempo, tomando en cuenta el tipo, número de componentes y su comportamiento (Bardi, 2014).

Los modelos, en todas sus versiones, simples o complejas, son aproximaciones incompletas de la realidad. A pesar de ser una representación parcial, permiten la obtención de conocimiento genuino sobre la realidad modelada, lo cual es útil para la toma de decisiones. Por ejemplo, con un modelo conceptual se puede conocer la topología de interacciones de un sistema, lo que puede entregar información concreta sobre su estabilidad. En el otro extremo, con un sofisticado sistema de modelos acoplados océano-atmósfera podemos saber si mañana lloverá en cualquier parte del planeta.

La modelación permite sistematizar y ordenar el conocimiento que se tiene sobre un ecosistema, definir los componentes e interacciones relevantes para los objetivos de gestión e identificar brechas de información sobre el sistema. También permite explicitar las interacciones indirectas, o “efectos dominó”, que puedan gatillarse por un impacto sobre uno o varios componentes del ecosistema terrestre, así como la interacción con otros proyectos y sus obras y acciones, pudiendo así también identificar impactos acumulativos.

Existen **modelos conceptuales, modelos numéricos y modelos físicos**. Los modelos conceptuales, son esquemas que buscan definir los principales componentes e interacciones de un ecosistema y mapearlas conceptualmente. Con frecuencia se encuentran representados por “cajas” como componentes y “flechas” que representan sus relaciones. Los modelos numéricos pretenden simular computacionalmente sistemas naturales y sus interacciones, mediante sistemas de ecuaciones matemáticas que describen la física de la naturaleza. Además, existen los modelos físicos, que son representaciones a escala de un sistema, como una maqueta, y buscan caracterizar en un ambiente controlado los procesos reales del sistema para medirlos en detalle; por sus características son poco utilizados para la evaluación de impacto.

El uso de modelos conceptuales puede ser útil para visualizar los alcances de un impacto dentro de un ecosistema, al reconocer las interacciones entre los componentes del ecosistema, incluyendo aquel sobre el cual recae el impacto.

Un modelo numérico implementado con información actualizada y local, debidamente calibrado y validado, permite conocer la dinámica a largo plazo de un ecosistema, establecer relaciones cuantitativas entre sus componentes y realizar predicciones. Esto los convierte en una herramienta muy efectiva para poder simular situaciones “con o sin proyecto” y su efecto

sobre los ecosistemas terrestres. De esta manera, a través de la aplicación de modelos de diversos tipos, es que se pueden tomar decisiones informadas.

La plataforma del Ministerio del Medio Ambiente “Atlas de Riesgos Climáticos” o Arclim es un ejemplo del uso de proyecciones climáticas en la definición de potenciales efectos sobre los ecosistemas. En ella se incorporan variables meteorológicas, ecológicas y sociales en un mapa interactivo para todo el país, presentando las amenazas y riesgos climáticos que derivan sobre determinadas características o componentes de los ecosistemas, como es el verdor de los bosques, o los efectos sobre determinadas especies vulnerables. A través de Arclim, los tomadores de decisiones pueden dirigir los esfuerzos de conservación y los titulares de proyectos pueden considerar estos escenarios más desfavorables en la evaluación ambiental y la definición de medidas.



3.

DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA





3. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

3.1 Factores generadores de impactos

Para identificar los posibles impactos de cualquier proyecto o actividad es necesario tener claro aquellos factores que son capaces de causarlos. En este sentido, los factores generadores de impacto (FGI) son aquellos elementos del proyecto o actividad, tales como partes, obras o acciones que generan una alteración distinguible sobre alguno de los componentes ambientales. Por ello el titular debe identificarlos y describirlos en la DIA o EIA en el capítulo de descripción de proyecto.

Luego de la descripción se debe determinar cómo se relacionan estos FGI con los componentes ambientales presentes en el área del proyecto, por ejemplo, mediante la pérdida directa de flora y vegetación por el despeje, la alteración de hábitat de fauna por la emisión de ruido o la disminución del vigor de la flora y vegetación por estar cubiertas de una capa material particulado sedimentable.

Cabe destacar que un mismo factor puede generar más de un impacto y los impactos pueden tener efectos en cadena. Por ejemplo, una modificación de la flora puede tener consecuencias sobre la fauna, ya sea por relación trófica o de hábitat. Esta relación flora-fauna tiene un tercer elemento estructural que es la fuente de agua. La flora y vegetación se hidrata desde aguas subterráneas, superficiales o atmosféricas y cualquier impacto sobre esas fuentes puede ramificarse en efectos sobre los ecosistemas terrestres.

.....

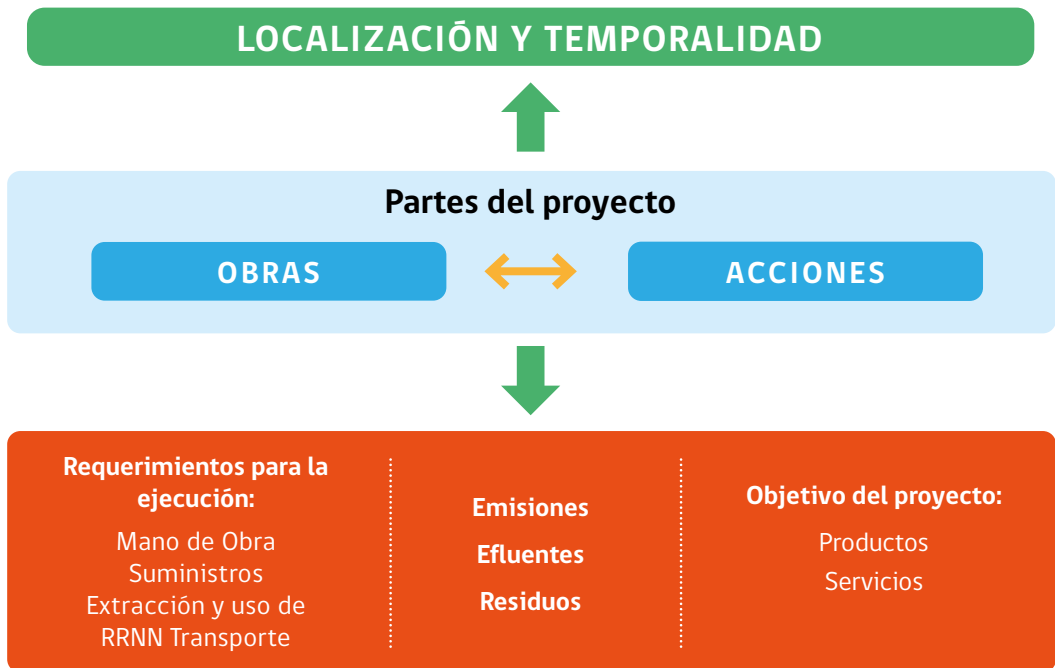
Por ejemplo, un proyecto realiza la instalación de faenas en un pajonal de *Pappostipa frigida*, en el altiplano chileno. Si bien esta especie no está bajo protección oficial del Estado, la disminución en la disponibilidad de esta planta puede impactar sobre la fauna que se alimenta de ella, por ejemplo, la chinchilla de cola corta (*Chinchilla chinchilla*), cuya mayor proporción de su dieta proviene de este pasto. A la vez, si en ese ambiente se evidenciara la presencia de carnívoros, como el puma (*Puma concolor*), también podría verse afectada su población por una reducción en la cantidad de presas disponibles, en una cadena de efectos. Por lo tanto, **un mismo factor puede afectar a más de un componente ambiental que es objeto de protección.**

.....

3.

El siguiente esquema (Figura 2) grafica los principales FGI de proyectos ingresados al SEIA, los cuales se explican a continuación:

Figura 2. Factores que determinan impactos ambientales



Fuente: elaboración propia.

En el centro del esquema se ubican las partes, obras y acciones del proyecto. Se entiende por **“parte”** de un proyecto a una unidad de este, que contiene en sí misma diferentes acciones u obras. Por ejemplo, en el caso de un proyecto minero, una parte puede ser la mina, otra la faena o los botaderos.

Por **“obras”** se entiende toda la infraestructura construida, ya sea para uso temporal o permanente. En el caso de las **“acciones”**, estas abarcan una variedad de efectos, incluyendo aquellas realizadas por los trabajadores, la maquinaria involucrada en la construcción y funcionamiento, las emisiones, residuos y efluentes de todas las partes y obras durante todas las etapas del proyecto, incluyendo en ello la acción de transporte realizada a través de los diferentes medios terrestres, aéreos y acuáticos.

Existen dos aspectos transversales a todos los FGI que son la localización y la temporalidad (sección superior de la Figura 2), que se abordan a continuación:

Tabla 2. Localización y temporalidad

LOCALIZACIÓN	TEMPORALIDAD
<p>Indica dónde se emplazarán las obras, partes y acciones del proyecto. Esta definición es de vital importancia en la determinación de AI, ya que permite identificar con cuáles componentes ambientales el factor se relacionará.</p> <p>Por ejemplo, la localización de una obra puede estar en una zona con uso de hábitat de nidificación (desiertos, bosques, farellones costeros, etc.) y de los primeros estadios del ciclo de vida de alguna especie de la avifauna nativa de un lugar, que determinan la persistencia de las poblaciones, pudiendo generar así un impacto significativo sobre dicho componente. Sin embargo, si esta obra se desplaza a un lugar con ausencia de este uso de hábitat, es posible que disminuya la significancia del impacto.</p>	<p>Establece cuándo y por cuánto tiempo se realizan las acciones de un proyecto, así como la permanencia en el tiempo de sus obras. Este parámetro es clave, pues permite estudiar el estado en que se encontrarán los componentes ambientales que poseen un comportamiento dinámico o estacional. Este efecto se presenta en prácticamente todas las especies de flora y fauna, en mayor o menor medida.</p> <p>Por ejemplo, la flora presenta ciclos de vida fuertemente marcados por las estaciones, con especies que sólo aparecen durante algunas semanas de la primavera-verano, hasta plantas que además de depender de las estaciones, requieren de la presencia de otras especies para su reproducción (ej. presencia de polinizadores), configurando “cadenas” de eventos que deben ocurrir en sincronía, las que pueden ser afectadas fácilmente si el impacto ocurre en el momento menos adecuado. Lo mismo ocurre con la fauna, donde la contaminación lumínica producto de las acciones de un proyecto puede constituir un impacto significativo sobre algunas aves marinas, si ocurre durante la época reproductiva de las especies, mas no así durante el resto del año.</p>

Fuente: elaboración propia.

Escalas espaciales y temporales

Al momento de describir un ecosistema y evaluar las posibles afectaciones que existen sobre este, se debe tener en cuenta las escalas espaciales y temporales que rigen en el contexto territorial del ecosistema en cuestión. La **escala espacial hace referencia a la ubicación geográfica del ecosistema, así como el paisaje que le da contexto**, donde en Chile influye particularmente su ubicación en términos de latitud y altitud (m.s.n.m), los tipos de ecosistemas circundantes y el contexto sociocultural. Ecosistemas con dominancia de las mismas especies pueden tener distintos procesos de ciclados de nutrientes si se encuentran en diferentes regiones del país o a altitudes diferentes.

La **matriz del paisaje** en la que se encuentra un ecosistema puede determinar su resiliencia y capacidad de autodepuración. Por ejemplo, una superficie de bosque en una matriz de matorral y bosque nativo puede tener mayor resiliencia a cambios en el clima o humedad del suelo, que un bosque de similares características en una matriz de plantaciones forestales de pino o de cultivos agrícolas.

La escala espacial se puede ver en dos tipos de ciclos o procesos. Por un lado, existen **ciclos de corto plazo**, donde se observan los cambios interanuales que sufren los ecosistemas en las distintas estaciones o temporadas. Por ejemplo, las temporadas de primavera-verano, en aquellos ecosistemas que presentan estas estaciones, suelen llevar consigo la llegada de especies migratorias, floración de plantas y la aparición de sus polinizadores, anidación de aves, entre otros procesos. Por su lado, en otoño e invierno, las lluvias llenan los suelos de agua, en bosques caducifolios las hojas secas retornan nutrientes al suelo, entre otros.

Además, existen los **procesos de ciclado más largo**, en los cuales se estructuran y maduran los procesos de ciclados de nutrientes. Muchas especies de árboles pueden tardar años en desarrollarse y encontrar la madurez reproductiva, estructurando al mismo tiempo el suelo y las especies que lo asocian, generando refugios y definiendo las especies que componen el sotobosque, esto a diferencia de sistemas de pastizal, donde su crecimiento y regeneración puede darse en ciclos mucho más cortos.

La sección inferior de la Figura 2 se presenta subdividida en tres columnas. La primera agrupa **todo aquello que es requerido para la ejecución del proyecto**, en términos de mano de obra, suministros, extracción y uso de recursos naturales, y transporte. Por ejemplo, para identificar posibles impactos por la extracción y uso del recurso hídrico subterráneo sobre la biota que forma parte de un ecosistema terrestre será necesario conocer la ubicación de los puntos de extracción, el caudal a extraer, el tiempo que durará la extracción y puntos de reposición (en el caso de corresponder), así como el perímetro de las instalaciones del pozo y el detalle de estas. Si el pozo usa una bomba, habría que tener en cuenta los decibeles de ruido generados y su horario de funcionamiento.

La segunda columna menciona las emisiones generadas por un proyecto, incluyendo **emisiones a la atmósfera, efluentes líquidos y residuos sólidos**. Todos ellos son relevantes de describir, modelando su dispersión y concentración, o bien su manejo y disposición. La modelación del área de dispersión y las distintas concentraciones de una emisión a la atmósfera son un insumo fundamental para definir el AI de algunos de los componentes de los ecosistemas terrestres. Además, se deben establecer valores umbrales de concentración que determinen la "significancia" del efecto sobre estos componentes, para lo que es necesario conocer la tolerancia de la biota a los elementos emitidos (ej. metales pesados, material particulado, ruido, etc.).

Finalmente, la tercera columna revela que el **objetivo productivo** de un proyecto, en sí mismo, puede determinar impactos. En el caso de proyectos que tienen como propósito dar un servicio, el otorgamiento de este servicio para algunos, puede significar impactos para otros, tal como es el caso de la operación de un aeropuerto que para entregar su servicio requerirá la entrada y salida de aviones. Las acciones de despegue y aterrizaje generarán emisiones de ruido y, por lo tanto, impactos sobre grupos humanos y fauna que potencialmente pueda ser receptora. Esto podría ser especialmente relevante para la fauna en su etapa reproductiva.

A continuación, para ilustrar lo señalado anteriormente, se presentan algunos ejemplos de FGI de un proyecto o actividad que pueden generar impactos sobre los objetos de protección pertenecientes a ecosistemas terrestres, este listado es ilustrativo y no exhaustivo:

- Obras físicas que generan obstrucción o corte de corredores biológicos.
- Tránsito de vehículos que produce la suspensión de material particulado y el depósito de este sobre vegetación aledaña.
- Obras físicas que generan modificación de la cobertura o uso de suelo, privándolo de su capacidad para sustentar biodiversidad, ya sea por la construcción de obras, extracción de materiales o paso de vehículos o maquinaria.
- Extracción, captación o uso de aguas superficiales o subterráneas que generan una alteración en la condición de la flora y vegetación que depende de ellas.
- Acondicionamiento de terreno, que implica la corta o descepado de vegetación y potencial activación de procesos erosivos.

La descripción de los FGI es el primer paso para que el titular pueda identificar los posibles impactos que puede generar su proyecto, lo que también sirve a los evaluadores, Oaeca y ciudadanía para dimensionar las características e implicancias del proyecto.

Se observa que es muy frecuente que grandes proyectos de inversión comiencen su proceso interno de evaluación de impacto ambiental y campañas de terreno antes de tener 100% definido el capítulo de descripción de proyecto. En estos casos se recomienda trabajar desde un área ampliada, que pueda contener holgadamente al proyecto, definiendo una cartografía preliminar desde donde comenzar, la cual se deberá precisar al obtener el diseño completo del proyecto.

3.2 Aproximación general a las áreas de influencia

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

Según lo establecido anteriormente, tanto en los EIA como en las DIA los titulares deben determinar varias AI vinculadas a su proyecto o actividad, pues toda alteración al medio ambiente es considerada un impacto ambiental potencialmente significativo que se manifiesta en un área determinada, es decir, en un espacio geográfico específico. En consecuencia, en las DIA también se deben determinar las AI y justificar la inexistencia de impactos significativos.

Acorde a los contenidos mínimos de los EIA, el Reglamento del SEIA indica que el AI se debe definir y justificar para **cada elemento afectado del medio ambiente**, por tal razón se habla en plural de “las áreas de influencia”. De esta forma, para cada una de ellas se requerirá determinar cartográficamente su ubicación, justificando sus límites, para luego describir el componente ambiental receptor del impacto.

Las representaciones cartográficas de las distintas AI de un proyecto o actividad pueden o no coincidir, ya que estas dependerán de las características del componente ambiental afectado y del factor generador de impactos del proyecto con el cual el componente ambiental interactúa.

.....

En términos generales, **las AI se extenderán desde el punto o área de ubicación de los factores generadores de impacto del proyecto o actividad, hasta el extremo geográfico donde ya no es posible detectar la alteración.** Es decir, en el límite del AI, la condición ambiental se iguala a la situación base o sin proyecto y, por lo tanto, ya no será posible percibir el impacto, esto en consideración de la mayor capacidad de operación del proyecto y la condición ambiental más desfavorable.

.....

3.

Se debe tener en cuenta que el AI puede incluir un ecosistema completo o parte de él, dado que la **delimitación del AI está orientada en definir el espacio donde tienen probabilidad de ocurrir los impactos ambientales y no delimitar ecosistemas.**

La correcta definición de las AI es fundamental en el proceso de evaluación de impactos. **Si no hay una adecuada determinación y justificación del AI, puede ser necesaria la realización de nuevas campañas de terreno, un nuevo proceso de evaluación y predicción de impactos o incluso, el término anticipado de la evaluación,** de acuerdo con los artículos 36 y 48 del Reglamento del SEIA.

La representación cartográfica del proyecto y sus AI debe indicar en cada representación requerida la siguiente información: escala, norte magnético, leyenda, simbología, grilla de referencia indicando coordenadas Universal Transversal de Mercator (UTM), fuente de información y datos geodésicos. La georreferenciación del proyecto, incluyendo sus partes, obras y acciones y las de sus AI, se debe realizar en el sistema de coordenadas proyectadas UTM, siendo requisito el uso del Datum Sirgas o WGS84 y, en el caso de las coordenadas UTM, se debe indicar la utilización de los husos correspondientes al territorio nacional según corresponda²⁶.

Las representaciones cartográficas del proyecto y sus AI deben estar acompañadas por sus archivos de origen en formato *.kmz* (*google earth*) y *shapefile* (*shape*) compatible con la mayoría de las herramientas de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), sin perjuicio que adicionalmente se presente información adicional en formatos de dibujo asistido por computadoras, o CAD por sus siglas en inglés, tales como *.dwg* y *.dxf*. Además, en caso de corresponder, la información cartográfica también se puede presentar en formato *Geodatabase* (*.gdb*).

Tanto los archivos *.kmz* y *shape* deben contener en su tabla de atributos, para cada uno de los elementos representados, nombre, superficie del elemento en metros cuadrados, ubicación referencial en coordenadas UTM, comuna y región. Además, estos archivos deben incluir en su descripción y metadata respectivamente la información de: nombre del proyecto, nombre

²⁶ Los husos correspondientes son: 18 y 19 en territorio continental; 12, 13 y 17 en el territorio insular, islas de Pascua, Salas y Gómez y Juan Fernández, respectivamente.

del titular, RUT del titular, comuna²⁷ y región. Por su parte, el archivo *.kmz* debe contener al menos una fotografía del sitio a representar.

Además, se recomienda recurrir a cartas base obtenidas de la cartografía oficial del Instituto Geográfico Militar, la Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) o el Sistema de Información y Monitoreo de Biodiversidad (Simbio) del Ministerio del Medio Ambiente, u otras fuentes internacionales de información como los servicios satelitales del programa *Copernicus* de la Comunidad Europea o servicios privados de alta calidad como ESRI o *Planet*. Asimismo, se puede complementar con levantamiento de información adicional cuando sea necesario (por ejemplo, terreno, revisión bibliográfica, teledetección).

La representación cartográfica del proyecto y sus AI debe presentarse en **escalas adecuadas**, es decir, que permitan visualizar la ubicación de las partes, obras y acciones del proyecto o actividad, entender su interacción con los componentes ambientales afectados y su variación en el tiempo, por lo mismo, de ser necesario es posible generar una o más cartografías del AI por OP o componente ambiental. La representación clara de esta información permite la identificación, localización y cuantificación de la afectación de los ecosistemas terrestres, es decir, una adecuada predicción de impactos.

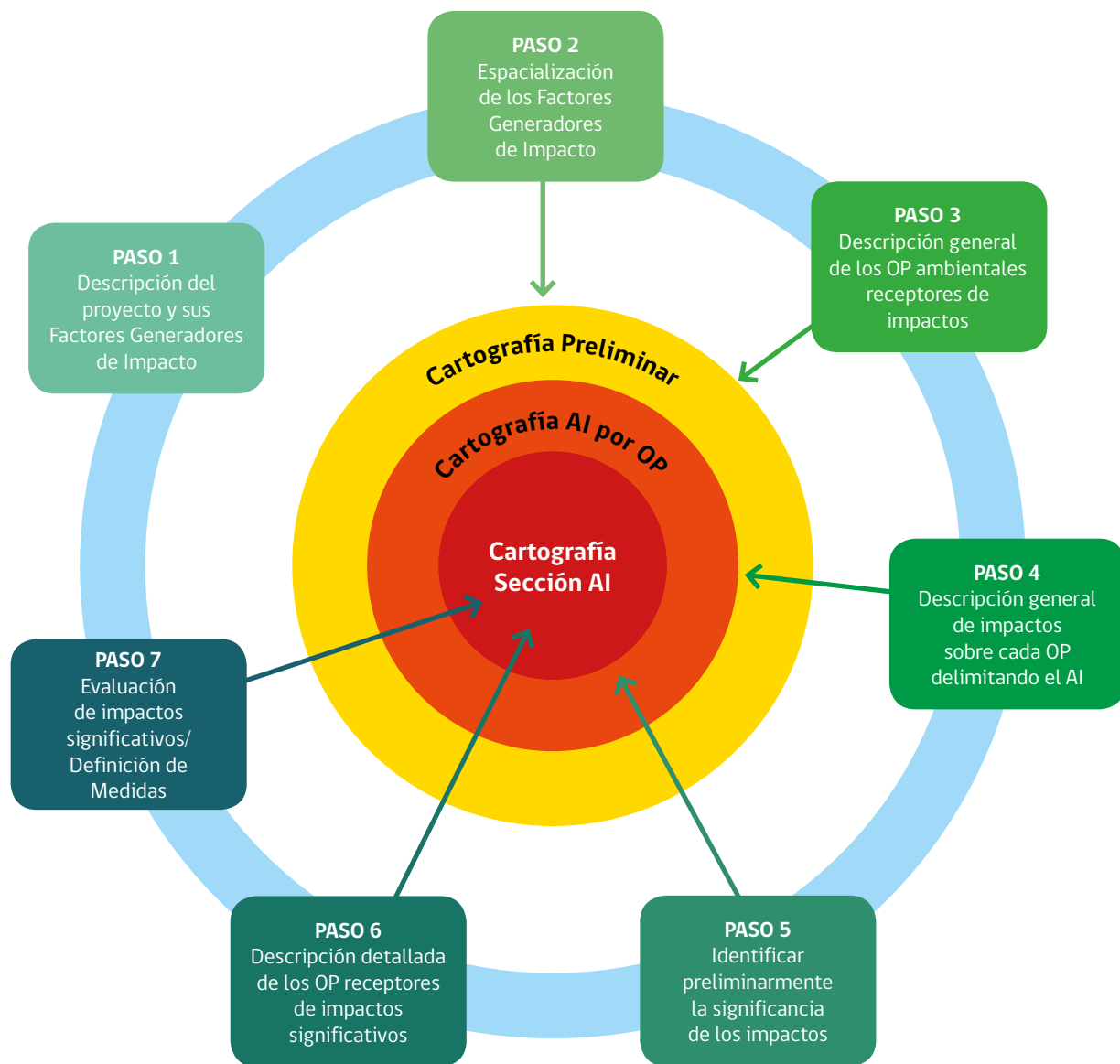
Por lo mismo, no es aceptable la información cartográfica exclusivamente en formato *.pdf*, *.jpg* u otros que representan imágenes fijas o de baja resolución, ya que no constituyen información adecuada para evaluar por sí sola la dimensión espacial de los atributos del territorio y su interacción con impactos que estas representan, por lo que podrían no ser consideradas en el proceso de evaluación.

²⁷ Se deben indicar todas las comunas donde se ubican las AI del proyecto.

3.3 Metodología básica para la delimitación de áreas de influencia

Como se mencionó anteriormente, las AI se deben determinar y justificar para cada OP ambiental receptor de impactos. La Figura 3 representa la metodología que debe adoptar el titular de un proyecto o actividad antes de ingresar un proyecto al SEIA.

Figura 3. Esquema metodológico para delimitar las áreas de influencia



Fuente: elaboración propia.

Metodológicamente, el **Paso 1** consiste en realizar una descripción completa del proyecto o actividad a evaluar, identificando en este proceso los factores que determinan el origen de los impactos ambientales, o FGI. Con esto claro, se requerirá espacializar el proyecto y sus factores, modelando, si es preciso, la extensión de los efectos que estos factores generan (**Paso 2**).

En el caso de no tener claro en esta etapa la ubicación exacta del proyecto es posible sumar a la cartografía preliminar las diferentes alternativas, o áreas de concesión si corresponde, esto con el fin de que mediante el levantamiento de información de los componentes ambientales y con el análisis de la predicción de impactos, sea posible tomar una decisión final de la ubicación del proyecto. Cabe destacar que **indicar la localización del proyecto es un requisito fundamental para la delimitación y justificación de las AI**, por lo tanto, esta decisión debe estar tomada y fundamentada antes del ingreso del proyecto o actividad al SEIA.

Un caso excepcional lo componen los proyectos de desarrollo minero de petróleo y gas, en particular los de exploración genérica por bloques. En ellos se desconoce la ubicación precisa de las plataformas de perforación a construir, por lo que se elabora un plan de exploración para un área extensa, delimitada por bloques determinados por el titular. En estos casos aplica lo que indica el Reglamento del SEIA, en su artículo 18: *“en el caso que no sea posible definir la localización exacta de una parte, obra o acción del proyecto o actividad, el titular deberá definir un polígono indicando el área de intervención máxima y evaluar los impactos considerando la condición ambiental más desfavorable”*.

Con el **Paso 2** se obtiene una **cartografía preliminar** (circunferencia amarilla de la Figura 3), que contendrá información representativa del proyecto y sus FGI. Por ejemplo, en el caso de la emisión de material particulado será necesario conocer la ubicación de las obras o acciones que se comportan como fuentes, así como la dispersión espacial de la emisión, sobre todo la que se deposita sobre flora y vegetación nativa o hábitat de fauna. O bien, en el caso de la modificación de un cauce para la construcción de una obra hidráulica, será necesario delimitar el área donde se predice que ocurrirá pérdida de suelo o efectos aguas abajo sobre la vegetación de la cuenca por cambios en la infiltración natural o disminución de caudales, y su efecto sobre los ecosistemas terrestres.

Una vez identificados todos los FGI y su distribución espacial, es posible desarrollar el **Paso 3**, es decir, pormenorizar los **tipos de impactos e identificar y describir de modo general los componentes de los ecosistemas terrestres que son receptores de estos**: flora, vegetación, fauna, suelo, hongos, líquenes y briófitas, agua subterránea, hidrología y aire. En este punto es también importante realizar una **revisión bibliográfica** de publicaciones científicas, EIA o DIA anteriores en el área, informes sectoriales, entre otros, que puedan indicar la presencia de posibles **singularidades ambientales** presentes en el área.

La descripción general debe considerar antecedentes bibliográficos y al menos dos visitas a terreno en temporadas contrastantes²⁸, lo que aportará una segunda capa de información a la cartografía preliminar, puesto que toda esta información levantada requerirá de ser espacializada, destacando su **ubicación y principales características**.

Para la descripción general de los ecosistemas terrestres se recomienda complementar la información utilizando caracterizaciones de otros EIA y DIA, literatura científica y bases de datos nacionales e internacionales, como las presentadas en la Tabla 3. Así también, en el capítulo 6 de la presente Guía se establecen los principales atributos a describir.

Tabla 3. Fuentes de información relevantes para una descripción general de ecosistemas terrestres

NOMBRE FUENTE	SIGLA	SITIO WEB
<i>Global Biodiversity Information Facility</i>	GBIF	www.gbif.org
Infraestructura de Datos Geoespaciales de Chile del Ministerio de Bienes Nacionales	IDE	www.ide.cl
Centro de Información de Recursos Naturales del Ministerio de Agricultura	Ciren	www.ciren.cl
Sistema de información y monitoreo de biodiversidad	Simbio	simbio.mma.gob.cl
Servicio de Evaluación Ambiental	SEA	sea.gob.cl
<i>Copernicus Global Land Service</i>	CGLS	land.copernicus.eu/global
eBird	eBird	www.ebird.org
Atlas de Riesgos climáticos y mapas de especies	Arclim	https://arclim.mma.gob.cl https://arclim.mma.gob.cl/biodiversity/home/
<i>System for Earth Observation Data Access, Processing, and Analysis for Land Monitoring (Sepal)</i>	Sepal	https://sepal.io https://openforis.org/
Infraestructura de Datos Geoespaciales de Chile (IDE Chile)	IDE Chile	https://idechile.powerappsportals.com/
Imágenes satelitales diarias	Planet	www.planet.com

Fuente: elaboración propia.

²⁸ Para aquellos componentes que poseen una variabilidad anual en su composición como flora, fauna, funga, entre otros.

En el **Paso 4** se realiza la predicción de impactos, material con el cual ya se pueden delimitar las AI (circunferencia naranja de la Figura 3). Cabe destacar que el estudio progresivo y detallado de los componentes ambientales presentes en ecosistemas terrestres irá generando mayor claridad respecto de la delimitación y justificación de las AI, en un **proceso iterativo**, donde cada nuevo antecedente puede dar pie a la aplicación de nuevos métodos de levantamiento de información. Esto permite una justificación más certera del AI, y posteriormente la delimitación de polígonos con la o las secciones de AI donde se presenten impactos significativos (circunferencia roja), si corresponde.

Tal como se señala en la *Guía de evaluación de efectos adversos sobre recursos naturales renovables* (SEA, 2023a), los impactos sobre los recursos naturales renovables pueden implicar un desmedro de la cantidad o la calidad de estos. Se entiende por cantidad a la superficie, tamaño, volumen, caudal, nivel, extensión, número de individuos, así como otras variables que dan cuenta del haber del recurso natural, las que dependerán del tipo de recurso que se trate. Por su parte, la calidad se refiere a la propiedad o conjunto de propiedades inherentes a algo, que permiten juzgar su valor. Puede referirse a su estructura, composición, estado, condición y clase, entre otros, dependiendo de las singularidades del recurso.

Además de esto se debe realizar una revisión, dentro del AI, de las partes, obras y acciones de otros proyectos presentes en el sector que puedan tener interacciones con los FGI del proyecto con potencialidad de generar **impactos acumulativos**. Es necesario tener presente que los impactos acumulativos refieren exactamente a los mismos impactos que comúnmente se predicen y evalúan en el SEIA (para los cuales se entregan listas no exhaustivas en el capítulo 4), donde la única diferencia es el modo o proceso en que estos se desarrollan en el territorio. Si bien las materias de evaluación de impactos no son parte del alcance de esta Guía, es necesario reforzar que la distinción de si un impacto es o no acumulativo **no debe incorporarse en las matrices de evaluación de significancia de impactos**, toda vez que esta distinción no representa la magnitud, duración o extensión de este. Un impacto “simple” o de repercusión directa de una sola acción del proyecto puede tener mayor significancia que un impacto acumulativo, todo dependerá de cuál impacto se trate, del componente ambiental, sus singularidades y valor ambiental, así como de la reversibilidad, severidad, duración del impacto, entre otros factores.

Para evaluar la significancia de los impactos (**Paso 5**) será necesario, entre otras cosas, evaluar la probabilidad de ocurrencia y posible magnitud de los distintos efectos adversos. Se debe conocer además la localización y temporalidad de los distintos componentes ambientales y de los FGI, pues pueden variar durante el desarrollo de las distintas fases de un proyecto.

Con el **Paso 6** se procede a la descripción detallada, o elaboración de línea de base, de los componentes ambientales sobre los cuales se predicen impactos significativos, en el caso de un EIA, o bien sobre los cuales no se presentan impactos significativos, pero se requiere mayor nivel de detalle de la información para descartar su significancia. Con este nivel de

información los titulares y consultores podrán definir la sección del AI donde se presenten impactos significativos (circunferencia roja de la Figura 3).

Finalmente, en el **Paso 7**, ya es posible configurar la evaluación de impactos y diseñar medidas de reparación, mitigación y compensación, así como compromisos voluntarios, según corresponda. A su vez se tendrá toda la información para el diseño de un Plan de Seguimiento, cuyo diseño de monitoreos deberá ser consistente con los impactos y también podrá ser llevado a la cartografía del proyecto. Cabe destacar que en el caso de lidiar con niveles de incertidumbre, como los impactos acumulativos o implicancias del cambio climático, las medidas deben **considerar como principio la adaptación**, tal como lo señala la *Guía metodológica para la consideración del cambio climático en el SEIA* (SEA, 2024b) o aquella que la replaze. Esto implica diseñar indicadores de éxito con distintas temporalidades, de manera de revelar si se cumple la trayectoria esperada, verificar tempranamente eventuales desviaciones y permitir hacer ajustes oportunos mediante la aplicación de acciones adicionales o complementarias previamente diseñadas.

Eventualmente, una vez desarrollado el **Paso 7**, también será posible replantear el diseño del proyecto para evitar o minimizar impactos ambientales, sean estos significativos o no, lo cual llevará nuevamente al **Paso 1**, y a un mejor desempeño ambiental del proyecto desde su base.

4.

IDENTIFICACIÓN DE
IMPACTOS SOBRE LOS
ECOSISTEMAS
TERRESTRES Y SUS
COMPONENTES



4.

4. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS SOBRE LOS ECOSISTEMAS TERRESTRES Y SUS COMPONENTES

4.1 Suelo

Los impactos sobre el suelo están relacionados con la cantidad de este, pero también con su calidad. Su expresión espacial normal es un área o polígono irregular, subdividido por “unidades homogéneas” de distintos tipos de suelo, según una serie de propiedades: origen, serie, pendiente, cobertura vegetal, uso, entre otras.

Las características físicas y químicas del suelo determinan la composición de las comunidades vegetales que se desarrollan sobre él, considerando las condiciones climáticas específicas de un área geográfica, las que a su vez componen los hábitats de los diferentes grupos de fauna, desde los herbívoros, que dependen directamente de la flora presente, hasta carnívoros, cuyas dietas estarán compuestas de la biota que habita esa vegetación.

La evolución temporal de los tipos de suelo ocurre en escalas de cientos de años, pero hay procesos que pueden ser exacerbados debido a impactos ambientales de origen antrópico, que aceleran procesos erosivos por la acción del viento y el agua. Hay que tener en cuenta que ciertos tipos de suelo producen emisiones de material particulado, sobre todo los que se encuentran desnudos y sometidos a erosión por uso.

Los impactos que comúnmente se identifican sobre el suelo en el marco del SEIA se indican en la Tabla 4. Cabe mencionar que **esta lista no es exhaustiva** y, por lo tanto, no incluye todos los potenciales impactos que pueden generarse. Además, se debe tener presente que los impactos del listado pueden o no ser considerados significativos, dependiendo de cada situación particular, lo que dependerá de si se producen los ECC señalados en el artículo 11 de la Ley N°19.300.

Tabla 4. Impactos sobre la cantidad y calidad del suelo

EJEMPLOS DE IMPACTOS
<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de superficie de suelo (cantidad). • Deterioro de las propiedades físicas del suelo, tales como: <ul style="list-style-type: none"> - activación de procesos erosivos o erosión del suelo. - impermeabilización. - compactación (disminución de la porosidad y aumento de la densidad aparente). - disminución de la profundidad. - alteración de la capacidad de drenaje. - modificación de capas impermeables en profundidad. - aumento de la pedregosidad superficial o subsuperficial. - modificación de la pendiente. - cambio en el régimen de saturación por aguas subterráneas o superficiales. - cambios en la textura o granulometría hacia texturas más extremas. - cambios en la distribución de horizontes de suelo por movimiento de este. • Alteración de las propiedades químicas del suelo, tales como cambios en: <ul style="list-style-type: none"> - pH. - potencial oxidación-reducción (redox). - fertilidad. - materia orgánica. - inclusión de sustancias contaminantes. - salinidad. • Alteración de las propiedades biológicas del suelo, tales como: <ul style="list-style-type: none"> - distribución y presencia de raíces. - abundancia, diversidad y distribución de biota asociada. • Variación de la clase de capacidad de uso del suelo (CUS) hacia clases más limitantes, en detrimento de su capacidad de ofrecer el servicio ecosistémico de provisión vinculado a usos agropecuarios o forestales. • Pérdida de la capacidad del suelo para sostener biodiversidad, en especial la condición de hábitat. • Pérdida o deterioro de servicios ecosistémicos de regulación y provisión que se entregan a población local: <ul style="list-style-type: none"> - capacidad de infiltración de agua. - regulación de inundaciones. - pérdida de material de arcillas o gredas utilizadas por grupos humanos locales.

Fuente: elaboración propia.



4.2 Flora y vegetación

La flora y vegetación puede tener una expresión espacial puntual, lineal o areal. Sus niveles de protección varían desde declaratorias de protección por individuo, por ejemplo, monumentos naturales, hasta paisajes o formaciones que son protegidas por su valor ecológico, patrimonial, paisajístico o cultural.

La vegetación, es decir, la comunidad o asociación de especies de flora presente en un área, está relacionada con los tipos de suelo, las condiciones del clima y asociaciones con otras especies y tiene una expresión espacial en **unidades vegetacionales**, nombradas según la especie –o especies– dominantes. La vegetación es además un insumo clave para determinar los hábitats (o biotopos) de la fauna silvestre. La flora también puede distribuirse en rodales o áreas por especie, o bien tener individuos puntuales de gran tamaño fuera de estos parches.

Como bien se expresa anteriormente, la vegetación tiene una directa relación con el suelo, así como con el recurso hídrico. De este modo, se debe tener especial cuidado al evaluar sus impactos, dado que los efectos sobre estos componentes pueden tener consecuencias interrelacionadas.

La vegetación presenta una relevancia particular, dado que establece la estructura del hábitat para muchas otras especies de flora, fauna o fungi. Así, un impacto sobre este componente puede irremediablemente generar impactos sobre otros componentes del ecosistema, como también a los grupos humanos que con este se relaciona a través de los servicios ecosistémicos que proveen.

Los impactos más frecuentes sobre la flora de los ecosistemas terrestres se muestran en la Tabla 5. Esta lista **no es exhaustiva** y, por lo tanto, no incluye todos los potenciales impactos que pueden generarse. Esta sólo cumple el fin de orientar a consultores y titulares sobre los posibles impactos que pueden presentarse sobre este componente.

4.3 Fauna

La fauna de los ecosistemas terrestres es la más variada en términos de expresión espacial y su variación en el tiempo, ya que incluye una enorme diversidad de formas de vida, desde macro mamíferos de gran tamaño y movilidad, como la taruca (*Hippocamelus antisensis*), hasta organismos pequeños y de escasa capacidad de desplazamiento como artrópodos y otros invertebrados, como el pseudoescorpión (*Chelanops pugil*) o la lengua de vaca (*Polycladus gayi*), incluyendo también la diversidad de mamíferos, aves, anfibios y reptiles de Chile.

El **rango de movilidad**, entendido como la capacidad de las especies de fauna para desplazarse en el territorio, es un criterio relevante a definir para la fauna terrestre en las áreas de estudio y AI. Al momento de catalogar una especie según su movilidad se debe considerar: el ámbito de hogar, la capacidad de dispersión, su especificidad de hábitat, modo de locomoción,

entre otros factores. Con ello se puede generar un continuo de rangos que pasen de una movilidad prácticamente nula a muy alta movilidad, dependiendo de los fines y propósitos de la clasificación.

De manera general, y sólo a modo referencial, se presenta el rango de movilidad clasificado en tres grupos, los que deben ser corroborados con información secundaria disponible:

- Movilidad nula: invertebrados no voladores.
- Movilidad baja: invertebrados voladores, reptiles, anfibios y micromamíferos.
- Movilidad alta: aves, quirópteros y macromamíferos.

Es importante conocer los niveles de movilidad de cada especie de fauna con presencia potencial en el AI del proyecto para poder asignar un área de amortiguamiento o *buffer*, basada en al menos el ámbito de hogar de estas y su capacidad de dispersión. Dentro de estas áreas se debe realizar el levantamiento de información a modo de asegurar una correcta caracterización de la especie y evaluación del impacto. Luego, estas áreas *buffer* deberán ser justificadas a su vez por el tipo de impacto y la fragilidad del OP.

Cabe tener en consideración que el levantamiento de información va dirigido a aquellos impactos potencialmente significativos, considerando aquellos recursos únicos, escasos o representativos; especies en categoría de amenaza, entre otros. **En este sentido se debe poner atención a aquellos organismos con roles ecológicos relevantes para la estructuración de los ecosistemas como unidad funcional.**

En el caso de Chile, y su extensa costa, hay una particularidad que debe ser considerada en esta etapa, la que nace de la **interacción de los ecosistemas marinos** con los ecosistemas terrestres, esta es la consideración de los sitios de nidificación de la avifauna marina. Existen varios ejemplos de aves marinas que viven permanentemente en el mar, pero que durante la época de reproducción nidifican tierra adentro, en diversos ambientes, desde el desierto absoluto (sitio de nidificación de la gaviota garuma, *Leucophaeus modestus*), salares o el piedemonte cordillerano (sitios de nidificación de golondrinas de mar), hasta bosques (sitio de nidificación de la fardela blanca, *Ardenna creatopus*). Es importante considerar tanto los sitios de nidificación como las rutas hacia estos sitios desde el océano.

Los impactos más frecuentes sobre fauna de los ecosistemas terrestres se muestran en la Tabla 5. **Esta lista es ilustrativa, referencial y no exhaustiva; por lo tanto, no incluye todos los potenciales impactos que pueden generarse.** Esta se presenta con la intención de orientar a consultores y titulares sobre posibles impactos que pueden afectar a este componente, siendo relevantes en el marco del SEIA.

Tabla 5. Impactos sobre la biota: flora, vegetación y fauna

EJEMPLO DE IMPACTOS
<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de individuos o ejemplares de una población de flora o fauna. • Modificación de dinámicas poblacionales de densidad, etología, fenología o condiciones particulares. • Modificación de las estructuras poblacionales y comunitarias²⁹ de la flora o fauna, generando cambios en sus propiedades, tales como: <ul style="list-style-type: none"> - abundancia (cobertura, densidad, biomasa, número de individuos). - estructura de edad y sexo. - movimientos migratorios. - potencial reproductor (reclutamiento, fertilidad). - modificación de las condiciones fisiológicas de los ejemplares (peso, tamaño, movilidad, otros). - composición de la comunidad. • Alteración de la cadena trófica por el ingreso de especies depredadoras. <ul style="list-style-type: none"> - abundancia (cobertura, densidad, biomasa, número de individuos). • Alteración del estado fisiológico de la biota. • Pérdida o alteración de hábitat de flora y fauna. • Introducción de enfermedades. • Invasión de ejemplares de flora o fauna exótica o invasora. • Pérdida de comunidades de flora o fauna. • Pérdida de cobertura vegetal. • Deterioro de la condición de la vegetación. • Afectación de fauna por ruido, vibraciones, luminarias, electromagnetismo u otras. • Desplazamiento de fauna, en especial durante sus etapas reproductivas.

Fuente: elaboración propia.

4.4 Ecosistemas terrestres

A escala de ecosistemas, su distribución espacial y su variación en el tiempo se configura analizando las áreas de sus distintos componentes. Esta “suma” o unión no siempre es lineal, ya que el valor de un paisaje o ecosistema singular puede originarse desde sus componentes

²⁹ Cabe recordar que la composición es parte de la estructura comunitaria.

bióticos, pero también puede provenir desde su interacción con el medio físico o humano, y estar basado en valores culturales, sociales, espirituales o económicos (por uso directo o indirecto).

Es relevante en el nivel de organización de ecosistemas considerar los **impactos acumulativos**, pues impactos de diversos orígenes y sobre distintos componentes pueden generar un efecto combinado que ponga en riesgo la permanencia del ecosistema en términos de su composición, estructura y función. Solo a modo de ejemplo, el aumento de la vulnerabilidad por impactos acumulativos puede incidir en la pérdida de la resiliencia climática, dejando más expuestos a ecosistemas y personas a eventos meteorológicos extremos.

Los impactos más frecuentes a nivel de los ecosistemas terrestres se muestran en la Tabla 6. **Esta lista se presenta a modo ilustrativo y referencial y no es exhaustiva;** y por tanto no incluye todos los potenciales impactos que pueden generarse.

Tabla 6. Ejemplos de impactos sobre ecosistemas terrestres

EJEMPLO DE IMPACTOS
<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de superficie. • Fragmentación del ecosistema, causando pérdida o fragmentación de hábitats y/o pérdida de conectividad biológica. • Pérdida y/o alteración del hábitat en términos de calidad o cantidad. • Menoscabo de la composición, estructura y funcionamiento del ecosistema, en vista de sus componentes bióticos, abióticos y las interrelaciones que estos mantienen. • Pérdida de resiliencia climática. • Alteración o pérdida de ecosistemas que son un sumidero de origen natural. • Alteraciones de los patrones de desplazamiento y/o modificación de las áreas de alimentación, reproducción y refugio. • Afectación estructural de las cadenas tróficas. • Pérdida de la capacidad para regular la temperatura ambiental. • Pérdida del valor del sitio como espacio para la recreación y otros servicios ecosistémicos relevantes para la población local. • Pérdida del valor del sitio como espacio para usos religiosos o espirituales y otros servicios ecosistémicos que sean relevantes para la población local. • Interrupciones o alteraciones del flujo hídrico. • Alteraciones de los flujos de nutrientes. • Interrupciones o alteraciones del flujo génico.

Fuente: elaboración propia.





5.

CRITERIOS Y CASOS PARA LA DELIMITACIÓN DE ÁREAS DE INFLUENCIA EN ECOSISTEMAS TERRESTRES



5. CRITERIOS Y CASOS PARA LA DELIMITACIÓN DE ÁREAS DE INFLUENCIA EN ECOSISTEMAS TERRESTRES

Luego de haber revisado en el capítulo anterior los posibles impactos en ecosistemas terrestres, a continuación, se presentan ejemplos de delimitación de AI con el fin de explicitar los criterios que se deben considerar.

Cabe mencionar que se define un AI para cada objeto de protección. Si un componente presenta más de un impacto, el AI asociada estaría formada por la sumatoria geográfica de las áreas en que se manifiestan cada uno de los impactos. De ser así es conveniente que cada una de estas áreas sean identificadas al momento de presentar el proyecto en el SEIA, lo cual aportará mayor claridad a la predicción de impactos.

5.1 Suelo

En el caso del suelo es posible identificar dos tipos de impactos: fijos y con transporte. Los fijos ocurren en el mismo sitio de la obra, parte o acción del proyecto, y la delimitación del AI se circunscribe al lugar de la acción. Los impactos con transporte requieren de predecir el alcance espacial de los efectos del proyecto y con ello poder delimitar el AI.

Caso 1: Pérdida de suelo y de su capacidad de sustentar biodiversidad por remoción, nivelación, compactación e impermeabilización

Cuando un proyecto comienza su construcción frecuentemente requiere preparar el suelo donde se planifica realizar obras o acciones. Esto puede implicar la remoción de los primeros horizontes de suelo, su nivelación, compactación e impermeabilización, dando paso luego a la instalación de canchas de acopio, caminos, estacionamientos, edificaciones u otras obras.

Estos FGI pueden ser **temporales** cuando el uso de la superficie sólo se efectuará durante la fase de construcción del proyecto, o **permanentes**, cuando la superficie sea utilizada durante toda la vida útil del proyecto.

Los impactos identificados para este tipo de acción son la **pérdida de suelo y su capacidad de sustentar biodiversidad**, tal como lo menciona el artículo 6º letra a) del Reglamento del SEIA. Son un tipo de **impacto fijo**, circunscrito al área que se pretende acondicionar, pero, para evitar que además ocurran impactos con transporte (erosión o suspensión) será necesario realizar acciones de control, tales como obras para el manejo y disposición del agua de escorrentía de superficie, el mojado de canchas, aplicación de bischofita y otros métodos de control de suspensión de polvo.

En cuanto al AI para el OP suelo en un impacto de un alcance fijo, circunscrito a la acción, **se debe delimitar toda el área intervenida, hasta donde no haya efectos observables del proyecto, lo que usualmente colinda con los límites de las obras, partes y acciones.**

Figura 4. Área de influencia de suelos por remoción y nivelación



Fuente: elaboración propia a partir de imagen de *Google Earth*.

Caso 2: Pérdida de suelo por erosión

Este ejemplo aplica cuando producto de obras, partes o acciones de un proyecto se crean o activan **procesos erosivos que conllevan al deterioro de las propiedades físicas, químicas o biológicas del suelo.**

Esto puede ocurrir a raíz de las mismas acciones del ejemplo anterior, principalmente por la remoción de suelo, pero también a causa de alteraciones en el régimen hídrico superficial (alteración de cauces, pendientes, eliminación de vegetación, entre otros).

Comúnmente es la escorrentía superficial sobre suelos en pendiente la que arrastra material, erosionando el suelo. Además, en condiciones de fuertes vientos y suelos sin vegetación, también se puede esperar que se genere erosión eólica. En cualquier caso, **el hecho que el proyecto elimine la cobertura vegetal dejará el suelo propenso a erosión, lo cual se agudiza por la pendiente, viento, lluvias y tránsito.**

Para entender el proceso de erosión es necesario considerar los procesos ecológicos y evolutivos de formación de suelo, su estructura, materia orgánica, pedregosidad superficial, entre otras características que puedan condicionar la criticidad del impacto. En este sentido, si se establece un camino en una ladera, en un suelo formado bajo un bosque lluvioso, puede perder sus horizontes superficiales de alto contenido de materia orgánica, siendo muy difícil su recuperación. La situación aquí presentada sería muy diferente si el camino estuviese también en una ladera, pero en un contexto desértico, donde se esperaría un impacto por erosión mucho menor dada la escasez de precipitaciones.

En estos casos, para delimitar el AI se puede utilizar la metodología que define la susceptibilidad a la activación de procesos erosivos o bien aplicar un modelo numérico para simular el proceso erosivo (por ejemplo Rusle). Estas metodologías se deben aplicar para cada una de las unidades homogéneas de suelo presentes en el AI, y se encuentran disponibles para su estudio en la *Guía metodológica para la descripción de ecosistemas terrestres* (SEA, 2024a).

Así, el AI se puede delimitar según los resultados de estas metodologías, hasta donde el efecto del proyecto no sea detectable, incluyendo tanto la superficie de suelo que pierde material como aquella donde se deposite (Figura 5).

Figura 5. Al de suelo por erosión



Fuente: elaboración propia a partir de imagen de *Google Earth*.

Cabe recalcar que la **pérdida de suelo por erosión determinará también una pérdida de la capacidad del suelo para sustentar biodiversidad**, ya que implica la pérdida de horizontes superficiales, una disminución paulatina de la profundidad del suelo y la pérdida de la capa de suelo donde comúnmente se encuentra la mayor cantidad de nutrientes, semillas y propágulos. La erosión implicará una menor capacidad de germinación de semillas y de arraigo de las plántulas, dificultando con ello la regeneración.

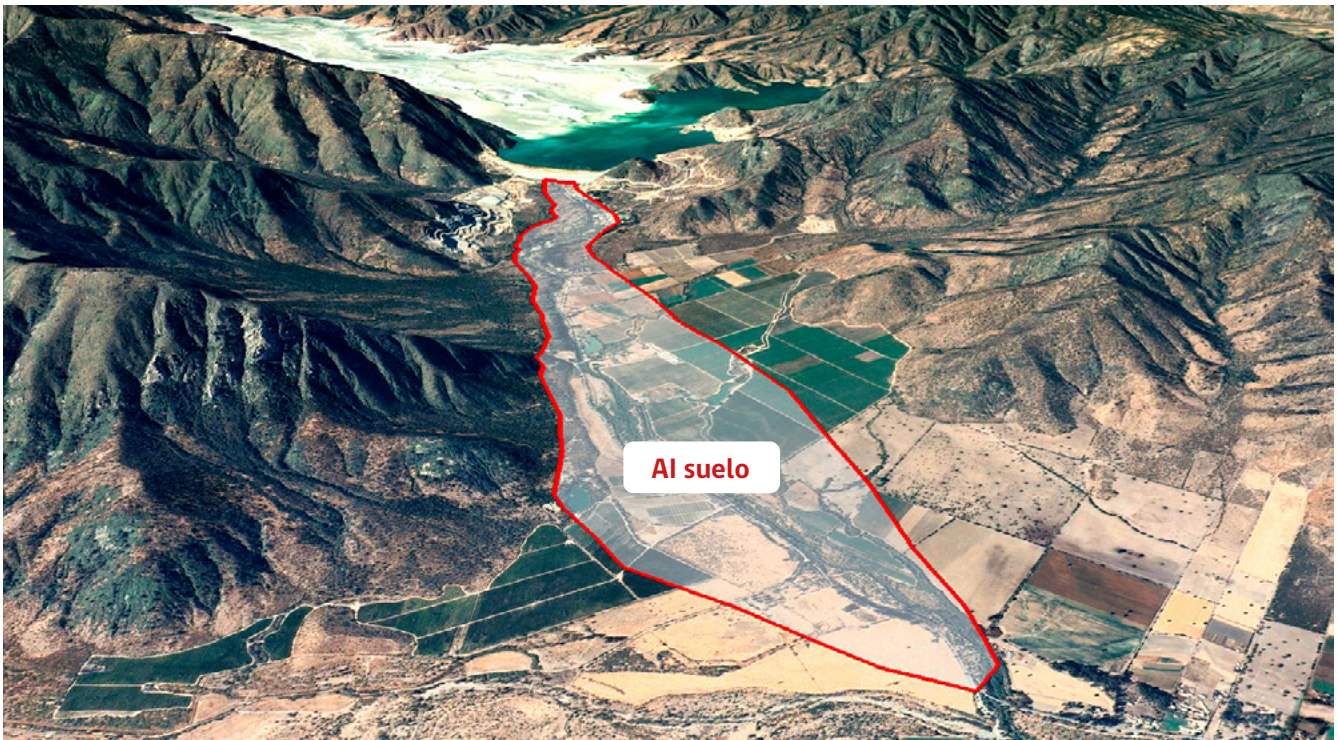
Caso 3: Pérdida de calidad química y biológica del suelo por contaminación

El depósito de materiales contaminantes sobre suelo desnudo tiene el potencial de lixiviar sustancias contaminantes cuando éstas entran en contacto con el agua, penetrando por los poros del suelo en profundidad. El movimiento de los contaminantes dependerá de las características fisicoquímicas de este, del pH del suelo, la capacidad de adsorción del suelo, la cantidad de agua que recibe, porosidad, nivel de la napa freática, potencialidad de generar quelatos, entre otras características. Estas circunstancias pueden generar impactos más allá de los límites físicos del depósito.

Para definir el AI del impacto de pérdida de la calidad química y potencialmente biológica del suelo por contaminación, es necesario modelar la dispersión de los contaminantes, donde el AI tendrá como límite espacial el lugar donde la calidad se iguala a la condición de base. En estos casos el AI de la contaminación de suelos podrá estar vinculada al AI del impacto por pérdida de calidad de agua subterránea, donde será relevante conocer el comportamiento de cada contaminante y su potencial movilidad en las condiciones del sitio.

Este tipo de impactos puede presentarse, por ejemplo, en la creación de embalses de relieve minero.

Figura 6. AI de suelo por contaminación



Fuente: elaboración propia a partir de imagen de *Google Earth*.

Es necesario tener presente que por los usos históricos un sitio puede albergar contaminantes, y si un proyecto en evaluación se localiza sobre este, será necesario que analice la probabilidad de que por sus acciones estos contaminantes puedan movilizarse en el suelo o alcanzar nuevos receptores. Esto podría ocurrir, por ejemplo, si el suelo quedara más expuesto a la escorrentía superficial.

5.2 Flora y vegetación

Caso 4: Alteración de la vegetación por depósito de material particulado

Un tipo de impacto común que se puede generar en proyectos que construyen caminos colindantes a formaciones vegetacionales es la afectación de la vegetación a causa de la acumulación de material particulado sobre las hojas. Esta alteración afecta en el proceso de fotosíntesis y transpiración del individuo, debilitándolo.

Como criterio para delimitar el AI se debe considerar el alcance espacial del depósito de material particulado, lo cual se define con mayor precisión mediante modelación. Entre las condiciones que afectan la dispersión de material particulado se encuentran las características del suelo del camino, el viento, y el tipo y frecuencia del tránsito de vehículos. Para más detalle, consultar la *Guía para el uso de modelos de calidad del aire en el SEIA* (SEA, 2023d)

Figura 7. AI de flora y vegetación por depósito de material particulado



Fuente: elaboración propia a partir de imagen de *Google Earth*.

Una vez identificada el área de afectación, se debe catastrar la presencia de formaciones singulares, como vegetación azonal, relictas, entre otras, así como la presencia de especies en categoría de amenaza, endémica o declaradas Monumento Natural, entre otros.



Caso 5: Desección de la vegetación por disminución del nivel freático

La extracción de agua subterránea puede generar impactos importantes sobre la flora y vegetación, alterando la composición, riqueza, vigor o abundancia de las comunidades vegetacionales.

Es importante tener en cuenta los cambios bruscos del nivel del acuífero, pero por sobre todo considerar efectos crónicos sobre la vegetación por descensos leves en el nivel del agua que se acumulan en el tiempo y que son difícilmente recuperables.

De esta manera, correspondería realizar una modelación de las variaciones en el agua subterránea, determinando hasta dónde se extiende temporal y espacialmente la disminución de la napa freática. Esto se debe de modelar simulando que el proyecto se encuentra en su mayor capacidad de operación y en la condición más desfavorable.

Además de las herramientas de modelación de aguas subterráneas³⁰, actualmente existen varios modelos numéricos vegetacionales (*CROPSYS-cropping systems simulation model*, *APEX-Agricultural Policy Extender*, *SWAT-Soil & Water Assessment Tool*, *EPIC-Environmental Policy Integrated Climate*, entre otros) que permiten simular las condiciones fisiológicas específicas de cada especie, en ambientes climáticos que reproducen las condiciones reales del territorio simulado y permitiendo la configuración de escenarios con y sin proyecto. Además, hoy estos modelos pueden ser calibrados y validados con imágenes satelitales disponibles sin costo y de fácil acceso, lo que sumado a datos de campo que den cuenta del ajuste final del modelo y el error asociado a sus resultados, los convierte en una excelente herramienta para predecir y evaluar impactos sobre la flora y vegetación.

La ventaja de estos modelos es que permiten evaluar y predecir los impactos sobre la vegetación y la flora en términos de riqueza, composición, estructura, función y producción de biomasa, conociendo la localización y temporalidad de los impactos, además de considerar la estacionalidad.

En estos casos el AI se debe delimitar incluyendo en el polígono toda la vegetación que se verá afectada por el proyecto, considerando esto en el largo plazo y hasta la recuperación de los niveles basales del acuífero.

³⁰ Se recomienda revisar la *Guía para el uso de modelos de aguas subterráneas en el SEIA* (SEA, 2015b).

Figura 8. AI de flora y vegetación por desecación



Fuente: elaboración propia a partir de imagen de *Google Earth*.

En el caso expuesto, además de ejemplificar el AI para flora y vegetación, cabe resaltar la importancia de identificar, predecir y evaluar toda la cadena de impactos vinculada a la extracción de aguas, lo que tendrá en primera instancia un impacto sobre la cantidad de agua subterránea, la fauna, el ecosistema terrestre, y eventualmente sobre otros objetos de protección del SEIA, tales como el valor paisajístico, valor turístico, áreas bajo protección oficial, y los SVCGH.



Caso 6: Pérdida de flora y vegetación por corta

Frecuentemente los proyectos requieren del despeje de terreno para construir sus obras y desarrollar sus acciones. Esto implica la corta de vegetación y, por lo tanto, un impacto directo definido como pérdida de flora y vegetación.

El AI de este impacto debe incluir **toda la superficie que sufra la corta de vegetación más un área buffer circundante**. El *buffer* debe ser estimado técnicamente por especialistas en flora y vegetación, en virtud de las características propias de la flora y vegetación del lugar, especies, edad y tamaño de los individuos, hábito de las especies (arbusto, árbol, geófita, etc.), su categoría de conservación, singularidades, contexto geográfico, estado sucesional del bosque, fragmentación de los parches de vegetación, características propias del proyecto de inversión, características abióticas que pueden influir en el efecto borde, como luz, temperatura y humedad, entre otras características, cuestión que debe quedar debidamente justificada en la DIA o EIA.

Figura 9. AI de flora y vegetación por corta



Fuente: elaboración propia a partir de imagen de *Google Earth*.

En el caso de que el impacto ocurra sobre bosque nativo, y en función de las condiciones geográficas y climáticas del sitio, se debe justificar fundadamente si esta formación vegetacional se cataloga o no como bosque nativo de preservación, lo cual será fundamental para la posterior evaluación de impactos. Con este propósito, y mediando de juicio experto, puede ser necesario ampliar el área de estudio más allá del AI, buscando identificar la presencia de estas especies singulares³¹, información con la cual se podrá justificar si el AI es un hábitat potencial de estas especies y si la formación vegetacional conforma un bosque de preservación.

³¹ De acuerdo con lo establecido en el artículo 2º literal 4) de la Ley N°20.283.

5.3 Fauna

Caso 7: Alteración o pérdida de fauna de baja movilidad por eliminación de hábitat

La fauna, según sus características, puede tener capacidades de movilidad muy diferentes. En el caso de los reptiles, su movilidad es bastante reducida, siendo para estas especies difícil de escapar ante acciones disruptivas en terreno, por ejemplo, producto de la corta de vegetación y remoción de suelo.

En estos casos el AI de la fauna estará altamente condicionada por el AI de la vegetación y del suelo, componentes que en el caso del acondicionamiento de terreno recibirán el impacto de manera directa. Así, el criterio para delimitar el AI debe ser **incluir toda la superficie de pérdida de hábitat para la fauna identificada, más un área *buffer*** justificada técnicamente en función de las especies y las características del proyecto. El ancho del *buffer* deberá estar condicionado a que en el área colindante exista una potencial presencia de hábitat (ámbito de hogar) y la posibilidad de que los individuos puedan desplazarse hacia ella, influyendo la homogeneidad del ecosistema o su disrupción a otros usos.

Figura 10. AI de fauna por alteración o pérdida de población de baja movilidad



Fuente: elaboración propia a partir de imagen de *Google Earth*.

Cabe señalar que muchos grupos faunísticos utilizan ambientes diferentes durante las distintas etapas de su ciclo reproductivo, o incluso en su rutina diaria, tales como comederos, defecaderos, letrinas, madrigueras y refugios pueden estar en distintos ambientes. En este sentido, la ausencia de cubierta vegetal no implica la ausencia de fauna.

Por este motivo es de suma importancia el listado de fauna potencial presente en el área, ya que puede relevar ambientes de fauna que no estén relacionadas con la vegetación o el suelo, como roqueríos, cumbres, farellones, salares, rodados y otros componentes abióticos de los ecosistemas, que son fundamentales para la fauna. Cuando el proyecto altere estos ambientes y se identifique fauna que los utilicen, estas áreas deben incluirse dentro del AI de fauna. Para más detalle sobre especies potenciales, así como descripción y alteración de hábitat, véase *Criterio de evaluación en el SEIA: Criterios técnicos para campañas de terreno de fauna terrestre y validación de datos* (SEA, 2022b).

Caso 8: Pérdida de individuos de alta movilidad por colisión

En el caso de especies de vertebrados voladores, como aves y quirópteros, las barreras que generan estructuras en altura que no sean detectables para estos animales, pueden implicar un alto riesgo de colisión y muerte. Por ejemplo, un proyecto de energía que cuente con estructuras como líneas de transmisión o aerogeneradores tiene el potencial de afectar la avifauna y quirópteros que transiten por el lugar. Estructuras como los cables o las aspas en movimiento de los aerogeneradores pueden ser de baja visibilidad para estas especies, particularmente en horario nocturno o en ciertas condiciones climáticas.

En estos casos, para definir el AI se debe tener en cuenta el emplazamiento de las diferentes partes del proyecto, delimitando el AI de manera que incluya toda la superficie en donde se encuentren ubicadas las estructuras que pueden provocar la colisión de vertebrados voladores. No obstante, durante el levantamiento de información se deben considerar un *buffer* más amplio, que pueda detectar posibles rutas de migración, refugios temporales y definitivos, áreas de nidificación, entre otros. En el caso de encontrarse sitios de nidificación o una colonia de quirópteros en el sector y que impliquen una interacción de dicha población con el proyecto, puede ser necesario ampliar el AI incluyendo estos sectores.

Figura 11. AI de fauna por pérdida de individuos de alta movilidad por colisión

Fuente: elaboración propia a partir de imagen de *Google Earth*.

Para la predicción de impactos es relevante saber qué especies de vertebrados voladores se encuentran dentro del área, conocer sus sitios de nidificación, refugios y posibles rutas migratorias de las especies que puedan existir en el sector. Una vez definidas éstas características, se debe también considerar la altura de vuelo y los períodos de paso más frecuente, existiendo especies nocturnas, migratorias o con usos particulares del espacio. Conjuntamente, se debe considerar la altura de las estructuras y su separación.

5.4 Ecosistemas terrestres

Caso 9: Pérdida de ecosistemas por acondicionamiento de terreno

Es importante considerar que no sólo los componentes individuales de los ecosistemas son OP, sino que también se incluyen escalas superiores de organización ecológica, como los mismos ecosistemas terrestres.

La delimitación del AI que represente impactos a nivel ecosistémico estará vinculada al alcance espacial de los impactos sobre el suelo, flora y vegetación, fauna, agua y aire, integrando estos análisis.

En el SEIA el acondicionamiento de terreno es un ejemplo de FGI de importantes consecuencias sobre los ecosistemas, pues elimina la biota y remueve el suelo, cambia la hidrología local y cambia el uso de suelo hacia usos industriales o urbanos.

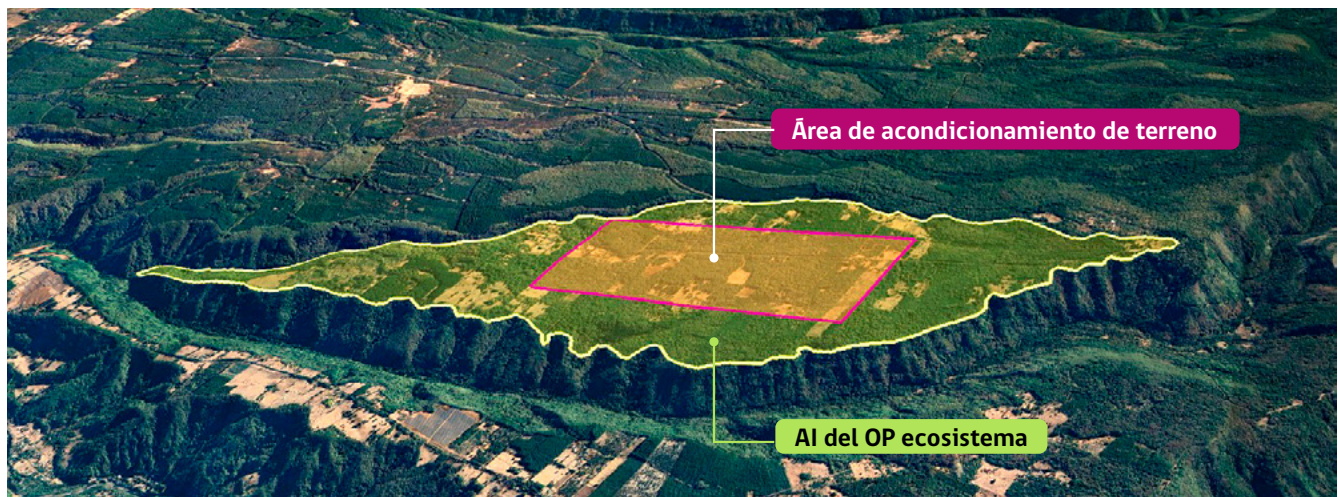
El criterio para definir el AI por acondicionamiento de terreno a nivel de ecosistema terrestre parte con la sumatoria geográfica de las superficies de todos los impactos por componente impactado, en otras palabras, superponer las AI de los demás componentes impactados para conformar un único polígono que las englobe a todas. Posterior a ello se debe determinar un *buffer* de ancho variable, el cual debe ser determinado y justificado por un especialista, sobre la base de información técnica del ecosistema, los tipos de impactos en cuestión y sus efectos en el nivel de organización ecosistémico.

Los criterios que permiten definir este *buffer* son:

- Distribución y tamaños de parches de formaciones vegetacionales que conforman el paisaje.
- Cambios de uso de suelo a nivel de paisaje y continuidad de parches.
- Singularidades del ecosistema, en términos de especies, vulnerabilidades, amenazas, biodiversidad, y riesgo climático.
- Unidades homogéneas de ecosistema, por ejemplo, aquellos dados por las formaciones vegetaciones y usos de suelo.
- Límites o ecotonos hacia ecosistemas acuáticos continentales o marinos.
- Límites hidrográficos (cuenca a subsubcuenca, dependiendo del tamaño del AI).
- Posibles impactos acumulativos con obras o acciones cercanas.

La Figura 12 representa el proceso de delimitación de AI donde se representa el área de acondicionamiento de terreno y el AI ceñido principalmente a las geformas del terreno.

Figura 12. AI del ecosistema por pérdida de superficie a causa del acondicionamiento de terreno



Fuente: elaboración propia a partir de imagen de *Google Earth*.

Caso 10: Pérdida de servicios ecosistémicos relevantes para la población local

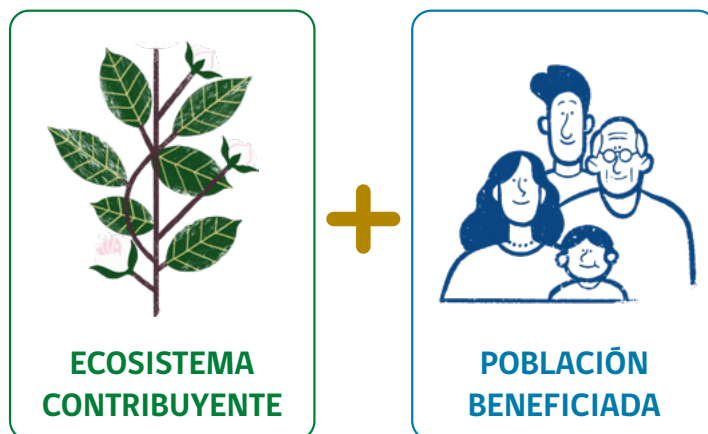
Un caso típico de propiedades emergentes de los ecosistemas –atributos que son más que sólo la suma de las partes– es la provisión de SSEE (ver capítulo 2 de esta Guía). Estos servicios son parte constitutiva del **valor ambiental de un territorio**, generando importantes beneficios, tanto tangibles como intangibles, a los **grupos humanos que habitan el sector**.

En el caso de que los FGI de un proyecto incidan sobre la pérdida o el deterioro de uno o varios SSEE, el criterio de delimitación de AI del ecosistema dependerá del tipo de SSEE identificado por la población local y la capacidad de circunscribirlo en un área determinada.

El AI del objeto de protección ecosistema, cuando se considera la pérdida o el deterioro de SSEE, debe al menos contener dos polígonos. Uno correspondiente al espacio donde se presenta el impacto sobre el ecosistema en cuestión, y un segundo polígono que represente a los **grupos humanos locales** que se verán impactados por la pérdida o el deterioro de los SSEE, es decir, a los grupos humanos que reciben la contribución del ecosistema.

Esto se justifica ya que el atributo del ecosistema de contribuir con un bien o servicio **requiere de una población beneficiada para configurarse** (ver Figura 13).

Figura 13. Elementos constituyentes de un SSEE



Si uno de estos elementos falta no se constituye el atributo “servicio ecosistémico”

Fuente: elaboración propia.



El artículo 7° del Reglamento del SEIA indica distintas circunstancias en las que pueden presentarse impactos sobre los SVCGH, entre ellos la letra a) y la letra d) referidas a impactos sobre recursos naturales usados por los grupos humanos y la manifestación de su cultura respectivamente. **Cuando se trate de impactos vinculados a la letra a) del artículo 7° es altamente probable que se trate de una afectación a un SSEE de provisión o cultural.**

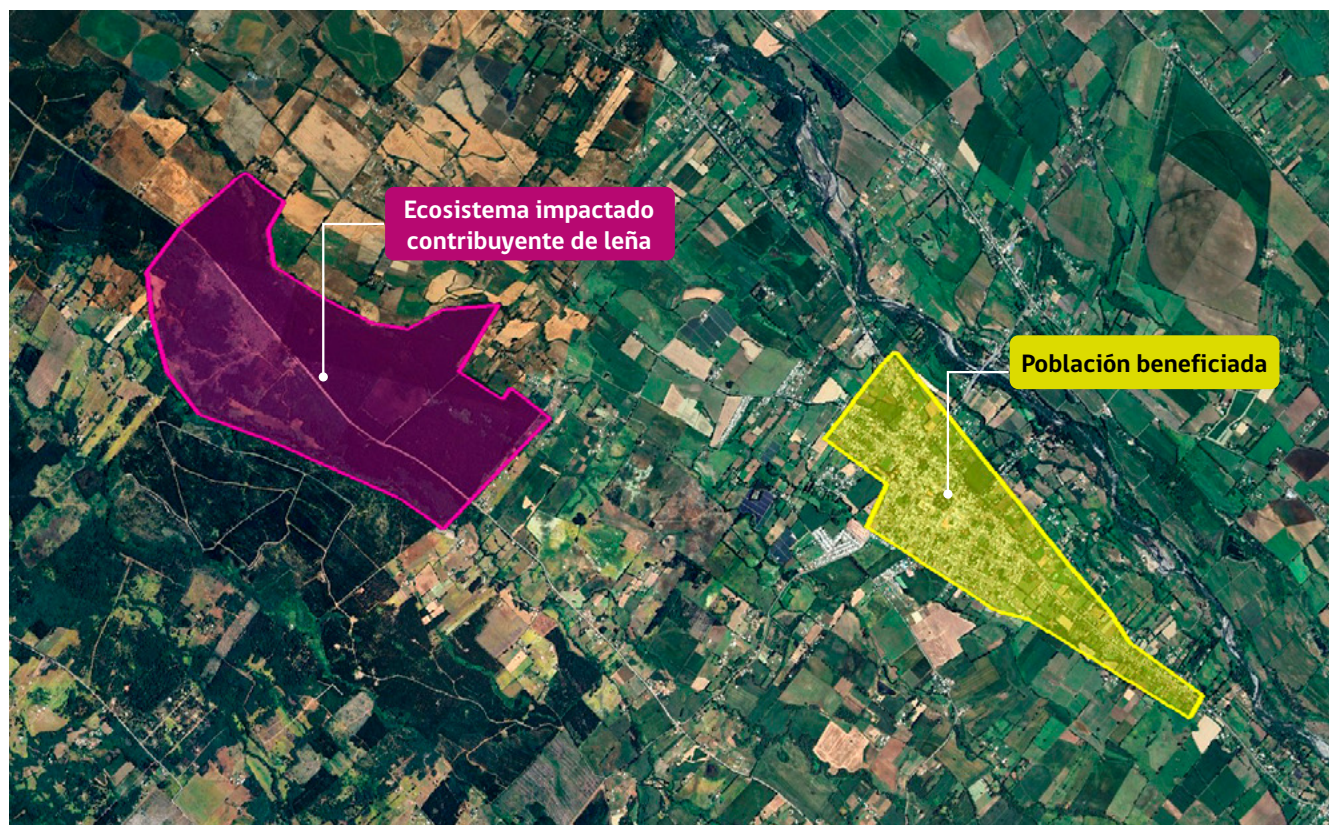
Si la situación del proyecto implica impactos vinculados a la letra d), es decir, a *"la dificultad o impedimento para el ejercicio o la manifestación de tradiciones, cultura o intereses comunitarios, que puedan afectar los sentimientos de arraigo o la cohesión social del grupo"*, entonces, lo que habrá que **distinguir es si esta dificultad o impedimento se relaciona al acceso o uso de un ecosistema**. De ser así se estaría tratando de un **SSEE cultural**, por lo tanto, el **AI debe contener tanto el polígono referente al ecosistema contribuyente** que otorga esa posibilidad de manifestar tradiciones, cultura y generar sentimientos de arraigo, así como también contener un **polígono que represente a los grupos humanos impactados**.

Otra complejidad inherente ocurre al reconocer que un ecosistema puede contribuir con múltiples tipos de servicios simultáneamente, pues no son excluyentes entre sí. Sólo a modo de ejemplo, un mismo bosque puede proveer de leña, regular la calidad de las aguas de bebida, y otorgar un espacio de recreación. Tal como se mencionó previamente, **la delimitación del AI en estos casos deberá también contener al menos dos polígonos, uno referido al ecosistema contribuyente y otro referido a todos los beneficiarios de los distintos tipos de servicios**, los cuales pueden o no ser las mismas personas, pudiendo representarse mediante distintos espacios geográficos del ámbito local.

Para avanzar en el entendimiento de estas circunstancias, se propone primero un ejemplo simple. En el caso de **los SSEE de provisión**, tal como la extracción de leña, fibra o alimentos, es posible delimitar su presencia de manera concreta a partir de descripciones en terreno, **identificando dónde se encuentra la vegetación que provee de dichos insumos para la población local**.

Para delimitar el AI del OP ecosistema será necesario delimitar el ecosistema contribuyente del recurso natural, y posiblemente como un polígono diferente, delimitar la ubicación representativa de los grupos humanos locales que se ven beneficiados por el SSEE. Estos dos polígonos compondrán el AI del ecosistema que se ven reflejados en la Figura 14.

Figura 14. AI del ecosistema por pérdida de SSEE de provisión de leña

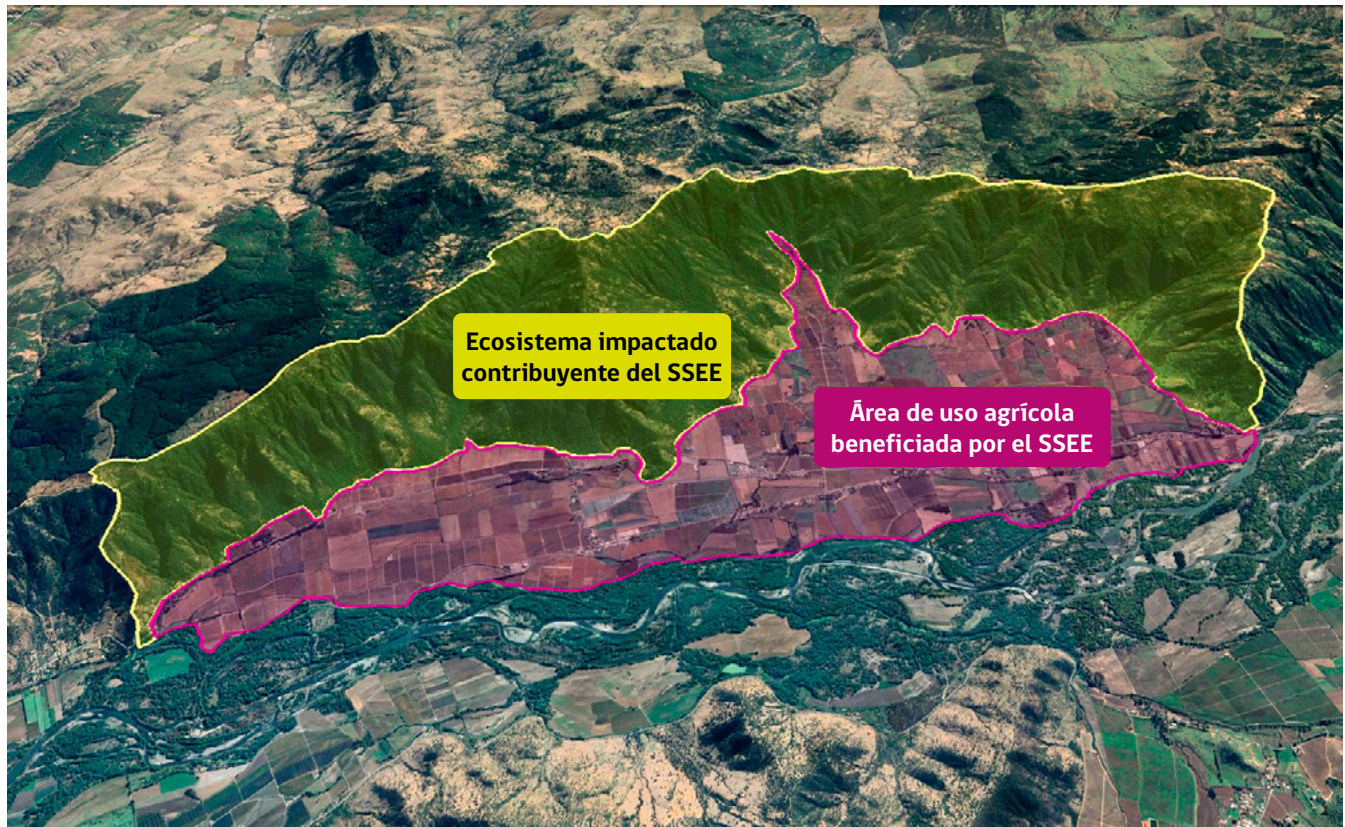


Fuente: elaboración propia a partir de imagen de *Google Earth*.

Distinto es el **caso de los SSEE de regulación o culturales**, donde el origen del SSEE es más difícil de delimitar, por ejemplo, cuando se trata del bienestar psicológico o la identidad local vinculada a un área silvestre, o bien la regulación térmica que ofrece un ecosistema. En tales casos, cuando no sea directamente identificable el origen del SSEE a un sector del ecosistema, e independiente de que el impacto directo del proyecto sea sólo sobre una porción de este, **el AI debe incluir todo el ecosistema que provee dicho SSEE**. La razón de ello se vincula a la dependencia del SSEE a todo el ecosistema y a la necesidad de describirlo en términos de composición, estructura y función para comprender cómo se configura el SSEE.

Para este tipo de SSEE también será necesario incluir en el AI el polígono que representa la ubicación de los grupos humanos locales que se ven beneficiados por el SSEE. Entonces, en la Figura 15, vemos un polígono que representa un ecosistema de cerros que colinda con un área de uso agrícola. El SSEE de regulación beneficia directamente al área agrícola en términos del ciclo del agua, polinizadores, regulación térmica, control de plagas, entre otros. En este caso ambos polígonos colindan uno con otro, y ambos integran el AI del OP ecosistema.

Figura 15. AI del ecosistema por pérdida de SSEE regulación



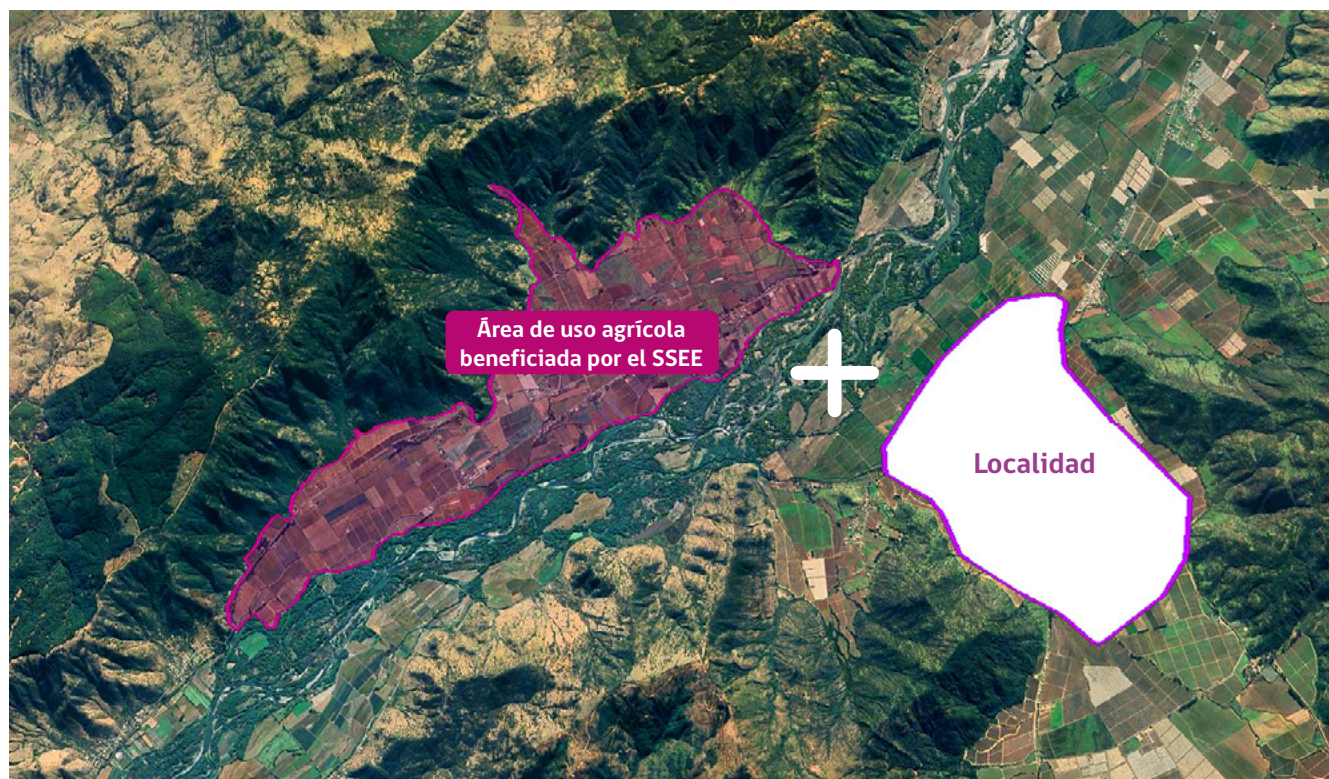
Fuente: elaboración propia a partir de imagen de *Google Earth*.

Esta información será útil también para los especialistas en medio humano cuando enfrenten el proceso de definir el AI de los SVCGH. Tanto si se trata de impactos por la letra a) o d) del artículo 7º, **el AI de los SVCGH debe incluir el área referida a la ubicación de los beneficiarios de SSEE, lo cual no es excluyente de incluir además otras superficies que representen los impactos derivados por las demás circunstancias del artículo 7º, por ejemplo, las referidas a tiempos de desplazamiento (letra b) y acceso a servicios (letra c)**³².

En la Figura 16 se observa que el AI de los SVCGH tendría el polígono de los usos agrícolas más otro polígono representativo de la localidad donde habitan los grupos humanos impactados. En esta localidad los grupos humanos pueden o no ser receptores de otros impactos predichos por el proyecto.

³² Cabe recordar que las AI se definen para cada OP, lo cual debe circunscribir todos los tipos de impactos a los cuales el componente este sujeto. En este caso, el AI de los SVCGH debe incluir todos los impactos que deriven de circunstancias descritas en el artículo 7º del Reglamento del SEIA y sus correspondientes literales.

Figura 16. AI de los SVCGH que perderían acceso a un SSEE



Fuente: elaboración propia a partir de imagen de *Google Earth*.

Las contribuciones de los ecosistemas al bienestar de las personas pueden ser recibidas tanto por personas de origen local o bien por grupos de turistas que provengan de diferentes zonas del país o incluso del mundo. En caso de que se identifique como atributo del ecosistema su atractivo a nivel regional, nacional o internacional, la delimitación del AI quedará sólo asociada al ecosistema contribuyente, dado que es metodológicamente inabarcable incluir el lugar de origen de los diferentes grupos beneficiados.

Por el contrario, si los beneficiados por el uso turístico del ecosistema son identificables, y se encuentran en el ámbito local, se deberá circunscribir a estos grupos humanos que reciben este SSEE. Así, al igual como ocurre con el ejemplo asociado a los SVCGH, este polígono deberá formar parte del AI del valor turístico.

Figura 17. AI del ecosistema por pérdida de SSEE cultural turístico sin identificación local de beneficiados



Fuente: elaboración propia a partir de imagen de *Google Earth*.

Por otro lado, si el aspecto del ecosistema que se está alterando se relaciona con el valor paisajístico, por ejemplo, al disminuir su calidad visual, se estará afectando el SSEE cultural relativo a belleza escénica. En este caso, al aplicar la metodología de la *Guía para la evaluación de impacto ambiental del valor paisajístico en el SEIA* (SEA, 2019), se deberá considerar el área de impacto sobre el valor paisajístico en la delimitación del AI del ecosistema que ofrece el SSEE.

.....

En conclusión, el AI que se genera para el OP ecosistema por la pérdida y deterioro de SSEE, incluyen tanto al ecosistema natural como tal, así como a los grupos humanos beneficiados, lo que puede incidir sobre la determinación de las AI de otros OP del SEIA.

.....



Caso 11: Fragmentación de hábitat de fauna

La fragmentación de ecosistemas con consecuencias de disrupción en corredores biológicos, en particular aquellos que afectan la movilidad de la fauna y reducen su ámbito de hogar, es un impacto que comúnmente se asocia a impactos acumulativos entre proyectos.

La fauna de alta movilidad, como mamíferos o aves, tiene la capacidad de escapar de la intervención del ecosistema causada por obras o acciones de un proyecto; pero si dentro de la cuenca en que habitan se producen sucesivos cambios de uso de suelo, pasando de naturales a urbanos o industriales, puede producir un arrinconamiento de la especie, e incluso, su pérdida local.

Para dar respuesta a esta problemática se requiere de al menos los siguientes análisis:

- Delimitar el AI total del proyecto sobre los ecosistemas, elaborando un polígono que incluya las AI sobre los componentes agua, suelo, aire, flora y vegetación, y ecosistema.
- Identificar el ámbito de hogar de las especies que potencialmente verán fragmentado su hábitat, lo cual variará de zonas más extensas para mamíferos mayores como el puma, a áreas más reducidas como es el caso del zorro³³.
- Identificar usos de suelo en el ámbito de hogar de la especie a analizar, y particularmente identificar proyectos ingresados al SEIA con los que el proyecto pueda presentar impactos acumulativos de fragmentación de hábitats.
- Modelar la distribución de las especies enfocándose en especies en categoría de amenaza o singulares que puedan ver fragmentado su hábitat.

Con estos resultados el AI por fragmentación de ambientes de fauna debe incluir toda la superficie que circunscriba el ámbito de hogar de la especie al menos dentro de la subcuenca, e identificar claramente en ella las superficies que implicarán una pérdida de continuidad en la movilidad de los individuos.

33 Se debe tener en consideración que para muchas especies no existen estudios que definan el ámbito de hogar, en tal caso considerar estudios de especies etológica y taxonómicamente similares o realizar estudios propios.



6.

ATRIBUTOS REQUERIDOS PARA LA DESCRIPCIÓN DE ÁREAS DE INFLUENCIA



6. ATRIBUTOS REQUERIDOS PARA LA DESCRIPCIÓN DE ÁREAS DE INFLUENCIA

6.

Para la descripción de las AI se proponen **dos grupos de atributos, los generales y los detallados**. Las principales diferencias están en el área sobre la cual se analizan los atributos, el momento en que estos se describen y el origen de la información empleada, generando mayores niveles de detalle cuando se trata de impactos significativos (EIA).

La descripción general se realiza sobre toda el AI. El levantamiento de información comienza en etapas tempranas del proceso de elaboración de una DIA o EIA, luego de haber reconocido con qué componentes ambientales interactúan los FGI de un proyecto en un emplazamiento específico. En un comienzo se utilizan fuentes secundarias de información, previamente disponibles, realizando un trabajo de gabinete que permita enmarcar la situación ecológica e identificar singularidades. Ante hallazgos relevantes, la información se debe confirmar o descartar con datos de terreno, generando un mayor nivel de precisión, tanto respecto de los impactos esperables como de las características de los componentes ambientales receptores, orientando con ello las decisiones sobre estudios para una descripción detallada, si corresponde.

Por ejemplo, de acuerdo con literatura técnica (fuente secundaria), la especie de flora *Malesherbia tocopillana* se encuentra en categoría En Peligro (DS N°50, de 2008, Minsegres), tiene una distribución conocida muy restringida, acotada a su localidad tipo en Tocopilla, y poblaciones escasas y en declive. Su presencia en el AI de un proyecto reúne condiciones para ser clasificada como singularidad ambiental, lo que sería un hallazgo relevante. Si la definición

de las partes, obras y acciones de un proyecto incluye la localidad tipo de *M. tocopillana*, será necesario realizar trabajo de campo para confirmar la presencia de la especie.

Así, es relevante considerar la fenología de las especies, la temporalidad y la estacionalidad de las campañas para generar datos de campo lo más confiables posibles a la hora de confirmar o descartar hallazgos, debido a la dificultad inherente de muestrear especies de difícil detección, ya sean raras, en categoría de amenaza, entre otras. **Es importante relevar que la ausencia de hallazgos de ejemplares de una especie no implica necesariamente su ausencia en el ambiente o en el sector.**

Por su parte, la descripción detallada se realiza con fuentes de información principalmente primarias, vinculadas a trabajo de campo de dos o más campañas. Siguiendo el ejemplo de *M. tocopillana*, en caso de confirmar su presencia durante la descripción general mediante trabajo de campo, para la descripción detallada se debieran realizar esfuerzos especiales para su búsqueda y caracterización, realizando censos de la población, evaluando su estado fitosanitario, estado fisiológico, entre otros.

En aquellas áreas donde se sospecha y requiere confirmar el potencial desarrollo de impactos significativos se requerirán mayores niveles de detalle de la información, ya sea para identificarlos o bien para descartarlos justificadamente.

.....

El diseño y planificación de la descripción de las AI debe tener en cuenta, en todo momento, que **los atributos que se levanten en terreno sirvan** para la predicción y evaluación de impactos, además de ser parte de los insumos para el diseño de las medidas de mitigación, reparación y compensación cuando corresponda, así como también para el diseño del Plan de Seguimiento.

.....

Cabe hacer presente que en el caso de existir condiciones materiales, técnicas o legales que impidan acceder a predios para efectuar la debida caracterización y habiendo agotado las instancias que permitan subsanar la brecha de información, el titular del proyecto o actividad deberá justificar y presentar los medios de verificación que sean pertinentes a fin de fundamentar dicha circunstancia. En estos casos, la caracterización del sitio se podrá realizar desde el perímetro del área delimitada por medio de metodologías indirectas, considerando las mejores técnicas o tecnologías disponibles lo cual debe ser debidamente justificado. Lo anterior será viable, siempre y cuando la carencia de información no sea esencial para la evaluación o indispensable para la calificación ambiental del proyecto o actividad, según lo establecido en los artículos 36, 48, 62 y 63 del Reglamento del SEIA.

En las siguientes secciones se identifican los atributos necesarios para las descripciones detalladas y generales de los distintos componentes de los ecosistemas terrestres. **Estos atributos no apuntan a ser una lista exhaustiva de ellos, sino que una referencia a tener en cuenta al momento de planificar los estudios sobre ecosistemas terrestres en una DIA o un EIA.** Los atributos que se deben describir corresponden a aquellos que permitan detallar el componente en función de los posibles impactos sobre este o, en su defecto, para descartar los impactos.

6.1 Suelo

6.1.1 Atributos para la descripción general

Los elementos a considerar para la descripción general son los siguientes:

- **Cobertura de suelo:** se refiere a la descripción del material físico en la superficie, por ejemplo: hierba, asfalto, árboles, suelo desnudo, agua, etc. Este término se diferencia del término "uso de suelo", el cual está definido por las asignaciones derivadas de la actividad humana en un territorio, por ejemplo: plantación forestal, suelo urbano, uso agrícola, etc. Esta información puede levantarse a simple vista, y complementar teniendo como información previa en gabinete los mapas de cobertura elaborados por Ciren.
- **Uso de suelo:** se define como las acciones, actividades e intervenciones que realizan las personas sobre un determinado tipo de superficie para producir, modificar o mantener. El uso del suelo abarca la gestión y modificación del medio ambiente natural para uso agrícola, pecuario, silvícola, pastizal, vegetación nativa o para asentamientos humanos. Esta capa de información permite discriminar entre hábitat intervenidos y naturales o nativos. Esta información puede levantarse a simple vista, y complementarla teniendo como información previa en gabinete los mapas de uso de suelo elaborados por Ciren.
- **Series de suelo:** se refiere a una caracterización general de suelo que describe sus principales características físicas y morfológicas, tales como color, estructura, textura, porosidad, presencia de raíces, capacidad de uso de suelos (CUS), entre otros. Como fuente de información secundaria se recomienda usar los Estudios Agrológicos de Ciren y sus respectivas capas de información geográfica.
- **Unidades homogéneas de suelo (UHS):** es una unidad espacial en donde las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo son uniformes. La homogeneidad se puede determinar en primera instancia en un trabajo de gabinete, considerando las series de suelo, el uso, su cobertura, así como también aspectos geográficos generales. Luego de haber realizado la campaña de terreno, con calicatas representativas de cada unidad, será posible reajustar las unidades homogéneas y sus dimensiones.

Una vez obtenidas las unidades homogéneas de suelo es posible diseñar el muestreo en terreno de modo que sea representativo. Para una descripción general, donde los impactos identificados no son significativos, es posible realizar una descripción de moderada a baja intensidad, pero **siempre representativa de todas las UHS**. El trabajo de campo permitirá realizar la descripción de calicatas y establecer con mayor precisión la Capacidad de Uso de Suelos (CUS).

- **Descriptor de suelo en terreno y análisis de calicatas:** corresponden a parámetros físicos, químicos y biológicos que caracterizan el suelo. Para realizar la descripción en terreno se recomienda el uso de la “Pauta para estudio de suelos” del Servicio Agrícola y Ganadero (de 2011 y rectificada el 2016). En dicha pauta se especifican tres grupos de criterios los cuales se indican a continuación.
 - **Criterios de aproximación:** permiten clasificar los suelos según puedan o no ser laboreados, agrupándolos en suelos arables y no arables. Además, de estos criterios se deducen características relevantes respecto de su capacidad de sustentar vegetación. Estos criterios son la profundidad, pendiente, pedregosidad superficial y clase de drenaje.
 - **Criterios de definición:** contribuyen a la determinación de la capacidad de uso de suelo, siendo complementarios a los criterios de aproximación. Estos son la textura, agua aprovechable, pedregosidad subsuperficial, clases de erosión y clima (período libre de heladas y viento).
 - **Criterios especiales:** son aquellos que describen una condición particular existente, como la inundación, salinidad, sodicidad³⁴ y alcalinidad.
- **Capacidad de uso de suelo (CUS):** es la información resultante de la descripción de todos los parámetros de aproximación, definición y especiales de la Pauta de Estudios del SAG. Es una clasificación técnica interpretativa, basada en la combinación de los efectos del clima y las características permanentes del suelo, que permite clasificar los suelos existentes según su capacidad para producir biomasa agrícola, conociendo las limitaciones de este. Las clases para definir la capacidad de uso son ocho, las cuales se designan con números romanos del I al VIII, y se ordenan de forma creciente de acuerdo a las limitaciones y riesgos en el uso.
- **Capacidad de Sustentar Biodiversidad (CSB):** corresponde a la información resultante de analizar diferentes limitantes del suelo para el asentamiento de especies. Para definirla se recomienda aplicar la metodología propuesta en la *Guía metodológica para la descripción de ecosistemas terrestres* (SEA, 2024a). Se debe tener presente que el resultado de la aplicación de la metodología, desde una CSB muy alta a muy baja, refleja las características inherentes del suelo, lo cual no implica que efectivamente

³⁴ Sodicidad corresponde a la acumulación de sales con elevado contenido del ion sodio (Na+) en la solución y en el complejo de cambio del suelo.

exista biodiversidad en el sitio. Esto último dependerá también de otros factores, como los usos históricos, incendios, esfuerzos de remediación, entre muchos otros factores que hayan modificado la condición de la flora y la fauna.

- **Singularidades ambientales del suelo:** Las singularidades ambientales vinculadas al componente suelo son presencia de suelo frágil, altamente erosionable o móvil (por ejemplo, suelo de altas pendientes, dunas, suelo de borde costero, entre otros); presencia de suelo degradado o con potencial presencia de contaminantes o contaminado³⁵, y presencia de suelo relevante para la recarga de acuíferos. Cabe destacar que de acuerdo con la definición genérica de singularidad ambiental, otros hallazgos también pueden catalogarse justificadamente como singularidades.

6.1.2 Atributos para la descripción detallada

- **Análisis de muestras en laboratorio:** el análisis de muestras en laboratorio permite describir especialmente las características químicas del suelo, dando luces acerca de su fertilidad, capacidad de sustento de biodiversidad, así como también señala presencia de contaminantes. La química y física de suelos permiten deducir el comportamiento de los contaminantes en este, lo cual es particularmente relevante cuando se identifica este potencial impacto o bien cuando se trate de un suelo contaminado al cual se le quiere dar usos, donde podrían exponerse personas o biota.

Entre los parámetros químicos que se analizan se encuentran:

- pH.
- materia orgánica.
- macro (N, P, K) y micronutrientes (Zn, B, Fe, Mn, Cu).
- cationes intercambiables (Ca, Mg, K, Na), aniones (Cl, SO₄, HCO₃), Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), saturación de aluminio, azufre extractable.
- salinidad (conductividad eléctrica, RAS, PSI).
- carbonatos totales y caliza.
- metales (As, Cd, Pb, Cu, Fe, Mo, Mn, Se, Zn, Cr, Hg, Ni).

Entre los parámetros físicos que se pueden analizar en laboratorio se encuentran:

- densidad real y aparente.
- porosidad (macro, micro y total).
- textura.
- retención de humedad.

³⁵ Para profundizar en esta materia se recomienda revisar la *Guía metodología para la gestión de suelos con potencial presencia de contaminantes* y sus anexos, la cual fue aprobada por la Resolución Exenta N°460, del 15 de mayo de 2013, del Ministerio del Medio Ambiente.

- **Erosión:** es la pérdida o destrucción de las capas más superficiales del suelo. La erosión puede ser causada por el viento, acción del agua, gravedad o tránsito. Existen dos tipos de erosión en la naturaleza, la erosión natural o geológica y la erosión acelerada o antrópica. La primera representa la erosión como fenómeno natural, mientras que la segunda es el proceso acelerado de erosión por intervenciones humanas como la destrucción de la vegetación y el tránsito. Si bien la erosión puede detectarse y describirse a simple vista, también es posible medirla en masa (mg, g, kg), por unidades de tiempo (horas, días, etc.) y se puede incorporar al análisis adquiriendo estudios de Ciren, o con diversas herramientas presentes en *Google Earth Engine*, como por ejemplo el Modelo Rusle. Se recomienda como fuente secundaria el uso de los mapas digitales de erosión actual, potencial y de riesgos de erosión de Ciren.
- **Modelo de elevación digital (DEM):** corresponde a una matriz numérica que permite representar la distribución espacial de la elevación del terreno, generalmente se encuentra en formato ráster, pudiendo ser visualizado y procesado en cualquier sistema de información geográfica. A partir de un modelo de elevación digital podemos calcular parámetros de interés como la pendiente, la rugosidad, la dirección de flujo erosivo, delimitar las microcuencas o la exposición de una ladera, entre otros.

6.2 Flora y vegetación

En cuanto a la flora y vegetación es necesario destacar que la información descriptiva que se levante debe sistematizarse y presentarse en el formato estándar Darwin Core a la SMA posterior a la evaluación, lo cual facilita también la posterior etapa de seguimiento.

6.2.1 Atributos para la descripción general

- **Riqueza de especies:** representa la diversidad de especies como número de especies diferentes que se encuentran en un área determinada. Se puede realizar un catastro previo, a través de inventarios florísticos o los resultados de otros proyectos cercanos; pero debe ser complementado con toma de datos en terreno.
- **Abundancia:** corresponde al número de individuos de una misma especie que se encuentran en un área determinada y que forman una población. En el caso de especies de flora puede resultar difícil determinar individuos diferentes, por lo que se suelen presentar otros atributos, como la cobertura. No obstante, existen especies donde sí es posible registrar o estimar la abundancia (mediante censos del área completa o parcelas; esto último se complementa con fotointerpretación y extrapolación). Esto es particularmente recomendable de realizar en casos de que la especie se considere una singularidad ambiental. Por ejemplo, ante la presencia de una especie arbórea endémica o en categoría de conservación de amenaza, es recomendable registrar la abundancia mediante censos.

- **Cobertura:** corresponde al área cubierta por una formación vegetacional o miembros de una población de individuos de una misma especie.
- **Densidad:** correspondiente al número de individuos por unidad espacial determinada.
- **Distribución espacial:** corresponde a la disposición en el espacio de las diferentes formaciones vegetacionales, así como de ciertas especies o individuos de interés por su estado de conservación, endemismo u otras singularidades.
- **Formaciones vegetacionales:** corresponde a una unidad abstracta que representa el conjunto de comunidades vegetales con una fisonomía similar (Luebert & Pliscoff, 2017). Estas se definen con base en las especies dominantes y cómo éstas se distribuyen en el espacio, representándolo cartográficamente.
- **Formaciones vegetacionales reguladas por Ley:** corresponden a aquellos tipos de formaciones vegetacionales, ya sean arbustivas o arbóreas, que presentan regulaciones especiales en la normativa vigente como los bosques nativos, bosques nativos de preservación, tipos y subtipos forestales, formaciones xerofíticas, árboles y arbustos en área de protección, entre otros.
- **Pisos vegetacionales:** son el conjunto de comunidades vegetales zonales con estructura y fisonomía uniforme, situados bajo condiciones mesoclimáticas homogéneas, que ocupan una posición determinada a lo largo de un gradiente de elevación, a una escala espaciotemporal específica (Luebert & Pliscoff, 2017). Se caracterizan típicamente por una formación vegetal con especies dominantes específicas y un piso bioclimático bajo el cual tales formaciones pueden ser encontradas. El espacio que se identifica con un piso vegetacional puede ser caracterizado, *a posteriori*, por su composición florística, su dinámica y su heterogeneidad interna.
- **Singularidades ambientales de vegetación y flora:** corresponden a formaciones vegetales únicas o de baja representatividad nacional, tales como aquellas relictuales, reliquias o remanentes; formaciones frágiles cuya existencia se ve amenazada por escasez de recursos hídricos o fenómenos poblacionales que restringen su crecimiento y mantención en el tiempo; a bosque nativo de preservación o formaciones xerofíticas que contienen especies clasificadas según su estado de conservación de acuerdo a lo estipulado en la Ley N°19.300; a especies vegetales que están bajo protección oficial; a especies clasificadas según su estado de conservación como amenazadas, incluyendo la categoría “casi amenazadas”; a especies endémicas; a especies de distribución restringida o cuya población es reducida o baja en número; a especies nativas en o cercanas a su límite de distribución geográfica (latitudinal o altitudinal); a la presencia de árboles y arbustos aislados, identificados según decretos dictados de conformidad al artículo 4° de la Ley N°18.378. Cabe destacar que otros hallazgos no descritos previamente también pueden catalogarse justificadamente como singularidades, para lo cual se recomienda tomar como referencia la guía *Criterios para la participación de Conaf en el SEIA* (Conaf, 2020).

- **Riesgo climático:** Corresponde al nivel de amenaza, exposición y vulnerabilidad de una especie respecto del cambio climático, lo cual puede describirse mediante el uso de la herramienta *web* Atlas de Riesgo Climático (Arclim), donde se puede levantar información tanto de los Mapas de Especies como del Atlas de Riesgos. Si no existe información en la plataforma respecto de una especie en particular, se recomienda revisar la información de otras especies de características y distribución similar, y corroborar que efectivamente existan cambios de precipitación proyectados que sean significativos en el sitio. Es indispensable tener presente que **los mapas de especie sólo proyectan una probabilidad de distribución en función del clima, lo cual deja afuera otras variables que inciden directamente sobre la capacidad de reproducción en nuevas superficies**. Por lo tanto, la información de estos mapas debe ser analizada en conjunto con otras variables que a juicio experto sean relevantes para determinar la capacidad de permanecer y desarrollarse.

6.2.2 Atributos para la descripción detallada

- **Condición de la estructura:** corresponde a la cobertura, es decir, al espacio utilizado por una formación vegetacional o una especie en particular en términos de porcentaje, y a la estratificación horizontal y vertical.
- **Índices de diversidad:** corresponden a representaciones numéricas que presentan de manera simplificada la relación entre parámetros de biodiversidad. La biodiversidad se puede definir en tres niveles: genético, específico y ecosistémico. Existen tres tipos de índices de diversidad: diversidad alfa, que corresponde a diversidad de una comunidad homogénea; diversidad gamma, de un conjunto de comunidades; y beta, que relaciona a ambos o el grado de intercambio. Se recomienda considerar índices de biodiversidad específica alfa como el índice de Shannon (S), que relaciona la riqueza de especies con su abundancia relativa, de este modo se entrega un valor de riqueza del sector, así como de heterogeneidad. También se deben revisar índices de dominancia o equitatividad, como el índice de Simpson (D).
- **Índices satelitales de vegetación:** un índice de vegetación puede ser definido como un parámetro calculado a partir de los valores de la reflectancia a distintas longitudes de onda, y que es particularmente sensible a la cubierta vegetal. Estos índices son utilizados para mejorar la discriminación entre el suelo y la vegetación, reduciendo el efecto del relieve en la caracterización espectral de las diferentes cubiertas, además de identificar aquellas zonas con mayor productividad (Aguayo, 2013). Son índices y descriptores de fácil acceso que, de aplicarse de manera temprana, pueden ser un insumo para la identificación de impactos y para la descripción de los objetos de protección y singularidades ambientales. Estos se calculan en gabinete, siendo fuentes de información secundaria. Entre los índices satelitales más reconocidos destacan el “Índice Diferencial de Vegetación Normalizado” (NDVI, por su sigla en inglés), el

cual se utiliza como indicador del vigor de la vegetación; el “Índice de Vegetación Ajustado al Suelo” (SAVI, por su sigla en inglés), el cual corresponde a una alternativa al índice NDVI que busca corregir la influencia del suelo en el análisis de la vegetación y por lo tanto funciona mejor en zonas con baja cobertura vegetal, y el “Índice de Vegetación Mejorado” (EVI, por su sigla en inglés), similar a NDVI, que presenta algunas optimizaciones asociadas a condiciones atmosféricas y del fondo asociado al dosel vegetal.

- **Profundidad de raíces:** las especies de flora poseen diferencias morfológicas que les permiten adaptarse a distintas condiciones y tipos de ecosistemas. La profundidad de raíces es una característica que representa la capacidad de las especies para obtener agua de las capas más profundas del suelo, lo que es importante cuando se realizan intervenciones que afecten el nivel freático.
- **Índice de área foliar (IAF):** es una cantidad adimensional que caracteriza la canopia (doseles) de las plantas. Se define como la relación entre el área foliar de la planta por unidad de superficie de tierra. Este índice permite estimar la capacidad fotosintética de las plantas, siendo también utilizado como indicador fenológico y para la modelación del crecimiento y comportamiento de una población.
- **Área basal:** corresponde a la superficie de una sección transversal del tronco de un árbol. Para obtenerla se mide el **Diámetro a la Altura del Pecho (DAP)**, a los 1,30 metros de altura del tronco; o bien, el **Diámetro a la Altura del Cuello (DAC)**, realizado en el cuello del árbol, correspondiente a la base del tallo a nivel del suelo. El área basal contribuye a estimar el volumen del tronco y otros parámetros derivados de este, como son la edad y tamaño, lo que finalmente permite concluir respecto de la madurez, productividad, dinámica y salud de un bosque y su regeneración.
- **Estado fisiológico (vigor, verdor, fenología, turgencia, otros):** se define como el estado general de un individuo. En flora usualmente se mide en escalas de categorías cualitativas (de 3 o 5 niveles), referidas al verdor o vigor de cada individuo, su estado fenológico, turgencia u otros atributos relevantes que sean indicativos de las condiciones en que se encuentra el individuo en evaluación. También existen métodos instrumentales donde se puede medir directamente la producción de CO₂ de cada individuo, o incluso de parches de vegetación. Es importante definir niveles de referencia sobre el estado fisiológico, sobre todo de individuos que representen una singularidad ambiental³⁶, ya que estos posiblemente sean objeto de medidas de gestión de impactos, como por ejemplo, rescate y relocalización. Analizar el estado fenológico permitirá realizar un mejor seguimiento de los impactos y las medidas.

³⁶ En este caso, individuos de especies vegetales que están bajo protección oficial; individuos especies clasificadas según su estado de conservación como amenazadas; individuos de especies endémicas; individuos participantes en formaciones vegetales únicas o de baja representatividad nacional; individuos participantes en formaciones vegetales relictuales, entre otros.

- **Estado fitosanitario (presencia de patógenos):** corresponde a la evaluación de la afectación de un individuo o población por patógenos como hongos, insectos u otras plagas. Definir el estado fitosanitario sin proyecto aporta datos relevantes para el seguimiento de impactos y la medición del éxito de medidas, en particular cuando se trata de flora singular.
- **Regeneración y reclutamiento:** corresponde a la capacidad del bosque para aumentar el número de individuos hasta un diámetro mínimo. Para esto se realiza un registro y conteo de los individuos según estado de desarrollo. Se considera regeneración al primer estado, desde la germinación hasta las primeras semanas. La segunda etapa constituye el reclutamiento, correspondiente a la sobrevivencia de los individuos hasta formar parte de la población reproductiva.

6.3 Fauna

Al describir la fauna terrestre es necesario destacar que la información que se levante se debe sistematizar y presentar en el SEIA en el formato de planilla modificada *Darwin Core*. Se puede acceder a esta planilla en el *Criterio de evaluación en el SEIA: contenidos técnicos para campañas de terreno de fauna terrestre y validación de datos* (SEA, 2022b).

6.3.1 Atributos para la descripción general

Dentro de la información relevante que se logra obtener de fauna previo a una campaña de terreno se pueden considerar los siguientes atributos:

- **Riqueza:** esta corresponde al número de especies distintas presentes en un ambiente, ecosistema, paisaje o una unidad espacial o geográfica definida. Una primera aproximación puede estar dada por la revisión de especies potenciales en el sector, complementada con sitios de registros de especies. De todas formas, la riqueza debe ser verificada en terreno.
- **Abundancia de especies:** corresponde a la estimación estadísticamente válida del número de individuos presentes de especies.
- **Distribución de especies:** corresponde al espacio en el cual se distribuyen las diferentes especies registradas, lo que también puede ser llamado “rango o ámbito de hogar”.
- **Ambientes de fauna:** corresponde a sectores en que dadas sus características ecosistémicas se pueden albergar ciertas especies de fauna, otorgándoles un hábitat.
- **Endemismo:** categoría que indica si una especie tiene un ámbito de distribución restringido a nuestro país, a una región específica o incluso a una localidad.

- **Estado de conservación:** refiere a la probabilidad de que una especie pueda desaparecer en el futuro. Se debe considerar la categoría establecida por el reglamento de clasificación de especies del Ministerio del Medio Ambiente³⁷.
- **Singularidades ambientales de fauna:** algunos ejemplos de singularidades de fauna corresponden a, especies en categoría de amenaza, incluyendo casi amenazada, presencia de especies endémicas, especies de distribución restringida, especies de población reducida, entre otras.
- **Riesgo climático:** Corresponde al nivel de amenaza, exposición y vulnerabilidad de una especie respecto del cambio climático global, lo cual puede describirse mediante el uso de la herramienta web [Arclim](#), donde se puede levantar información tanto de los Mapas de Especies como del Atlas de Riesgos. Al igual que se mencionó para el componente flora y vegetación, es necesario tener presente que los mapas sólo representan la probabilidad de presencia de la especie en función del clima, y no consideran otros factores clave para la efectiva presencia de la especie en otros sectores, razón por la cual los datos de los mapas de especies sólo deben ser considerados de manera referencial.

6.3.2 Atributos para la descripción detallada

- **Estructura de la población:** corresponde a cómo está conformada la población por rasgos de sus individuos, por ejemplo, el sexo y la edad.
- **Época de reproducción:** corresponde a las fechas de reproducción de una especie.
- **Estado fisiológico de la población:** corresponde a una caracterización de las variables fisiológicas más relevantes para dar cuenta del estado y posibles alteraciones de la población. Estas variables pueden ser peso, tamaño y movilidad, entre otras.
- **Nicho trófico:** corresponde a los recursos alimenticios que requiere la especie para vivir.
- **Rutas migratorias y de vuelo:** corresponde a las trayectorias de movimiento más frecuentemente utilizadas por la fauna, ya sea migratorias o traslados frecuentes a sectores de alimentación o reproducción.
- **Altura de vuelo:** corresponde a la altura por donde transitan las especies de aves durante su desplazamiento.
- **Rol ecológico:** corresponde al papel funcional de la especie dentro del ecosistema o comunidad, incluyendo su forma de alimentación, competencia con otras especies, estrategia de supervivencia, entre otros.
- **Sitios de nidificación de avifauna:** corresponde a las áreas de reproducción y crianza de las aves, siendo relevantes para la mantención de poblaciones viables. Se recomienda

³⁷ Para ello se puede acceder al sitio web del [Inventario nacional de especies de Chile](#) del MMA.

acceder a la literatura existente y bases de datos nacionales e internacionales con información sobre sitios de nidificación, por ejemplo, [eBird](#) y el [Atlas de aves nidificantes de Chile](#). Luego esta información debe ser complementada con prospección y verificación de datos en terreno.

- **Índices de diversidad:** corresponden a representaciones numéricas que muestran de manera simplificada la relación entre parámetros de biodiversidad. Se recomienda considerar índices de biodiversidad específica como el Índice de Shannon (S), que relaciona la riqueza de especies con su abundancia relativa, de este modo se entrega un valor de riqueza del sector, así como de heterogeneidad. También se debe revisar índices de dominancia o equitatividad, como el Índice de Simpson (D), que indicaría, en el caso de tomar dos individuos al azar en un ambiente, cuál es la probabilidad que sean de la misma especie.

6.4 Ecosistema

6.4.1 Atributos para la descripción general

- **Delimitación de ecosistema – Pisos vegetacionales:** el MMA ha utilizado como *proxy* o similar a la delimitación de ecosistemas de Chile la clasificación de pisos vegetacionales de Luebert y Pliscoff³⁸, propuesta que también se utiliza en la metodología de compensación de biodiversidad establecida para el SEIA (SEA, 2023b). Los pisos vegetacionales se pueden utilizar como una primera aproximación cartográfica a la identificación y descripción de ecosistemas terrestres presentes en el AI, lo cual se puede complementar y modificar mediante trabajo de campo. Además, los pisos vegetacionales han sido clasificados de acuerdo con algunos de los criterios establecidos por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) en cuanto a su categoría de conservación, lo que entrega información respecto del grado de amenaza a nivel nacional que enfrenta un determinado ecosistema. Tal como con las especies, un ecosistema en categoría de amenaza debe ser catalogado como una singularidad ambiental.
- **Relevancia del ecosistema:** es una categoría que representa la importancia de proteger un determinado ecosistema, expresado en cinco categorías (desde “muy baja” a “muy alta”). La confección de este descriptor fue realizada por el MMA considerando diversas características, y es representada cartográficamente en el [Geoportal de la plataforma Simbio](#).

38 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 elaborado por Patricio Pliscoff para el Ministerio del Medio Ambiente. 63 p. Santiago, Chile.

- **Servicios ecosistémicos (SSEE):** el MMA ha sugerido adoptar para Chile la clasificación de Cices³⁹, la cual establece tres categorías de SSEE, las que corresponden a servicios de provisión, servicios de regulación y mantención, y servicios culturales, todos ellos clasificados también según su carácter biótico y abiótico. La identificación de SSEE debe iniciar con la identificación y delimitación de ecosistemas presentes en el AI, y con un proceso técnico y participativo de identificación y valoración de SSEE guiado por expertos e involucrando a las comunidades que perciben los servicios. De acuerdo con la naturaleza del SSEE en cuestión, existen metodologías cuantitativas y cualitativas de valoración de ellos.
- **Proximidad a un área protegida o sitio prioritario para la conservación de la biodiversidad:** si se contempla ejecutar actividades próximas a un área protegida o sitio prioritario para la conservación de la biodiversidad, se debe analizar cuáles son los objetos de protección señalados en el acto administrativo que crea o complementa el área protegida, así como en el Plan de Manejo que gestione sus usos y objetivos de protección. El análisis de cercanía debe permitir concluir si los impactos del proyecto abarcarán el área protegida o su zona de amortiguamiento, verificando si el AI se traslapa con el área protegida, y si con ello puede afectar sus componentes ambientales⁴⁰.
- **Valor ambiental del territorio⁴¹:** un territorio cuenta con valor ambiental cuando corresponde a uno con nula o baja intervención antrópica, que provee servicios ecosistémicos a población local, o cuando el ecosistema o formaciones naturales presentan características de unicidad, escasez o representatividad. Por lo tanto, para definir si un ecosistema cuenta con valor ambiental se deben describir las singularidades de su flora y fauna, identificando si contiene especies y ecosistemas en categoría de conservación, así como su valor de relevancia. Una segunda vía será verificar si se trata de un ecosistema de escasa intervención y que entregue SSEE localmente relevantes.
- **Grado de artificialidad de un ecosistema:** describe cualitativamente el grado de alteración del ecosistema respecto de su condición natural o intervenida por las personas. En el caso de la vegetación se puede determinar mediante la metodología "carta de ocupación de tierras" (COT) junto con la variable grado de artificialización. En el caso de la fauna se puede usar como indicador la condición de especies predatoras (abundancia, diversidad) y presencia de especies exóticas introducidas. Por su parte el IFC (2019) establece la artificialidad considerando las categorías de hábitat natural, modificado y crítico.

³⁹ The Common International Classification of Ecosystem Services (Cices). European Environment Agency (EEA). [En línea] <https://cices.eu/resources/>. Revisar documentación en enlaces "Spreadsheet" y "CICES V5.1 Guidance document".

⁴⁰ Cabe destacar la consideración de la Ley N°21.600 que Crea el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas y el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, el cual establece en su artículo 56 las categorías de áreas protegidas.

⁴¹ Ref. artículo 8° del Reglamento del SEIA.

- **Desertificación:** corresponde a la descripción del ecosistema en cuanto a la presencia de procesos de desertificación, aridización o desertización. Normalmente esto sucede como resultado de la destrucción de su cubierta vegetal, incendios, erosión del suelo y falta de agua. La descripción de la evolución histórica de un proceso de desertificación en el AI puede estimarse mediante entrevistas a antiguos habitantes de la zona y sobre la base de estudios bibliográficos.
- **Deforestación:** corresponde a la descripción del ecosistema del AI en cuanto a si existen actividades de extracción de vegetación leñosa. La deforestación puede ser total o parcial, suele implicar la pérdida de ejemplares maduros por floreo, eliminación de especies nativas y su reemplazo por especies exóticas potencialmente invasoras. Implica una modificación de la estructura de la vegetación y de su composición.
- **Singularidades ambientales de ecosistemas:** algunos ejemplos de singularidades ambientales vinculadas a los ecosistemas terrestres son la existencia de sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad, áreas bajo protección oficial, áreas protegidas privadas, vegas o bofedales que pudieran verse afectados por el ascenso o descenso de los niveles de aguas subterráneas, glaciares, zonas áridas, semiáridas o subhúmedas; presencia de un ecosistema amenazado; territorio con valor ambiental, y también los relacionados a formaciones vegetacionales descritos ya en flora y vegetación. Los titulares deben identificar si se encuentran en o colindante a uno de estos tipos de áreas.

6.4.2 Atributos para la descripción detallada

- **Estructura comunitaria:** corresponde a la descripción de la comunidad en términos de riqueza, composición, abundancia, abundancia relativa y diversidad de las diferentes poblaciones presentes en el ecosistema.
- **Capacidad de carga:** corresponde a la capacidad de un ecosistema para sostener una población con base en los recursos disponibles y sosteniendo su resiliencia. Según sea el caso, se deberán considerar los usos del territorio, tecnología asociada, el consumo de recursos naturales, entre otros factores.
- **Regulación de procesos y ciclos de materia y energía:** corresponde a la descripción y análisis del ecosistema en cuanto a sus procesos intrínsecos, por ejemplo, el ciclo hidrológico, y el comportamiento de plagas y enfermedades, entre otras funciones que pueden clasificarse como SSEE de regulación.
- **Presencia de hábitat:** corresponde a la identificación de hábitats de flora y fauna, y su respectiva representación espacial y estimación de superficie.
- **Fragmentación de hábitat:** proceso en el cual se provoca parcial o totalmente la discontinuidad de un hábitat, de forma tal que impide el normal desplazamiento de especies de fauna, la dispersión de flora, el flujo génico, entre otros procesos bióticos relevantes. Puede ocurrir debido a una barrera física (por ejemplo, la construcción de una carretera) o la pérdida de parte del hábitat (por ejemplo, un cambio de uso

de suelo). Este proceso puede darse de forma reiterada y generar diversos parches o áreas fragmentadas más pequeñas, las cuales cada vez dificultan más la ocurrencia de procesos bióticos relevantes como los antes señalados, lo que puede afectar la permanencia y desarrollo de individuos, poblaciones o comunidades completas. Para ello es necesario describir la fragmentación, es decir, identificar las partes, secciones o parches que dividieron el paisaje antes homogéneo y elaborar la respectiva representación espacial. El análisis de fragmentación del paisaje implica determinar el número de parches, área media de parches, desviación estándar del área de parches y el índice de esbeltez de parches (relación área-perímetro).

- **Diversidad de objetos en el paisaje:** corresponde al índice de equidad o de dominancia para el paisaje. Tal como se mencionó anteriormente, corresponden a expresiones numéricas para analizar la diversidad de un sector. La equidad o dominancia asume un valor entre 0 y 1, siendo 1 la uniformidad completa (los diferentes ecosistemas ocupan la misma superficie en el paisaje), y cercano a 0 se presenta la mayor heterogeneidad del paisaje. El Índice de Simpson es el más utilizado.
- **Conectividad:** corresponde a la capacidad que tiene una población o poblaciones de una especie para relacionarse entre sí, ya sea por movimiento, dispersión, migración u otros. A continuación se indican algunos ejemplos de índices de conectividad:
 - **Índices de conectividad del paisaje:** entre ellos se encuentran los índices de dimensión fractal (similitud entre parches de formas irregulares), contagio entre parches y aislamiento entre parches (considera la distancia entre parches cercanos de borde a borde).
 - **Índice integral de conectividad** (Pascual-Hortal, L. Saura, S., 2006): permite medir la conectividad funcional entre parches. Considera el área conectada dentro de los parches de un tipo de hábitat (conectividad intra-parches), el flujo entre ellos (conectividad inter-parches), la contribución de otros parches como hábitats conectores.
 - **Índice de probabilidad de parche** (Pascual-Hortal, L. Saura, S., 2007): tiene que ver con el tamaño o calidad del parche, que contribuye a la conectividad entre varios parches que constituyen hábitat de cierta especie.
- **Modelos de distribución y nicho ecológico⁴²:** corresponden a representaciones cartográficas de la idoneidad de un espacio para la presencia de una especie en función de ciertas variables (Mateo, R., *et al*, 2011). En la modelación se integran factores bióticos y abióticos, y se observa la existencia de hábitats potenciales para las especies objeto de análisis. Estos modelos pueden estudiarse desde la bibliografía, o bien crearse específicamente para el AI en estudio.

⁴² Hipervolumen multidimensional que incluye todos los factores bióticos y abióticos con los que el organismo se relaciona.

ANEXOS

ANEXO 1. GLOSARIO

Área de estudio: espacio geográfico en el cual se levantan los datos de terreno asociados a la descripción general o detallada de un componente. Esta puede diferir del área de influencia, ya que responde a la necesidad de comprender el funcionamiento, composición y estructura que sostiene la presencia y desarrollo de un componente ambiental.

Área de influencia⁴³: 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 (ECC) del artículo 11 de la Ley N°19.300, o bien para justificar la inexistencia de dichos ECC.

Área de amortiguamiento o *buffer*: espacio ubicado en torno a un objeto de protección, definido a partir de criterios científico-técnicos, cuyo fin es contener posibles afectaciones o impactos negativos.

Atributos: son las cualidades o propiedades de un determinado componente ambiental.

Biodiversidad o diversidad biológica⁴⁴: 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.

Bosque nativo⁴⁵: bosque formado por especies autóctonas, provenientes de generación natural, regeneración natural, o plantación bajo dosel con las mismas especies existentes en el área de distribución original, que pueden tener presencia accidental de especies exóticas distribuidas al azar.

Bosque nativo de preservación⁴⁶: aquél, cualquiera sea su superficie, que presente o constituya actualmente hábitat de especies vegetales protegidas legalmente o aquellas clasificadas en las categorías definidas en conformidad al artículo 37 de la Ley N°19.300; o que corresponda a ambientes únicos o representativos de la diversidad biológica natural del país, cuyo manejo sólo puede hacerse con el objetivo del resguardo de dicha diversidad.

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 Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental estos componentes permiten describir el área de influencia de un

⁴³ Referencia letra a) del artículo 2º, del Decreto Supremo N°40, de 2012, del Ministerio del Medio Ambiente.

⁴⁴ Referencia artículo 2º, de Ley N°19.300, de 1994, del Ministerio del Medio Ambiente.

⁴⁵ Referencia numeral 3) del artículo 2º, de la Ley N°20.283, de 2003, Sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal.

⁴⁶ Referencia numeral 4) del artículo 2º, de la Ley N°20.283, de 2003, Sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal.

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 Ambiental⁴⁷: 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.

Ecosistema⁴⁸: complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y microorganismos y su medio no viviente, que interactúan como una unidad funcional.

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

Estudio de Impacto Ambiental⁴⁹: 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 ambiental⁵⁰: el procedimiento, a cargo del Servicio de Evaluación Ambiental, que sobre la base de 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.

Impacto ambiental⁵¹: alteración del medio ambiente provocada directa o indirectamente por un proyecto o actividad en un área determinada.

Impactos ambientales significativos⁵²: 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.

⁴⁷ Referencia literal f) del artículo 2º, de la Ley N°19.300, de 1994, del Ministerio del Medio Ambiente.

⁴⁸ Referencia artículo 2º, Convención sobre la Diversidad Biológica.

⁴⁹ Referencia literal i) del artículo 2º, de la Ley N°19.300, de 1994, del Ministerio del Medio Ambiente.

⁵⁰ Referencia literal j) del artículo 2º, de la Ley N°19.300, de 1994, del Ministerio del Medio Ambiente.

⁵¹ Referencia literal k), del artículo 2º, de la Ley N°19.300, de 1994, del Ministerio del Medio Ambiente.

⁵² Referencia literal e), del artículo 2º, del DS N°40, de 2012, del Ministerio del Medio Ambiente.

Objeto de protección: 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.

Pérdida de biodiversidad: impacto residual a la biodiversidad en el área de influencia del proyecto, expresado en cambios negativos en los componentes de la biodiversidad, los cuales desaparecen o pierden significativamente sus características de composición, estructura o funcionamiento por la implementación del proyecto de inversión.

Servicios ecosistémicos (SSEE)⁵³: contribución directa o indirecta de los ecosistemas al bienestar humano.

Singularidad ambiental: 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, relictual, de escasez, fragilidad, estado de amenaza, valor simbólico, o bien por la relevancia crítica o estructural que este tiene respecto del funcionamiento de un sistema ambiental.

Xerofítica: especie vegetal adaptada a un medio seco por su estructura, por su temperatura o por otras causas.

53 Referencia literal r), del artículo 2º, del Reglamento de la Ley N°21.202, de 2020, que Modifica diversos cuerpos legales con el objetivo de proteger los humedales urbanos, del Ministerio del Medio Ambiente.

ANEXO 2. INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

a) Clasificación de Áreas Protegidas

A continuación se presenta el listado de áreas protegidas definidas en la Ley N°21.600, de 2023, que Crea el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas y el Sistema Nacional de Áreas Protegidas.

Estas categorías pueden corresponder a áreas protegidas privadas o estatales.

- **Reserva de Región Virgen:** área terrestre, acuática, marina, insular o continental, cualquiera sea su tamaño, en la que existen condiciones primitivas naturales, no perturbada significativamente por actividades humanas, reservada para preservar la biodiversidad, así como los rasgos geológicos o geomorfológicos y la integridad ecológica. El objetivo de esta categoría es la preservación estricta de la integridad ecológica, los rasgos naturales, la continuidad de los procesos evolutivos y la mantención de los servicios ecosistémicos que proveen. Se prohíbe en esta área la explotación de recursos naturales con fines comerciales, y no podrá efectuarse ningún tipo de actividad, salvo aquellas que se autoricen con propósitos de investigación científica.
- **Parque Nacional:** área terrestre, acuática, marina, insular o continental, generalmente amplia, en la que existen diversos ambientes únicos o representativos del patrimonio natural del país, no alterados significativamente por la acción humana, y en que la biodiversidad o las formaciones geológicas son de especial interés educativo, científico o recreativo. El objetivo de esta categoría es la preservación del patrimonio natural junto a su valor escénico o cultural asociado, la continuidad de los procesos evolutivos y de las funciones ecológicas, junto con las poblaciones de especies y ecosistemas característicos del área. Se prohíbe en esta área la explotación de recursos naturales con fines comerciales. En los parques nacionales conformados exclusivamente por ecosistemas marinos, no podrá efectuarse ningún tipo de actividad, salvo aquellas que se autoricen con propósitos de investigación científica, educación o turismo de baja escala.
- **Monumento Natural:** área terrestre, acuática, marina, insular o continental, generalmente reducida en extensión, caracterizada por la presencia de componentes naturales específicos, relevantes para la biodiversidad, o formaciones naturales de valor excepcional. El objetivo de esta categoría es la preservación de un componente específico de la biodiversidad o de elementos o sitios de especial interés geológico, paisajístico, educativo o científico, y los hábitats asociados a dichos elementos.
- **Reserva Nacional:** área terrestre, acuática, marina, insular o continental, cualquiera sea su tamaño, en la que existen comunidades biológicas, especies nativas, hábitats y sitios de reproducción relevantes para la protección de determinadas especies y

ecosistemas en condiciones predominantemente naturales que son relevantes para la educación, ciencia y turismo. El objetivo de esta categoría es la conservación de las comunidades biológicas, especies y hábitats, a través de una gestión activa para la recuperación, mantención y provisión de servicios ecosistémicos. En esta área podrán desarrollarse actividades de uso sustentable, siempre que no pongan en riesgo los servicios ecosistémicos que esta área provee.

- **Área de Conservación de Múltiples Usos:** área terrestre, acuática, marina, insular o continental, cualquiera sea su tamaño, caracterizada por una interacción tradicional entre los seres humanos y la naturaleza, relevante para la conservación de la biodiversidad. El objetivo de esta categoría es asegurar el uso sustentable de recursos naturales y los servicios ecosistémicos, a través de un manejo integrado del área. En esta área podrán desarrollarse distintas actividades de uso sustentable, siempre que no pongan en riesgo los servicios ecosistémicos que esta área provee.
- **Área de Conservación de Pueblos Indígenas:** área ubicada en tierras indígenas o en espacios costeros marinos de pueblos originarios, en los que existen especies nativas, hábitats y ecosistemas naturales terrestres o acuáticos, relevantes para la conservación de la biodiversidad local, regional o nacional y que son voluntariamente destinadas y administradas para lograr la conservación de la biodiversidad a largo plazo, así como la protección del patrimonio natural. El objetivo de esta categoría es la conservación de hábitats, especies, servicios ecosistémicos, y valores culturales asociados, así como los conocimientos locales y prácticas tradicionales relacionadas directamente con el uso de los recursos naturales en el área, siempre que sean compatibles con los objetivos de conservación de ésta. En esta área podrán desarrollarse distintas actividades de usos ancestrales o consuetudinarios, así como actividades de uso sustentable, siempre que no pongan en riesgo los servicios ecosistémicos que esta área provee.

b) Clasificación de servicios ecosistémicos

Tabla 5. Listado de servicios de provisión bióticos siguiendo categorías Cices

DIVISIÓN	GRUPO	CLASE
Biomasa	Plantas terrestres cultivadas (incluyendo hongos y algas para nutrición, materiales o energía).	Plantas terrestres cultivadas para proveer alimento.
		Fibras y otros materiales de plantas cultivadas, para uso directo o procesamientos.
		Plantas terrestres cultivadas como fuente de energía.
	Plantas acuáticas de acuicultura <i>in situ</i> para nutrición, materiales o energía.	Plantas/algas de acuicultura producidas para alimentación.
		Fibras y otros materiales vegetales de acuicultura para uso directo o procesamientos.
		Plantas/algas de acuicultura como fuente de energía.
	Animales terrestres criados para nutrición, materiales o energía.	Animales criados para proveer alimentos.
		Fibras y otros materiales de animales criados para uso directo o procesamientos.
		Animales criados para proveer energía (incluyendo mecánica).
	Animales de acuicultura <i>in situ</i> para nutrición, materiales o energía.	Animales de acuicultura para proveer alimentos.
		Fibras y otros materiales de acuicultura para uso directo o procesamientos (excluyendo materiales genéticos).
		Animales de acuicultura usados como fuente de energía.
	Plantas silvestres (terrestres y acuáticas) para nutrición, materiales o energía.	Plantas silvestres (terrestres y acuáticas, incluyendo hongos, algas) utilizadas como alimento.
		Fibras y otros materiales de plantas silvestres para uso directo o procesamientos.
		Plantas silvestres (terrestres y acuáticas, incluyendo hongos, algas) utilizadas como fuente de energía.
	Animales silvestres (terrestres y acuáticas) para nutrición, materiales o energía.	Animales silvestres utilizados como alimento.
		Fibras y otros materiales de animales silvestres para uso directo o procesamiento.
		Animales silvestres utilizados como fuente de energía.

DIVISIÓN	GRUPO	CLASE
Material genético de toda la biota (incluyendo producción de semillas, esporas o gamos)	Material genético desde plantas, algas u hongos.	Semillas, esporas u otro material vegetal recolectado para mantener o establecer una población.
		Plantas superiores e inferiores utilizadas para reproducir nuevas cepas o variedades.
		Genes individuales de plantas superiores e inferiores para el diseño y construcción de nuevas entidades biológicas.
	Material genético desde animales.	Material animal colectado para mantener o establecer una población.
	Material genético desde animales.	Material animal colectados con el propósito de reproducir nuevas variedades.
	Material genético desde animales.	Genes individuales extraídos de organismos para el diseño y construcción de nuevas entidades biológicas.
Agua	Agua superficial.	Agua superficial para beber.
		Agua superficial usada como material (ej. riego).
		Agua superficial usada como fuente de energía.
		Agua marina usada como fuente de energía.
	Agua subterránea.	Agua subterránea para beber.
		Agua subterránea usada como material (ej. riego).
		Agua subterránea usada como fuente de energía.
	Sustancias minerales.	Sustancias minerales utilizadas con fines nutricionales.
		Sustancias minerales utilizadas como materiales.
Productos abióticos del ecosistema natural (no líquidos)	Sustancias no minerales o propiedades de los ecosistemas.	Sustancias no minerales o propiedades del ecosistema utilizadas con fines nutricionales.
		Sustancias no minerales usadas como materiales.
		Energía eólica.
		Energía solar.
		Geotermal.

Fuente: traducción libre a partir de Cices V 5.1 <https://cices.eu/resources/>.

c) Ejemplo de matriz de oferta de servicios ecosistémicos

A continuación se entrega un ejemplo de llenado de una Matriz de Servicios Ecosistémicos (referida en el capítulo 2.3 de esta Guía). Para ello se tomó como referencia el contenido de la publicación de Burkhard *et al.* (2012), dividiendo el procedimiento en los tres siguientes pasos:

Figura 18. Pasos para la identificación y valoración de servicios ecosistémicos



Fuente: elaboración propia.

Definición y delimitación de ecosistemas

En primera instancia se deben definir los ecosistemas presentes dentro del área de estudio, los cuales se espera tengan diferente composición, estructura y también funcionamiento. Así, los SSEE que cada uno es capaz de proveer dependerán por un lado de sus condiciones naturales (recursos hídricos, cobertura vegetal, biodiversidad, etc.) y, por otro, de su grado de antropización.

La definición y delimitación de ecosistemas se puede realizar de diferentes formas, por ejemplo, trabajando en mapas con información remota de Landcover de [Copernicus Global Land Service](#) u otras fuentes de cobertura y uso del suelo. También es posible utilizar bases cartográficas como los pisos vegetacionales de Luebert & Pliscoff; o imágenes satelitales trabajadas por especialistas en flora y vegetación, entre otros. En este paso lo relevante es identificar los ecosistemas y nombrarlos en una tabla o matriz, tal como lo muestra la Tabla 7.

Tabla 7. Matriz de servicios ecosistémicos con ecosistemas definidos

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS		Continuo de fábrica urbana	Áreas verdes urbanas	Viñedos	Áreas agroforestales	Bosques de coníferas	Pastizales naturales
Servicios de provisión							
Servicios de regulación y mantención							
Servicios culturales							

Fuente: elaboración propia.

Selección de servicios ecosistémicos

En un segundo paso se deben identificar y exponer en las filas de la tabla los diferentes SSEE correspondientes a cada ecosistema identificado. Para aquello se puede consultar bibliografía general⁵⁴ o específica para el sector en estudio, así como también levantar información en terreno (ver Tabla 8).

Tabla 8. Matriz con identificación de ecosistemas y servicios

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS		Continuo de fábrica urbana	Áreas verdes urbanas	Viñedos	Áreas agroforestales	Bosques de coníferas	Pastizales naturales
Servicios de provisión	Cultivos						
	Ganado						
	Comida silvestre						
	Leña						
	Pesca						
	Energía						
	Otros						
Servicios de regulación y mantención	Regulación del clima local						
	Protección de inundaciones						
	Recarga de acuíferos						
	Regulación de la erosión						
	Purificación del agua						
	Polinización						
	Regulación de calidad del aire						
	Regulación del clima global						
Otros							
Servicios culturales	Valores recreativos						
	Belleza escénica						
	Valoración de biodiversidad						
	Festividades						
	Otros						

Fuente: elaboración propia.

⁵⁴ Por ejemplo, Groot *et al.*, 2010; TEEB, 2010; Müller & Burkhard, 2007; MA, 2005.

Uso y valoración de servicios ecosistémicos

Es importante tener en cuenta que un SSEE sólo es tal en el momento que hay una comunidad que se vea beneficiada por este. Si no hay un beneficiario de los componentes, funciones o procesos del ecosistema, entonces no son servicios.

El proceso de valoración de un SSEE se puede realizar a partir de datos estadísticos, información socioeconómica, datos económicos, consultas a expertos, entrevistas, *focus groups* u otras herramientas.

El investigador puede ajustar la escala de valoración de un SSEE mientras se encuentre explícita dentro del trabajo. A modo de ejemplo, la Tabla 9 expresa una valoración con escala de 0 a 5, en el cual cero (0) corresponde a un servicio sin relevancia; uno (1) corresponde a muy baja relevancia; dos (2) baja relevancia; tres (3) relevancia media; cuatro (4) servicio relevante; y cinco (5) servicio muy relevante.

Tabla 9. Matriz de servicios ecosistémicos con valoración

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS		Continuo de fábrica urbana	Áreas verdes urbanas	Viñedos	Áreas agroforestales	Bosques de coníferas	Pastizales naturales
Servicios de provisión	Cultivos	0	0	4	4	0	0
	Ganado	0	0	1	3	2	5
	Comida silvestre	0	0	0	0	3	3
	Leña	0	0	2	4	4	0
	Pesca	0	0	0	0	2	0
	Energía	0	0	2	3	3	2
	Otros						
Servicios de regulación y mantención	Regulación del clima local	0	2	2	4	5	3
	Protección de inundaciones	0	0	0	2	4	3
	Recarga de acuíferos	0	0	0	2	4	3
	Regulación de la erosión	0	1	1	3	5	4
	Purificación del agua	0	0	0	0	5	3
	Polinización	0	0	1	2	4	4
	Regulación de calidad del aire	0	3	2	4	5	2
	Regulación del clima global	0	1	2	3	4	3
Otros							
Servicios culturales	Valores recreativos	0	4	1	2	4	4
	Belleza escénica	0	3	2	3	5	4
	Valoración de biodiversidad	0	1	0	2	5	3
	Festividades	0	0	0	0	2	3
	Otros						

Fuente: elaboración propia.

ANEXO 3. BIBLIOGRAFÍA

- Aguayo, P. (2013). Apuntes de Teledetección: Índices de vegetación. Ciren.
- Bardi, U. (2014). Los límites del crecimiento retomados. Cap. 4. La modelización de la dinámica de sistemas. Universidad Complutense de Madrid.
- Burkhard, B., Kroll, F., Nedkov, S., Müller, F. (2012). Mapping ecosystem service supply, demand and budgets. *Ecological Indicators* 2: 17-29.
- Corporación Financiera Internacional (IFC). (2019). Notas de orientación 6 de la Corporación Financiera Internacional: Conservación de la biodiversidad y gestión sostenible de los recursos naturales vivos.
- Corporación Nacional Forestal. (2020). Criterios para la participación de Conaf en el SEIA.
- De Groot, R. S., Alkemade, R., Braat, L., Hein, L., Willemen, L. (2010). Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making. *Ecological complexity*, 7(3), 260-272.
- Luebert, F., Plissock, P. (2017). Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile (Vol. 2). Santiago, Chile: Editorial Universitaria.
- Mateo, R., Felicísimo, Á., Muñoz, K., (2011). Modelos de distribución de especies: Una revisión sintética. *Revista chilena de historia natural*, 84(2), 217-240.
- Millenium Ecosystem Assesment (MA). (2005). Ecosystem and human well being: a framework for assessment. Millenium Ecosystem Assessment. En línea: <http://pdf.wri.org/>
- Müller, F., Burkhard, B. (2007). An ecosystem based framework to link landscape structures, functions and services. In *Multifunctional land use: Meeting future demands for landscape goods and services* (pp. 37-63). Springer Berlin Heidelberg.
- Odum, E.P. (1963). *Ecology*. Holt, Rinehart & Winston, Inc., New York.
- Pascual-Hortal, L. Saura, S. (2006). Comparison and development of new graph-based landscape connectivity indices: towards the prioritization of habitat patches and corridors for conservation. *Landscape Ecology*. 21:959-967.
- Plissock, 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 elaborado por Patricio Plissock para el Ministerio del Medio Ambiente. Santiago, Chile.
- Saura, S., Pascual-Hortal, L. (2007). A new habitat availability index to integrate connectivity in landscape conservation planning: Comparison with existing indices and application to a case study. *Landscape and Urban Planning* 83: 91-103.

- Servicio Agrícola Ganadero. (2016). Pauta para estudio de suelos. Versión 2011 rectificada. Ministerio de Agricultura, Chile.
- Servicio de Evaluación Ambiental. (2015a). Guía calidad del aire en el área de influencia de proyectos que ingresan al SEIA. Primera edición. Disponible en el Centro de Documentación del sitio [web www.sea.gob.cl](http://www.sea.gob.cl)
- Servicio de Evaluación Ambiental. (2015b). Guía para el uso de modelos de aguas subterráneas en el SEIA. Primera edición. Disponible en el Centro de Documentación del sitio [web www.sea.gob.cl](http://www.sea.gob.cl)
- Servicio de Evaluación Ambiental. (2019). Guía para la evaluación de impacto ambiental del valor paisajístico en el SEIA. Segunda edición. Disponible en el Centro de Documentación del sitio [web www.sea.gob.cl](http://www.sea.gob.cl)
- Servicio de Evaluación Ambiental. (2020). Guía área de influencia de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos en el SEIA. Disponible en el Centro de Documentación del sitio [web www.sea.gob.cl](http://www.sea.gob.cl)
- Servicio de Evaluación Ambiental. (2022a). Criterio de evaluación en el SEIA: Objetos de protección. Primera edición. Disponible en el Centro de Documentación del sitio [web www.sea.gob.cl](http://www.sea.gob.cl)
- Servicio de Evaluación Ambiental. (2022b). Criterio de evaluación en el SEIA: Criterios técnicos para campañas de terreno de fauna terrestre y validación de datos. Primera edición. Disponible en el Centro de Documentación del sitio [web www.sea.gob.cl](http://www.sea.gob.cl)
- Servicio de Evaluación Ambiental. (2023a). Guía para la evaluación de efectos adversos sobre recursos naturales renovables. Segunda edición. Disponible en el Centro de Documentación del sitio [web www.sea.gob.cl](http://www.sea.gob.cl)
- Servicio de Evaluación Ambiental. (2023b). Guía metodológica para la compensación de la biodiversidad en ecosistemas terrestres y acuáticos continentales. Segunda edición. Disponible en el Centro de Documentación del sitio [web www.sea.gob.cl](http://www.sea.gob.cl)
- Servicio de Evaluación Ambiental. (2023c). Guía de área de influencia de humedales en el SEIA. Primera edición. Disponible en el Centro de Documentación del sitio [web www.sea.gob.cl](http://www.sea.gob.cl)
- Servicio de Evaluación Ambiental. (2023d). Guía para el uso de modelos de calidad del aire en el SEIA. Segunda edición. Disponible en el Centro de Documentación del sitio [web www.sea.gob.cl](http://www.sea.gob.cl)
- Servicio de Evaluación Ambiental. (2024a). Guía metodológica descripción de ecosistemas terrestres. Primera edición. Disponible en el Centro de Documentación del sitio [web www.sea.gob.cl](http://www.sea.gob.cl)
- Servicio de Evaluación Ambiental. (2024b). Guía metodológica para la consideración del cambio climático en el SEIA. Tercera edición. Disponible en el Centro de Documentación del sitio [web www.sea.gob.cl](http://www.sea.gob.cl)
- The economics of ecosystems and biodiversity report for business (TEEB). (2010). In: Kumar, Pushpam (Ed.), The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Ecological and Economic Foundations. Earthscan, London and Washington, p. 456.

