Informe Final Consolidado

PROY-524-SEA-2023

"Metodologías para la Evaluación de Impactos Acumulativos y Sinérgicos en el SEIA"

Para:

Servicio de Evaluación Ambiental (SEA)

Contenido

1. OBJETIVOS 1

1.1 Objetivos Específicos 1

2. METODOLOGÍA 1

2.1 Objetivo Específico 1 1

2.2 Objetivo Específico 2 4

2.2.1 Identificación de IAS a nivel nacional e internacional para los OP Agua, Aire, Suelo, Flora, Fauna, Ecosistemas y Salud de la población 4

2.2.2 Análisis y selección de IAS a abordar en el marco del SEIA. 6

2.3 Objetivo Específico 3 6

3. RESULTADOS 10

3.1 Objetivo Especifico 1 10

3.1.1 Origen y estado actual de la Evaluación y Gestión de los Impactos Acumulativos 10

3.1.2 Situación en América Latina y El Caribe 12

3.1.3 Principios Conceptuales de la Evaluación de Impactos Acumulativos 13

3.1.4 Metodologías generales para la Evaluación de Impactos Acumulativos 16

3.1.5 Aspectos relevantes asociados a la Evaluación de Impactos Acumulativos 20

3.2 Objetivo Específico 2 51

3.2.1 Identificación de IAS a nivel nacional e internacional para los OP Agua, Aire, Suelo, Flora, Fauna, Ecosistemas y Salud de la población. 51

3.2.2 Análisis y selección de IAS a abordar en el marco del SEIA 85

3.2.3 Sistematización de Resultados 138

3.3 Objetivo Específico 3 149

3.3.1 Marco metodológico para la evaluación de impactos acumulativos 149

3.3.2 Descripción del proyecto 166

3.3.3 Área de influencia 168

- Inventario público de glaciares 180

3.3.4 Predicción y Evaluación de Impactos 188
3.3.5 Plan de Seguimiento 252
3.3.6 Esquema de Manejo Adaptativo 258
3.3.7 Relación entre el SEIA e instrumentos de orden superior 265
4. CONCLUSIONES 278
4.1 Objetivo Específico 1 278
4.2 Objetivo Específico 2 279
4.3 Objetivo Específico 3 281
5. RECOMENDACIONES GENERALES 284
6. RECOMENDACIONES ESPECÍFICAS 285
6.1 Objetivo Específico 1 285
6.2 Objetivo Específico 2 287
6.3 Objetivo Específico 3 287
7. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA 290
7.1 Libros 290
7.2 Guías Internacionales 290
7.3 Guías y criterios del SEA que incluyen lineamientos respecto a la evaluación de los impactos acumulativos 291
7.4 Ministerio del Medio Ambiente 293
7.5 Servicio Agrícola Ganadero 294
7.6 Ministerio de Vivienda y Urbanismo 294
7.7 Publicaciones Nacionales 294
7.8 Publicaciones Internacionales Seleccionadas 294

Tablas

Tabla 3-1. Etapas del proceso de Evaluación Ambiental según fuentes internacionales.... 18
Tabla 3-2. Ejemplo de VEC para un proyecto hidroeléctrico 23
Tabla 3-3. Selección de Tipos de Impactos Acumulativos 28
Tabla 3-4. Proyectos Futuros Relevantes para la evaluación de impactos acumulativos.... 35
Tabla 3-5. Resumen de listado de documentos revisados 51
Tabla 3-6. Resumen de Indicadores aplicados a los criterios generales y específicos de afectación a humedales 77
Tabla 3-7. Ejemplo de componentes/subcomponentes y variables críticas según manuales internacionales 83
Tabla 3-8. Listado de Participantes en Encuesta según Objeto de Protección 86
Tabla 3-9. Listado de participantes en Taller según Objeto de Protección 113
Tabla 3-10. Resumen de información relevante para "Aire" 138
Tabla 3-11. Resumen de información relevante para "Agua" 139
Tabla 3-12. Resumen de información relevante para "Suelo" 142
Tabla 3-13. Resumen de información relevante para "Flora" 144
Tabla 3-14. Resumen de información relevante para "Fauna" 145
Tabla 3-15. Resumen de información relevante para "Ecosistemas" 146
Tabla 3-16. Resumen de información relevante para "Salud de la población" 148
Tabla 3-17. Etapas del proceso de Evaluación Ambiental según fuentes internacionales 155
Tabla 3-18. Análisis de familias metodológicas primarias 161
Tabla 3-19. Análisis de familias metodológicas específicas 165
Tabla 3-20. Ejemplos de impactos acumulativos y Factores Generadores de Impactos (FGI) 167
Tabla 3-21. Áreas de estudio que podrían considerarse 174
Tabla 3-22. Orientaciones para acotar el Área de Estudio 174
Tabla 3-23. Factores Generadores de Impacto (FGI) 179
Tabla 3-24. Variables críticas que identificar y describir en el área de influencia 184
Tabla 3-25. Proyectos Futuros Relevantes para la Evaluación de Impactos Acumulativos 187
Tabla 3-26. Matriz de impactos acumulativos – Metodología de Canter y Rieger, 2005.... 198
Tabla 3-27. Metodologías y herramientas para analizar impactos acumulativos 200
Tabla 3-28 Recomendaciones para el objeto de protección Aire 210
Tabla 3-29. Recomendaciones para el objeto de protección Riesgo para la salud de la población 212
Tabla 3-30. Recomendaciones para el objeto de protección Agua 222
Tabla 3-31. Recomendaciones para el objeto de protección Suelo 228

Tabla 3-32. Recomendaciones para el objeto de protección Flora y Vegetación 235
Tabla 3-33. Recomendaciones para el objeto de protección Fauna..... 243
Tabla 3-34. Recomendaciones para el objeto de protección Ecosistemas..... 250
Tabla 3-35. Indicadores recomendados para el seguimiento ambiental en el contexto de impactos acumulativos (listado no taxativo) 253
Tabla 3-36. Ejemplos de indicadores según Guía del IFC (2013) 256
Tabla 3-37. Contenidos mínimos de un Esquema de Manejo Adaptativo (EMA) 259
Tabla 3-38. Ejemplos de medidas para un Esquema de Manejo Adaptativo..... 262
Tabla 3-39. Problemas y preocupaciones ambientales y de sustentabilidad en IPTs..... 271
Tabla 3-40. Instrumentos complementarios al SEIA de relevancia para los efectos acumulativos 273
Tabla 6-1. Recomendaciones específicas por cada aspecto relevante analizado 285

Figuras

Figura 2-1. Propuesta Metodológica General para la Predicción y Evaluación de Impactos Acumulativos en el SEIA 7
Figura 3-1. Impactos Acumulativos más relevantes 15
Figura 3-2. Objetos de Protección priorizados. 24
Figura 3-3. Objetos de Protección por analizar en esta Consultoría. 25
Figura 3-4. Vinculación de fuentes y receptores de impactos ambientales 25
Figura 3-5. Ejemplo de diagrama de red para Alto Maipo 26
Figura 3-6. Mecanismo conceptual de generación de impactos 27
Figura 3-7. Formas de combinación de impactos 28
Figura 3-8. Formas de combinación de impactos 31
Figura 3-9. Relación entre proyectos e impactos acumulativos en el territorio. 34
Figura 3-10. Criterio temporal para la selección de otros proyectos o acciones 35
Figura 3-11. Instrumentos de Gestión General en Chile 41
Figura 3-12. Instrumentos de Gestión Ambiental en Chile 42
Figura 3-13. Instrumentos de Gestión Ambiental en Chile 43
Figura 3-14. Planes de Seguimiento de las centrales termoeléctricas en la Bahía de Mejillones 46
Figura 3-15. Planes de Seguimiento de las centrales termoeléctricas en la Bahía de Mejillones 46
Figura 3-16. Esquema de Gestión Adaptativa en la EGIA 49
Figura 3-17. Mención de impactos acumulativos 52
Figura 3-18. Proyectos con mención de impactos acumulativos según Objeto de Protección 53
Figura 3-19. Proyectos con mención de impactos acumulativos según Tipología 53
Figura 3-20. Proyectos con mención de impactos acumulativos según Región Administrativa 54
Figura 3-21. Tipo de abordaje metodológico en proyectos analizados 55
Figura 3-22. Impactos acumulativos identificados 61
Figura 3-23. Pasos metodológicos propuestos por CEQ (1997) 63
Figura 3-24. Variables identificadas para la evaluación de impactos acumulativos 64
Figura 3-25. Resultados Encuesta – Impactos Acumulativos para Objeto de Proyección "Aire" 87
Figura 3-26. Resultados Encuesta – Variables críticas o relevantes para Objeto de Proyección "Aire" 88
Figura 3-27. Resultados Encuesta – Metodologías para Objeto de Proyección "Aire" 89

Figura 3-28. Resultados Encuesta – Impactos Acumulativos para Objeto de Proyección "Aguas Subterráneas" 90
Figura 3-29. Resultados Encuesta – Impactos Acumulativos para Objeto de Proyección "Aguas Superficiales" 91
Figura 3-30. Resultados Encuesta – Impactos Acumulativos para Objeto de Proyección "Glaciares" 92
Figura 3-31. Resultados Encuesta – Variables Críticas o Relevantes en Objeto de Proyección "Aguas Subterráneas" 93
Figura 3-32. Resultados Encuesta – Variables Críticas o Relevantes en Objeto de Proyección "Aguas Superficiales" 94
Figura 3-33. Resultados Encuesta – Variables Críticas o Relevantes en Objeto de Proyección "Glaciares" 95
Figura 3-34. Resultados Encuesta – Metodologías para la evaluación de Impactos Acumulativos en el Objeto de Proyección "Agua" 96
Figura 3-35. Resultados Encuesta – Impactos Acumulativos para Objeto de Proyección "Suelo" 97
Figura 3-36. Resultados Encuesta – Variables críticas o relevantes para Objeto de Proyección "Suelo" 98
Figura 3-37. Resultados Encuesta – Metodologías para Objeto de Proyección "Suelo" 99
Figura 3-38. Resultados Encuesta – Impactos Acumulativos para Objeto de Proyección "Flora" 100
Figura 3-39. Resultados Encuesta – Variables críticas o relevantes para Objeto de Proyección "Flora" 101
Figura 3-40. Resultados Encuesta – Metodologías para Objeto de Proyección "Flora" 102
Figura 3-41. Resultados Encuesta – Impactos Acumulativos para Objeto de Proyección "Fauna" 103
Figura 3-42. Resultados Encuesta – Variables críticas o relevantes para Objeto de Proyección "Fauna" 104
Figura 3-43. Resultados Encuesta – Metodologías para Objeto de Proyección "Fauna" 105
Figura 3-44. Resultados Encuesta – Impactos Acumulativos para Objeto de Proyección "Ecosistemas" 106
Figura 3-45. Resultados Encuesta – Variables críticas o relevantes para Objeto de Proyección "Ecosistemas" 107
Figura 3-46. Resultados Encuesta – Metodologías para Objeto de Proyección "Ecosistemas" 108
Figura 3-47. Resultados Encuesta – Impactos Acumulativos para Objeto de Proyección "Salud de la Población" 110

Figura 3-48. Resultados Encuesta – Variables críticas o relevantes para Objeto de Proyección "Salud de la Población" *111*
Figura 3-49. Resultados Encuesta – Metodologías para Objeto de Proyección "Salud de la Población" *112*
Figura 3-50. Pasos Metodológicos del IFC *153*
Figura 3-51. Marco metodológico del SEIA *153*
Figura 3-52. Reordenamiento de los Pasos Metodológicos del IFC por BID Invest *154*
Figura 3-53. Marco metodológico general para la EGIA *157*
Figura 3-54. Marco metodológico específico para la EGIA *158*
Figura 3-55. Modelo conceptual para combinar métodos en un análisis de impactos acumulativos *163*
Figura 3-56. Factores que determinan impactos ambientales de un proyecto *167*
Figura 3-57. Impactos acumulativos y aumento del alcance territorial del análisis *170*
Figura 3-58. Elementos para la delimitación y descripción del área de influencia en el SEIA *171*
Figura 3-59. Proceso iterativo para la definición del alcance de la evaluación de impactos acumulativos *172*
Figura 3-60. Criterios para establecer los límites espaciales de los VEC (Objetos de Protección) *173*
Figura 3-61. Elementos para la descripción del área de influencia en el contexto del SEIA *186*
Figura 3-62. Herramientas y metodologías para la evaluación de impactos acumulativos a nivel estratégico *190*
Figura 3-63. Herramientas y metodologías más utilizadas en la EGIA *191*
Figura 3-64. Recomendaciones para la selección de metodologías y herramientas *192*
Figura 3-65. Modelo conceptual de un diagrama de red *193*
Figura 3-66. Ejemplo de diagrama de red para Alto Maipo *194*
Figura 3-67. Ejemplo de un diagrama de red excesivamente complejo: Efectos del ensanchamiento de canales en la calidad del agua. *195*
Figura 3-68. Modelo conceptual de la alteración de diversos OP derivada de la afectación de la calidad del agua de un humedal *196*
Figura 3-69. Matriz de impactos acumulativos - Método Páez Zamora *198*
Figura 3-70 Esquema conceptual de la secuencia lógica para la evaluación de impactos por objeto de protección *202*
Figura 3-71. Recomendaciones de Canter (1999) para evaluar la significancia en el componente Aire y Salud de la población *204*
Figura 3-72. Los cinco componentes del Impacto Acumulativo *205*

Figura 3-73. Componentes del Riesgo para Salud de la Población *208*
Figura 3-74. Metodología para el análisis de impactos acumulativos en agua (subterránea) *218*
Figura 3-75. Pasos involucrados en el Diseño de Investigación *245*
Figura 3-76. Esquema de la metodología propuesta *248*
Figura 3-77. Resumen de enfoques metodológicos aplicados en una selección de 101 artículos científicos *249*
Figura 3-78. Propuesta general para un Esquema de Manejo Adaptativo (EMA) *262*
Figura 3-79. Ejemplo de articulación de contenidos EAE con SEIA *270*

Anexos

Objetivo Específico 1

Anexo 1. Compendio de definiciones de Impacto Acumulativo.

Anexo 2. Compendio de subcategorías de impactos acumulativos.

Anexo 3. Compendio de normativa relacionada en América Latina y El Caribe.

Objetivo Específico 2

Anexo 1. Proyectos SEIA

Anexo 2. Publicaciones científicas

Anexo 3. Guías y Criterios Técnicos SEA

Anexo 4. Sentencias Proyectos SEA

Anexo 5. REDLA SEIA

Anexo 6. Manuales y Guías Internacionales

Anexo 7. Sistematización de documentos con contenido IAS

Objetivo Específico 3

Anexo 1. Ejemplo de lista de verificación

Anexo 2. Ejemplo de usos para SIG.

Anexo 3. Método matricial de Páez – Zamora.

Glosario

AI	**:** Área de Influencia
BID	: Banco Interamericano de Desarrollo
CEAA	: Canadian Environmental Assessment Agency
CEQ	: Council on Environmental Quality
OSC	: Organizaciones de la Sociedad Civil
EAE	**:** Evaluación Ambiental Estratégica
EMA	: Estrategia de Manejo Adaptativo
EGIA	: Evaluación y Gestión de los Impactos Acumulativos
IA	: Impacto Acumulativo
IAIA	: Asociación Internacional de Evaluación de Impacto
IAS	: Impacto Acumulativo y Sinérgico
NEPA	: National Environmental Policy Act
NPCA	: Norma primaria de calidad ambiental
NSCA	: Norma secundaria de calidad ambiental
OAECA	: Órganos de la Administración del Estado con Competencia Ambiental
OE	**:** Objetivo Específico
ONG	**:** Organismo No Gubernamental
PAT	: Plan de Alerta Temprana
RCA	: Resolución(es) de Calificación Ambiental
RSEIA	: Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental
SEA	: Servicio de Evaluación Ambiental
SEIA	: Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental
SMA	: Superintendencia de Medio Ambiente
VEC	: Componentes Ecosistémicos Valorados

RESUMEN EJECUTIVO

En el marco de la licitación denominada "Metodologías para la evaluación de impactos acumulativos y sinérgicos en el SEIA" se realizaron diversas actividades que confluyen en la entrega del presente Informe Final, el cual recopila los resultados obtenidos de los informes elaborados para esta licitación.

El objetivo marco de la licitación consiste en proponer aproximaciones metodológicas para la predicción y evaluación de impactos acumulativos y sinérgicos de los objetos de protección agua, aire, suelo, flora, fauna, ecosistemas y salud de la población. Dicho objetivo se aborda a través de tres objetivos específicos que se asocian cada uno a un informe. A continuación, se describen dichos objetivos y los principales resultados reflejados en los respectivos informes asociados.

Objetivo Específico N°1 (OE1): *Establecer los principios conceptuales de la evaluación de impactos acumulativos y sinérgicos que puedan ser transversalmente usados en el marco de la evaluación ambiental en el SEIA*.

Para el desarrollo del Informe OE1 se consideró la definición de impactos acumulativos adoptada por el SEA, y que se cita a continuación:

> "El resultado de los efectos sucesivos, incrementales y/o combinados de una acción, proyecto o actividad en una zona, territorio o componente determinado, que se pueden sumar a los efectos de otros emprendimientos existentes, planificados y/o razonablemente previsibles, se encuentren con autorización ambiental o sin ella"[1].

Teniendo como base dicha definición se realizó una revisión bibliográfica a nivel nacional y a nivel internacional, incluyendo artículos científicos, guías, manuales y legislación de los países de la REDLASEIA. A partir de aquello, se establecieron los siguientes principios conceptuales que caracterizan a los impactos acumulativos:

- Los impactos que surgen de una **combinación** (agregación, acumulación u otros términos también aplican) de impactos provenientes de **múltiples fuentes**.
- Los proyectos o actividades que deben ser considerados para el análisis abarcan aquellos del **pasado, presente y futuro** (en varias referencias consultadas se utiliza el concepto de "razonablemente previsibles").
- La combinación puede darse en la **dimensión espacial** (áreas de influencia solapadas) y/o en la **dimensión temporal** (por repetición).

Respecto de la "combinación" de impactos, ésta puede llevarse a cabo por medio de distintos mecanismos, distinguiéndose en términos generales los mecanismos aditivos (suma

[1] Ver nota al pie N°56 de la "Guía para la evaluación ambiental del riesgo para la salud de la población", segunda edición (SEA, 2023).

de impactos) y los mecanismos interactivos (distintas posibilidades no lineales). Esto último plantea una cantidad de posibilidades muy amplia, donde los impactos primarios pueden combinarse de múltiples formas para dar origen a impactos acumulativos. En base a estas posibilidades y a otros factores, pueden encontrarse varias definiciones en la literatura especializada para distintas subcategorías o tipos de impactos acumulativos, dentro de las cuales se encuentran los impactos sinérgicos que se originan cuando la combinación resulta en un impacto mayor (o distinto, según ciertos autores) a la suma de los impactos de origen. Dado que los impactos sinérgicos son un tipo de impactos acumulativos, se recomienda utilizar el último término "impactos acumulativos" para referirse a la problemática en su sentido más amplio.

El contar con una abundancia de definiciones en la literatura revisada, junto con las similitudes y también diferencias que existen entre ellas, presenta más bien un problema en la práctica. Por lo cual, para el caso nacional se recomienda centrarse en el aspecto más relevante, que es evaluar el impacto combinado de múltiples fuentes, sin recurrir a la serie de subcategorías que se han definido en la literatura. No obstante, atendida la definición adoptada por el SEA, y al hecho de que nuestra regulación provee de una definición para efectos sinérgicos, se hace necesario hacer una excepción respecto de los impactos sinérgicos, para lo cual se recomienda hacer énfasis en que es un tipo de impacto acumulativo de especial relevancia, entre muchos otros.

Al considerar las "múltiples fuentes" se presenta un desafío para el proceso de evaluación de impacto ambiental, particularmente para la evaluación de los efectos acumulativos, sobre todo considerando que deben incluirse las actividades del "**pasado, presente y futuro**".

Para ello, se debe considerar la variable territorial y la temporal. Respecto de la primera, prima un criterio bastante claro: si el proyecto o actividad no produce impactos acumulativos en alguno de los objetos de protección identificados, no debe incluirse en el análisis. En cuanto a la segunda, su determinación reviste mayor complejidad, siendo el principal desafío identificar las iniciativas "razonablemente previsibles" a futuro, los cuales aportan con impactos que potencialmente pudiesen interactuar con los impactos del proyecto a evaluar.

En esta línea, se provee de criterios que apuntan a seleccionar solo aquellas respecto de las cuales existe suficiente certeza respecto de su ejecución futura, y cuya información puede ser obtenida por los Titulares. Esto incluye a proyectos con RCA favorable pero no ejecutados, proyectos sin RCA, pero en evaluación ambiental en el SEIA, y proyectos sin RCA (por ejemplo, proyectos que han declarado futuras etapas).

En cuanto a la "**dimensión espacial**" que pueden adquirir los impactos acumulativos, resulta de suma relevancia establecer criterios que permitan mantener acotado el alcance a una escala que sea compatible con la evaluación ambiental del proyecto. Para ello se presenta una lista de criterios que apuntan a definir un área de estudio lo suficientemente amplia

como para capturar todos los impactos acumulativos relevantes, pero evitando que sea innecesariamente grande ni incluir áreas donde los impactos acumulativos probablemente sean insignificantes en relación con la condición inicial del objeto de protección relevante, ni se relacionen con las actividades del proyecto en evaluación.

En cuanto a la "**dimensión temporal**", en la mayoría de los casos, es probable que el periodo seleccionado coincida con la vida útil del proyecto en cuestión. Sin embargo, en algunos casos el periodo seleccionado puede ser mucho más corto que éste, abarcando una única fase del proyecto (por ejemplo, los impactos del tráfico en la red de carreteras local y regional durante la construcción), o en caso contrario siendo mucho más largo, extendiéndose cientos de años más allá de la vida del proyecto cuando existen obras o acciones permanentes o que generan efectos persistentes en el tiempo (por ejemplo, la recuperación de los niveles freáticos en un acuífero tras una explotación minera extensiva). Se debe tener presente que lo relevante, más que el proyecto en sí mismo, son las obras o acciones que pueden generar los impactos, debiéndose prestar especial atención a aquellos que sea persistentes o permanentes.

Dado el mayor alcance que puede requerirse en la variable espacial y temporal, la evaluación del proyecto puede transcender de las responsabilidades y capacidades de un proponente en particular en el ámbito del SEIA, y también puede exceder las capacidades propias del instrumento. Es por lo que, para poder abarcarla en su real dimensión, se requiere de instrumentos que actúen de forma complementaria al SEIA, muchos de los cuales no tienen actualmente la cobertura o el estado de desarrollo requerido en Chile.

Por último, y dados los importantes niveles de incertidumbre que involucra la evaluación de los impactos acumulativos por los distintos supuestos que deben realizarse, las herramientas de manejo adaptativo resultan inherentes para su gestión, por lo que debiesen ser siempre consideradas. Al respecto, resulta necesario desarrollar lineamientos específicos para los distintos componentes, los cuales pueden basarse en la experiencia existente en relación con los Planes de Alerta Temprana (recursos hídricos).

Objetivo Específico N°2 (OE2): *Identificar los tipos de impactos acumulativos y sinérgicos que se pueden evaluar en el marco del SEIA, así como las variables críticas o relevantes que se deben analizar para la caracterización y cuantificación de los impactos, y posterior evaluación de su significancia; enfocándose en los objetos de protección agua, aire, suelo, flora, fauna, ecosistemas y salud de la población.*

Para el desarrollo del Informe OE2 se realizó una revisión amplia de información nacional e internacional para identificar - en base a la experiencia comparada y aplicabilidad en otros países- los impactos acumulativos que se han reconocido en relación con los objetos de protección priorizados, y que podrían ser considerados en el marco del SEIA. Se incluyeron 65 publicaciones científicas, 11 guías y manuales internacionales, además de las guías y criterios publicados por el SEA. En complemento, y conforme a los requerimientos de las bases de licitación, se revisó una serie de proyectos de inversión sometidos al SEIA (DIAs y

EIAs), en base a ciertos criterios de selección previamente acordados con el SEA, resultando en un listado de 140 proyectos, correspondientes a 56 EIAs y 84 DIAs.

Los resultados de la revisión de expedientes del SEIA revela que, si bien a nivel nacional existe información relativamente reciente, aun no se observa una aproximación sistemática y consistente al tema, existiendo una importante dispersión de esfuerzos y aproximaciones. Por el contrario, a nivel internacional existe un cúmulo importante de información, pero que es difícil de procesar e integrar debido al gran volumen y diversidad de las fuentes.

En complemento a lo anterior, se desarrolló una encuesta dirigida a especialistas del SEA, Comité Ejecutivo y profesionales especialistas de ECOS, con la finalidad de socializar y validar los resultados de la sistematización bibliográfica, a fin de contar con una percepción anticipada en cuanto a los impactos acumulativos a abordar en el marco del SEIA, las variables críticas o relevantes para la evaluación de impactos acumulativos, y los posibles tipos de metodologías o herramientas a utilizar para el análisis de impactos acumulativos, todo lo anterior en el marco de ejecución del SEIA.

Dichos resultados fueron revisados y validados grupalmente en talleres. Lo anterior permitió determinar cuáles antecedentes serán considerados como fundamento para guiar el desarrollo de la propuesta metodológica presentar en el siguiente informe (Informe OE3).

Como parte de los resultados se logró establecer un listado amplio y de consenso a nivel de objetos de protección y variables críticas asociadas. En relación con la definición de umbrales cobra relevancia la normativa existente que permita cumplir dicho objetivo, a saber, normas de calidad primaria (salud de la población) y secundaria (recursos naturales incluidos aire, agua y suelo). Si bien se puede realizar un análisis científico de capacidad de carga u otro equivalente (según componente), los alcances de dicho análisis quedan comúnmente fuera de los objetivos y posibilidades de un proponente en específico en el marco del SEIA (salvo casos que puedan ser sencillos y acotados territorialmente).

Por último, se identificaron una serie de instrumentos que pueden relacionarse con la evaluación de impactos acumulativos desde el nivel estratégico, y se seleccionó un paquete de familias de metodologías que podrían ser aplicables según cada objeto de protección, muchas de las cuales son comunes a varios de ellos. Dichas metodologías se abordan en detalle en el Informe OE3 que se describe a continuación.

Objetivo Específico N°3 (OE3): *Definir metodologías y criterios específicos-concretos que permitan operativizar el análisis de efectos sinérgicos e impactos acumulativos en el SEIA, considerando cada uno de los tipos de impactos identificados sobre los objetos de protección señalados en el OE2.*

El desarrollo del Informe OE3 se basó tanto en los resultados de los dos informes previos como en una revisión bibliográfica más detallada de la información disponible a nivel internacional, considerando sobre todo las guías y manuales adoptados por otros países y organismos no gubernamentales.

Como parte de los resultados se distinguen dos niveles de metodologías. El primer nivel, considerado como general, describe los pasos o etapas que deben desarrollarse para realizar una evaluación y gestión de impactos acumulativos. El segundo nivel, más detallado, aborda específicamente aspectos relacionados con cada uno de los pasos o etapas descritas en el nivel general.

Para efectos de elaborar una propuesta concreta y aplicable al contexto nacional se revisaron las distintas metodologías, para luego ser contrastadas con el procedimiento y metodologías que caracterizan al SEIA, de tal forma de generar una adaptación consistente con el SEIA.

En cuanto a la metodología general, se destacan los siguientes aspectos:

- Resulta necesario que el Titular realice un análisis previo al ingreso al SEIA donde se defina la aplicabilidad y alcance del ejercicio de evaluación de impactos acumulativos. Esta etapa es consistente con lo que se denomina "Scoping" a nivel internacional.
- Se propone una conceptualización que permite mantener el ejercicio dentro de los bordes del SEIA. Lo anterior se enmarca en que existe bastante consenso a nivel internacional sobre los pasos metodológicos que debe incorporar un análisis de impactos acumulativos, lo cual tiene muchos puntos en común con los requerimientos legales establecidos para la evaluación ambiental en Chile.
- Para llevar a cabo la evaluación y gestión de impactos acumulativos se reconoce un set de metodologías o "Toolbox" comunes de amplio consenso que pueden ser aplicadas a las distintas etapas del proceso. Dichas metodologías no son esencialmente diferentes a las que se utilizan en el marco del SEIA.

Respecto de la forma de abordar cada etapa y las metodologías asociadas, se destaca lo siguiente:

- La descripción del proyecto requiere la realización de un análisis que involucra no solo al proyecto mismo y sus Factores Generadores de Impacto, sino también un análisis de éste en el contexto territorial donde existen "otros" proyectos o actividades que inciden en los mismos objetos de protección.
- El área de influencia es uno de los aspectos en donde mayores diferencias existen, puesto que requiere la identificación y descripción de otros proyectos, además de las características y estado de los Objetos de Protección susceptibles de ser afectados por estos proyectos o actividades en conjunto con el proyecto en evaluación. De esta forma, el área de estudio que debe considerarse puede resultar mayor a lo que se obtendría sin considerar los impactos acumulativos, lo cual puede llevar a la determinación de un Área de Influencia también mayor. Los criterios que deben considerarse pueden variar dependiendo sobre todo del Objeto de Protección en estudio, lo cual representa un cambio de enfoque respecto de la práctica habitual.

- Para la predicción y evaluación del impacto ambiental existe un set de metodologías conocidas (Toolbox) que fueron descritas en el informe junto con sus fortalezas, debilidades y usos. El aspecto relevante es determinar, para cada caso, cuál o cuáles de estas metodologías serán más idóneas y ciertos aspectos de su aplicación. El ejercicio debe ser integrado finalmente en una Tabla o Matriz que representa una variación de aquellas que se utilizan comúnmente en la evaluación ambiental y que han sido recientemente destacadas por el SEA en una de sus últimas guías publicadas.
- En cuanto al seguimiento ambiental se destaca el hecho de que debe incorporar dos tipos de indicadores, aquellos "incrementales" de uso habitual en la evaluación, y aquellos "acumulativos" que buscan medir el resultado de los efectos combinados en el Objeto de Protección receptor. Esto último representa ciertamente un desafío dada la frecuente ausencia de información territorial, pero es un aspecto esencial para el seguimiento de los impactos acumulativos. De acuerdo con la práctica internacional, debe considerarse el manejo adaptativo como complemento al seguimiento ambiental, para lo cual se propuso una metodología de amplia aplicación que puede ser aplicable para distintos Objetos de Protección.
- Si bien no forma parte del procedimiento formal del SEIA, para realizar una gestión de los impactos acumulativos se reconoce que es imprescindible el uso de otros instrumentos de mayor jerarquía que permitan hacer una gestión colectiva en el territorio. En este sentido se exploró la Evaluación Ambiental Estratégica junto con otros instrumentos sectoriales, respecto de los cuales se realizan recomendaciones para su uso en conexión con el SEIA (retroalimentación en ambos sentidos)

Todos los puntos indicados, tanto de la metodología general como de las recomendaciones metodológicas dirigidas a cada una de las distintas etapas, se abordan con mayor detalle en el informe, proveyendo de justificaciones y ciertos ejemplos ilustrativos. Se incluyen también recomendaciones específicas para la selección de metodologías relacionada a cada uno de los Objeto de Protección priorizados.

Comentarios Finales

A partir de los análisis realizados que emanan de las metodologías consignadas, es posible concluir que, para la evaluación y gestión de los impactos acumulativos, se requiere tanto actuar a nivel de proyecto (por medio del SEIA) como a nivel territorial (instrumentos de primer y segundo orden de carácter "estratégico"). De hecho, en la mayoría de los casos no es posible, para un solo proyecto, prevenir o evitar que los impactos acumulativos de múltiples proyectos resulten en una condición inaceptable en el estado final del medio ambiente, y por lo tanto usualmente la única opción para manejar los impactos acumulativos asociados a múltiples proyectos recae en la implementación de medidas de gestión colaborativas y de carácter regional, que son materia de otros instrumentos.

En esta línea, la evaluación a nivel estratégico permite identificar y predecir la ocurrencia de impactos acumulativos, junto con establecer su significancia y definir un umbral o nivel de tolerancia. Con ello se pueden establecer reglas generales que apliquen para una amplia gama de actores en el territorio, y que en conjunto permitan mitigar los impactos y mantenerlos dentro de los niveles planificados. A su vez, la evaluación de proyectos debe estar ligada de forma vinculante al marco definido a nivel estratégico, de tal forma que permita la aplicación de las reglas y el seguimiento en el tiempo, lo cual debe ser informado a su vez al nivel estratégico, en donde se deberá integrar toda la información para evaluar el desempeño de las estrategias adoptadas, y adaptarlas en caso de ser necesario.

El esfuerzo realizado en los distintos informes apunta a las consideraciones y metodologías que podrían adoptarse en el marco del SEIA, de acuerdo con las mejores prácticas identificadas a nivel internacional, de tal forma de permitir una evaluación y gestión de los impactos acumulativos acorde a las atribuciones y capacidades del instrumento. Como parte de ello se identificaron oportunidades de mejora, algunas de las cuales involucran cambios normativos, mientras que otras pueden ser abordadas a través de medidas de gestión y coordinación. Respecto de las primeras se destaca la necesidad de introducir definiciones de los conceptos más relevantes junto con un marco conceptual claro que permita luego articular distintas guías e instructivos con recomendaciones metodológicas más específicas. En cuanto a las segundas, se destaca principalmente la necesidad de generar y facilitar el acceso a la información ambiental, lo cual es una responsabilidad compartida entre el SEA y los distintos OEACA que gestionan dicha información. También se proponen mecanismos innovadores para avanzar en la línea de la gestión territorial, como por ejemplo propiciar la posibilidad de establecer seguimientos ambientales territoriales y colaborativos, o definir catálogos de medidas para abordar problemas específicos de impactos acumulativos en determinados lugares.

Por último, no debe olvidarse que el ejercicio solo estará completo si se avanza también en la línea de los instrumentos de primer y segundo orden, ya que una gestión únicamente a través del SEIA presenta una serie de limitaciones que han sido ampliamente descritas en la literatura.

1. OBJETIVOS

Elaborar metodologías específicas para la predicción y evaluación de impactos acumulativos y sinérgicos de los objetos de protección agua, aire, suelo, flora, fauna, ecosistemas y salud de la población, en el marco del SEIA.

1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- **OE 1**: Establecer los principios conceptuales de la evaluación de impactos acumulativos y sinérgicos que puedan ser transversalmente usados en el marco de la evaluación ambiental en el SEIA.
- **OE 2:** Identificar los tipos de impactos acumulativos y sinérgicos que se pueden evaluar en el marco del SEIA, así como las variables críticas o relevantes que se deben analizar para la caracterización y cuantificación de los impactos, y posterior evaluación de su significancia; enfocándose en los objetos de protección agua, aire, suelo, flora, fauna, ecosistemas y salud de la población.
- **OE 3**: Identificar los tipos de impactos acumulativos y sinérgicos que se pueden evaluar en el marco del SEIA, así como las variables críticas o relevantes que se deben analizar para la caracterización y cuantificación de los impactos, y posterior evaluación de su significancia; enfocándose en los objetos de protección agua, aire, suelo, flora, fauna, ecosistemas y salud de la población.

2. METODOLOGÍA

2.1 OBJETIVO ESPECÍFICO 1

En este acápite se describe la metodología que se utilizará para el desarrollo del Objetivo Específico 1 (OE1), orientado a **"Establecer los principios conceptuales de la evaluación de impactos acumulativos y sinérgicos que puedan ser transversalmente usados en el marco de la evaluación ambiental en el SEIA".**

Esta consultoría se desarrollará en base a la siguiente definición de Impacto Acumulativo:

"EL RESULTADO DE LOS EFECTOS SUCESIVOS, INCREMENTALES Y/O COMBINADOS DE UNA ACCIÓN, PROYECTO O ACTIVIDAD EN UNA ZONA, TERRITORIO O COMPONENTE DETERMINADO, QUE SE PUEDEN SUMAR A LOS EFECTOS DE OTROS EMPRENDIMIENTOS EXISTENTES, PLANIFICADOS Y/O RAZONABLEMENTE PREVISIBLES, SE ENCUENTREN CON AUTORIZACIÓN AMBIENTAL O SIN ELLA"[2] .

Respecto al establecimiento de otros principios conceptuales que sustentan el proceso de predicción y evaluación de Impactos Acumulativos y Sinérgicos (IAS) en el marco del

[2] Definición de Impactos Acumulativos extraída del DT-Salmonicultura-en-AP_2023.pdf (sea.gob.cl) (pp 18 y 19) y Guía para la evaluación ambiental del riesgo para la salud de la población.pdf (sea.gob.cl) (pp 41 nota al pie n°56).

Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), se realizará una revisión amplia a partir de distintas fuentes nacionales e internacionales, a fin de conseguir un entendimiento acabado de la temática.

Como parte del marco conceptual a elaborar, se detallarán los elementos y procesos fundamentales que permitan el entendimiento de este tipo de impactos y sus diferencias respecto a la evaluación de impactos ambientales realizada en el SEIA. Algunos de los aspectos relevantes en los cuales se ahondará son los siguientes:

- Objetos de Protección afectos a IAS[3].
- Tipos de IAS y subclasificaciones.
- Definiciones y vías de combinación y/o generación de IAS (relaciones causales).
- Criterios para la definición de límites espaciales (áreas de influencia y su reajuste, dependiente de la repercusión espacial de los AIS en el territorio).
- Criterios para la definición de límites temporales de los IAS manifestados sobre los Objetos de Protección
- Análisis del vínculo del SEIA con instrumentos de gestión ambiental de primer y segundo orden, que establecen capacidades de carga, umbrales o "límites de cambio aceptable".
- Análisis de la aplicabilidad del manejo adaptativo y gestión de la incertidumbre mediante el monitoreo de variables críticas, en particular en el diseño, gestión y seguimiento de medidas, lo anterior en función de umbrales establecidos. Cuando resulte evidente la responsabilidad compartida entre dos o más proyectos sobre un mismo objeto de protección, se recomendará la gestión compartida de medidas y monitoreos.

Para cada uno de estos aspectos se describirán las particularidades metodológicas que deben ser consideradas al momento de realizar el ejercicio de evaluación de impactos acumulativos y sinérgicos.

Para el caso particular de los Objetos de Protección, una cuestión fundamental resulta la identificación de aquellos sobre los cuales cobrará sentido realizar una evaluación de impactos acumulativos y sinérgicos. Para ello se prestará especial atención a la experiencia internacional, así como también a los requerimientos que realizan los Órganos de la Administración del Estado con Competencias Ambientales (OAECA) durante el proceso de evaluación ambiental de distintos proyectos o actividades, dependiendo de su relevancia ambiental. En complemento, se revisarán las guías y criterios de evaluación en el SEIA que establecen lineamientos respecto a IAS, a fin de tenerlos en consideración en el desarrollo de este Objetivo Específico 1. Dichas guías corresponden a las siguientes:

- Guía para la evaluación ambiental del riesgo para la salud de la población (Segunda Edición). 2023.

[3] Si bien a nivel internacional se utiliza el concepto de Componentes Ecosistémicos Valorados (CEV), dado el contexto normativo chileno y las características procedimentales del SEIA, el análisis se centrará en los objetos de protección reconocidos por el SEA.

- Guía de evaluación de efectos adversos sobre recursos naturales renovables (Segunda Edición). 2023.
- Guía para el Uso de Modelos de Calidad del Aire en el SEIA (Segunda Edición). 2023.
- Criterio de Evaluación en el SEIA: Contenidos Técnicos para la Evaluación Ambiental del Recursos Hídrico (Primera Edición). 2022.
- Criterio de evaluación en el SEIA: Evaluación del efecto sinérgico asociado a impactos por ruido sobre la salud de la población (Primera Edición). 2022.
- Criterio de evaluación en el SEIA: Evaluación de impactos por radiación electromagnética en proyectos de transmisión eléctrica (Primera Edición). 2023.
- Criterio de evaluación en el SEIA: Consideraciones para la predicción y evaluación de las emisiones de ruido audibles asociado al efecto corona en proyectos de transmisión eléctrica (Primera Edición). 2023.
- Criterio de evaluación en el SEIA: Descripción integrada de proyectos para la generación de hidrógeno verde en el SEIA (Primera Edición). 2023
- Criterio de evaluación en el SEIA: Evaluación ambiental de proyectos de salmonicultura en mar localizados en o próximo a un área protegida (Primera Edición). 2023.
- Guía metodológica para la consideración del cambio climático en el SEIA (Primera Edición). 2023.
- Guía para descripción del área de influencia: Área de Influencia en el SEIA. (Primera edición). 2017.
- Guía área de influencia en humedales en el SEIA. (Primera Edición). 2023.
- Guía para la predicción y evaluación de impacto ambiental en humedales en el SEIA. (Primera Edición). 2023.
- Criterio de evaluación en el SEIA: Objetos de protección. 2022.
- Guía para la descripción de proyectos inmobiliarios en el SEIA. 2019.

Es importante destacar que la evaluación de los IAS implica un ejercicio complejo que debe realizarse solo en casos justificados por la relevancia del o los Objetos de Protección.

Es importante destacar que el ejercicio de evaluación de IAS está sujeto a una alta incertidumbre. Entre los factores que contribuyen a ello se encuentra la dificultad de identificar el origen y la totalidad de las fuentes, así como también la totalidad de las vías de generación de IAS, incluyendo las distintas formas en que pueden combinarse los efectos.

Para efectos de establecer una nomenclatura de consenso será especialmente relevante una adecuada descripción de las vías a través de las cuales interactúan y se combinan los IAS, y de las posibilidades resultantes, que a su vez dan origen a distintas subclasificaciones de impactos acumulativos. Preliminarmente se han identificado más de 20 definiciones de posibles tipos de impactos acumulativos (entre ellos los sinérgicos), los cuales serán clasificados y orientados a la práctica del SEIA y su normativa. En este sentido, la consultoría incluirá un levantamiento general y una propuesta de marco conceptual adaptada y operativa.

En cuanto al alcance espacial y temporal del análisis requerido, se presentarán lineamientos metodológicos que permitan caracterizar, delimitar y definir el alcance del ejercicio de evaluación ambiental a realizar en el marco del SEIA.

Por otra parte, una adecuada gestión de los impactos acumulativos y sinérgicos requiere necesariamente la identificación del o los Objetos de Protección asociados, junto con una métrica para su cuantificación y la definición de límites o umbrales asociados a la condición objetivo que se busca alcanzar. En términos metodológicos, se considerará que la definición de umbrales debe basarse en lo dispuesto por el Reglamento del SEIA (artículos 5° al 10°), y en las Guías y Criterios publicados por el SEA. Ahora bien, dependiendo del Objeto de Protección y sus características, este ejercicio puede depender también de límites o umbrales críticos establecidos a través de instrumentos de primer y segundo orden, los cuales deben ser acatados en caso de estar definidos.

De acuerdo con la **experiencia internacional, se han reconocido claras limitaciones de la evaluación ambiental como instrumento para una gestión integral de los impactos acumulativos y sinérgicos** (Kennett, 1999; Cooper & Sheate, 2004). Por lo anterior, el manejo adaptativo puede ser una herramienta especialmente útil orientada al diseño, gestión y seguimiento de medidas conducentes a la gestión de dichos impactos, más aún considerando la naturaleza "estática" de las Resoluciones de Calificación Ambiental, que habitualmente no contemplan este tipo de manejo, exceptuando los Planes de Alerta Temprana (PAT)[4]. Entendiendo esta situación es que se revisará la metodología aplicada en esta línea según experiencias internacionales, proponiendo en base a ello una forma de aplicabilidad general, adaptada al contexto operativo actual del SEIA.

La elaboración del marco conceptual de acuerdo con lo anteriormente expuesto se sustentará en toda la información disponible, que sea recopilada como parte de la presente consultoría, plasmando dichos resultados en un informe. Junto con lo anterior, se considerará toda la información provista por el SEA, en particular las definiciones y consideraciones metodológicas que ya se encuentren definidas.

2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO 2

2.2.1 IDENTIFICACIÓN DE IAS A NIVEL NACIONAL E INTERNACIONAL PARA LOS OP AGUA, AIRE, SUELO, FLORA, FAUNA, ECOSISTEMAS Y SALUD DE LA POBLACIÓN

Se realiza una revisión amplia de información nacional e internacional para identificar - en base a la experiencia - los IAS que se han reconocido en relación con los siguientes Objetos de Protección: **agua**, **aire**, **suelo**, **flora**, **fauna**, **ecosistemas** y **salud de la población**.

En complemento, y conforme a los requerimientos de las bases de licitación, se revisa un listado de proyectos de inversión (DIAs y EIAs), en base a los siguientes criterios de selección:

[4] Criterio de evaluación en el SEIA: contenidos técnicos para la evaluación ambiental del recurso hídrico.

- Todos los EIAs presentados al SEIA desde enero 2021[5] hasta mediados de Julio 2023.
- Las DIAs presentadas al SEIA desde enero 2021 hasta mediados de Julio 2023, correspondientes a las tipologías de Energía, Minería, Acuicultura y Saneamiento Ambiental, con montos de inversión >50 MMU$, que mencionen aspectos de IAS en su proceso de evaluación ambiental.
- Las DIAs presentadas al SEIA desde enero 2021 hasta mediados de Julio 2023, correspondientes al rubro de la Salmonicultura, independiente del monto de inversión.
- Listado de proyectos específicos a analizar que, a criterio del Comité Ejecutivo, deben ser considerados debido a su importancia en términos de la evaluación de IAS. Dicho listado fue provisto por el Comité Ejecutivo con fecha 27 de julio de año 2023.
- Todos los proyectos de inversión cuya RCA haya sido revocada hasta mediados de Julio 2023.

Al aplicar los criterios anteriores se genera un listado de revisión de 140 proyectos, correspondientes a 56 EIAs y 84 DIAs.

Cabe señalar que no es objeto de revisión todos aquellos IAS derivados de amenazas o tendencias asociados a contingencias o eventos extremos, puesto que ellos son abordados mediante los planes de prevención de contingencias y emergencias de cada proyecto de inversión.

Se sistematizan los resultados de la revisión de información (tanto nacional como internacional) considerando las siguientes categorías:

- Identificación de los IAS que sean susceptibles de ser evaluados en el SEIA.
- Objetos de protección que se vinculan con los impactos identificados.
- Variables críticas o relevantes que se deben analizar para cada uno de ellos.
- Predicción de impactos: Metodologías recomendadas o utilizadas ya sea a nivel cualitativo o cuantitativo según el caso.
- Umbrales o niveles de cambio aceptables por Objeto de Protección. Para la revisión de los EIAs y DIAs del SEIA se relacionarán los umbrales con lo establecido en las siguientes fuentes de información:
  - Artículo 5 al 10 del Reglamento del SEIA.
  - Listado de Guías y Criterios especificadas por el SEA (ver Bibliografía).
  - Normativa ambiental aplicable.
  - Planes reguladores aplicables u otros Instrumentos de Planificación Territorial.

  Cabe precisar que esta consultoría busca identificar principalmente los tipos de impacto y criterios de evaluación en base a las metodologías publicadas por el SEA en sus Guías y Criterios. No obstante, en caso de levantarse un tipo adicional de

[5] El periodo de presentación de proyectos a analizar abarca desde enero 2021 hasta julio 2023. La fecha inicial coincide con la sentencia del Ilustre Tercer Tribunal Ambiental de Valdivia de fecha 22 de enero de 2021, mediante la cual se revoca la RCA favorable del proyecto Parque Eólico Vergara de Renaico, obtenida el 12 de diciembre del 2018. Este evento marca un hito en cuanto a la evaluación de impactos acumulativos en el SEIA, a partir del cual los OAECAs comenzaron a relevar la incorporación y evaluación de IAS durante el proceso de tramitación ambiental de los proyectos de inversión.

impacto que no haya sido identificado a partir de las fuentes mencionadas, o que algún impacto identificado no cuente con criterios que orienten el proceso de evaluación de este, esta situación será relevada como parte de los resultados en el Informe Final asociado a este objetivo específico.

- Estrategias para el manejo de la incertidumbre, con especial énfasis en el uso de herramientas de manejo adaptativo.

Es importante hacer presente en el objeto de protección "Ecosistema" reviste una especial complejidad debido a que representa la interrelación entre varios otros componentes ambientales.

2.2.2 *ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE IAS A ABORDAR EN EL MARCO DEL SEIA.*

En complemento a lo anterior, y de manera adicional a las actividades incorporadas en el "Informe Metodología Técnica Ajustada", se desarrolla una encuesta que busca socializar y validar los resultados de la sistematización bibliográfica, a fin de contar con la percepción anticipada del Comité Ejecutivo y especialistas del SEA, así como también de los profesionales de ECOS, en cuanto a los impactos acumulativos a abordar en el marco del SEIA, las variables críticas o relevantes para la evaluación de impactos acumulativos, y los posibles tipos de metodologías o herramientas a utilizar para el análisis de impactos acumulativos, todo lo anterior en el marco de ejecución del SEIA.

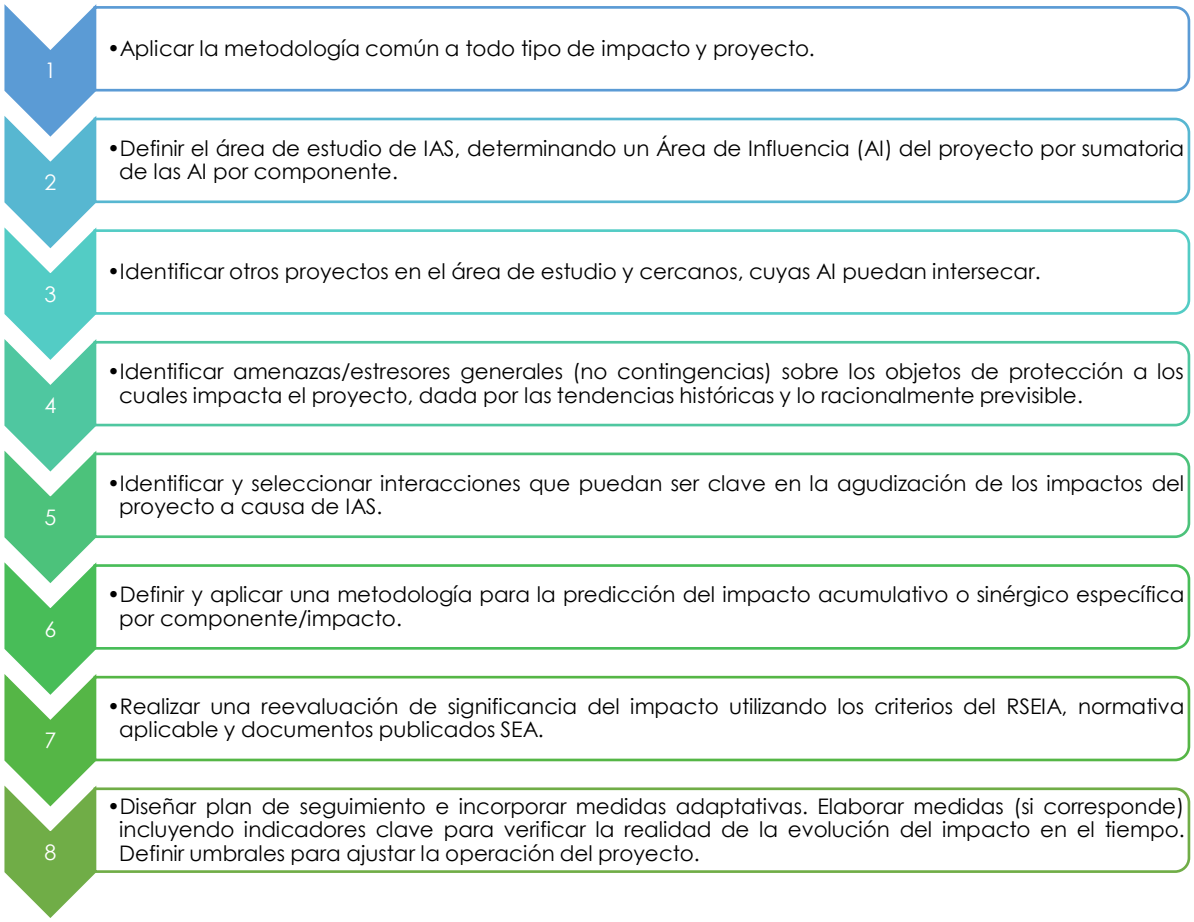
Dichos resultados, serán revisados y validados grupalmente en un Taller online, en donde los participantes trabajarán en subgrupos, según su especialidad u Objeto de Protección asignado. Lo anterior tiene por objetivo determinar cuáles antecedentes serán considerados como fundamento para guiar el desarrollo de la propuesta metodológica para la evaluación de impactos acumulativos y sinérgicos en el marco del SEIA, a presentar en el siguiente informe (Informe OE3).

El siguiente paso metodológico se orienta para dar cumplimiento al Objetivo Específico N°3, el que a su vez se encuentra condicionado a los resultados de los dos objetivos específicos previos. En particular, del Objetivo Específico N°1 se desprende el marco conceptual general para la evaluación de los IAS, mientras que en el Objetivo Específico N°2 se identifican los tipos de IAS, sus variables críticas y ciertas consideraciones metodológicas en relación con los Objetos de Protección: agua, suelo, aire, flora, fauna, ecosistema y salud de la población.

2.3 OBJETIVO ESPECÍFICO 3

Se considerarán los siguientes pasos generales para la predicción y evaluación de IAS, propuestos como base metodológica por el Comité Ejecutivo durante la reunión de inicio (ver Figura 2-1):

Figura 2-1. Propuesta Metodológica General para la Predicción y Evaluación de Impactos Acumulativos en el SEIA



Esta propuesta metodológica general se enfoca en los proyectos o actividades y sus impactos sobre los Objetos de Protección que son objetivo de la presente consultoría. Partiendo de dicha base, se avanzará hacia un nivel de análisis más específico, a fin de proponer metodologías atingentes a la realidad nacional.

Tal como ya se ha mencionado, existen limitaciones reconocidas en el SEIA para una evaluación y gestión integral de los IAS, lo cual ha sido descrito como parte de los objetivos específicos N °1 y 2, según corresponda a cada uno. En atención a estas limitaciones, se buscarán criterios y/o metodologías que sean consistentes con el marco regulatorio vigente para el SEIA (en especial el Reglamento del SEIA) y permitan operativizar la evaluación de este tipo de impactos, dejando claramente establecidas las limitaciones y el rol que deben jugar los instrumentos de primer y segundo orden. Bajo esta lógica, el enfoque para el SEIA estará centrado en la evaluación de la contribución al IAS de un determinado proyecto sobre el estado de los Objetos de Protección, y su responsabilidad en la gestión de éstos.

Ciertos aspectos claves en los cuales se requerirá ahondar, atendidas las particularidades de los IAS, se detallan a continuación:

- Descripción de proyecto: Identificación de factores generadores de impacto y descriptores claves en el desarrollo de IAS (localización, temporalidad, emisiones, extracción o uso de recursos naturales, transporte, entre otros).
  Dado que el enfoque de los IAS se centra en el estado de los objetos de protección, la descripción de proyecto estará asimismo centrada en los factores generadores de impacto que pueden incidir en ello, y que son aplicables a todo proyecto que los involucre. Es importante aclarar que la metodología no contemplará una descripción detallada según tipologías específicas de proyecto.
- Delimitación de áreas de influencia (AI): Criterios espaciales para la delimitación de AI en función del tipo de IAS y las variables clave del contexto territorial que definan la evolución de dichos impactos (superposición de AI con otros proyectos). La delimitación de las Áreas de Influencia deberá tener un alcance compatible con el SEIA
- Descripción de áreas de influencia (AI): Identificación de atributos de los objetos de protección, identificando descriptores y variables críticas.
  Para ello se contemplarán las metodologías establecidas en las guías y criterios publicados por el SEA y la información contenida en las bases de datos disponibles a nivel nacional sobre información ambiental y territorial, en relación con los objetos de protección que son materia de la consultoría.
- Predicción y evaluación de IAS: Explicar las herramientas metodológicas y criterios a utilizar para la predicción de impactos, indicando los resultados esperados del análisis. Asimismo, se proporcionarán los criterios técnicos a considerar para la cuantificación de los IAS y su significancia.
  Esta sección se basará en la experiencia nacional e internacional que pueda ser recopilada a través de distintas fuentes de información. Con miras de generar metodologías operativas, se privilegiarán los enfoques prácticos y probados por sobre criterios más complejos, dejando establecidas las limitaciones.
- Planes de seguimiento: Identificar las variables críticas o relevantes para la formulación de los planes de seguimiento en relación con los impactos acumulativos y sinérgicos.
  En este punto resulta de suma relevancia realizar un seguimiento al estado actual y evolución del objeto de protección afectado, así como establecer estrategias de cuantificación y seguimiento a la contribución del proyecto evaluado, en relación con las múltiples fuentes que puedan incidir -a través de distintas vías- sobre el objeto de protección. Dado que un proyecto constituye una fuente entre varias otras potenciales, la generación y sistematización de información resulta un insumo de suma relevancia para la formulación o reformulación de instrumentos de mayor jerarquía, a través de los cuales se realice una gestión integrada a nivel territorial. Por consiguiente, se proveerá de recomendaciones en esta línea, con miras de facilitar la integración con otros instrumentos.

Los resultados serán plasmados en un informe que abordará lo descrito anteriormente para los objetos de protección agua, suelo, aire, flora, fauna, ecosistema y salud de la población. Respecto del componente ecosistema, resultan aplicables las mismas consideraciones expuestas como parte de la metodología asociada al objetivo específico N°2.

3. RESULTADOS

3.1 OBJETIVO ESPECIFICO 1

3.1.1 ORIGEN Y ESTADO ACTUAL DE LA EVALUACIÓN Y GESTIÓN DE LOS IMPACTOS ACUMULATIVOS

De acuerdo con la International Association for Impact Assessment (IAIA)[6], la Evaluación y Gestión de los Impactos Acumulativos (EGIA) comenzó a principios de los años setenta, cuando se comprendió que los proyectos propuestos debían analizarse en relación con su ubicación y los usos del suelo circundantes. Además, los organismos que tramitaban múltiples aprobaciones simultáneas de permisos para tipos de proyectos similares también se dieron cuenta de que dichas aprobaciones debían incorporar la consideración de todas las solicitudes en estrecha proximidad espacial y temporal entre sí ya que dichas acciones suelen contribuir a la ocurrencia de efectos acumulativos.

En el marco de la evaluación ambiental en Estados Unidos, el término "efectos acumulativos" se mencionó por primera vez en las directrices del *Council on Environmental Quality* (CEQ) en 1973. A mediados de 1979, los primeros reglamentos del CEQ relacionados con la evaluación ambiental introdujeron la primera definición.

En el periodo de 20 años que abarca las décadas de 1980 y 1990, los estudios de impacto ambiental tanto en EE. UU. como en Canadá empezaron a incorporar de forma rutinaria consideraciones sobre efectos acumulativos en los documentos de estudio. Además, aparecieron otras definiciones, como la de la Agencia Canadiense de Evaluación Ambiental.

A finales de los años noventa, las reuniones anuales de la IAIA empezaron a incluir ponencias y sesiones temáticas sobre la EGIA, y los trabajos resultantes y relacionados se han publicado en las revistas Project Appraisal, Impact Assessment and Project Appraisal, Environmental Impact Assessment Review, Environmental Practice y Environmental Assessment Policy and Management. Los litigios relacionados con la idoneidad de las EGIA en los procedimientos de evaluación ambiental también empezaron a aparecer en EE. UU. tanto en los años ochenta como en los noventa. La ausencia de marcos aceptables o de procesos de varios pasos para abordar las EGIA parecía ser fundamental para muchos desafíos de los demandantes. En consecuencia, a finales de los noventa, tanto el CEQ de EE. UU. como el Canadian Environmental Assessment Agency (CEAA) de Canadá publicaron orientaciones para los profesionales. Ambos procesos eran conceptualmente similares e incluían 11 pasos que, en general, eran coincidentes. Estos pasos son coherentes con el proceso de seis pasos que se desarrolló posteriormente (se describe más adelante en el presente informe).

Según la IAIA, en la primera década del siglo XXI se produjeron continuas mejoras en la práctica de la EGIA, sobre todo en lo relativo a los proyectos propuestos. En EE.UU existen las llamadas evaluaciones ambientales estratégicas, también denominadas evaluaciones

[6] https://www.iaia.org/wiki-details.php?ID=9

programáticas[7], en las cuales se ha prestado mayor atención a las cuestiones relacionadas con los efectos acumulativos. De hecho, la EGIA debería ser una característica central de estos estudios estratégicos. Además, los métodos y herramientas utilizados en la práctica de la evaluación ambiental empezaron a modificarse para incorporar la consideración de los efectos combinados de múltiples acciones sobre determinados VEC (Componentes Ecosistémicos Valorados). También se han reconocido nuevos temas, como la sostenibilidad ambiental, como integradores de las preocupaciones relacionadas con los efectos acumulativos. Por último, se están explorando los beneficios potenciales de la reflexión sobre los efectos acumulativos en relación con cuestiones globales como el cambio climático, junto con el desarrollo de procedimientos adecuados para tales evaluaciones.

La primera década de práctica de la evaluación ambiental tuvo lugar en los años setenta, y un tema al que se prestó gran atención fue el relacionado con los métodos y herramientas adecuados que podían utilizar los profesionales. A lo largo de las tres décadas siguientes, los tipos de métodos y herramientas relacionados con la evaluación ambiental han seguido ampliándose. Luego, en la segunda década de aplicabilidad de la EGIA, continúa el interés por los métodos y herramientas apropiados que podrían utilizarse para mejorar la práctica profesional. A partir de la revisión de diversas fuentes de información sobre EGIA, puede concluirse que muchos de los métodos y herramientas actuales y en desarrollo son similares a los utilizados para la práctica de la evaluación ambiental tradicional. La principal diferencia está relacionada con la necesidad de incorporar otras acciones y sus contribuciones a los efectos acumulativos sobre VEC específicos. Dicha incorporación se realiza a menudo mediante simples modificaciones de los métodos y herramientas existentes para la EGIA. Algunos ejemplos breves de tales modificaciones son:

(1) Incorporar preguntas sobre "otras acciones" en las listas de verificación centradas en la identificación de los efectos directos e indirectos del proyecto a evaluar;
(2) Modificar las matrices para incluir columnas relacionadas con acciones pasadas, presentes y futuras; y
(3) Modificar los diagramas de red para incluir "otras acciones".

Actualmente el desarrollo a nivel global ha alcanzado una cobertura importante, destacando lo siguiente:

- 112 países (como Canadá, Estados Unidos, Inglaterra, los países europeos, Australia y Nueva Zelanda, entre otros) ubicados en todos los continentes habitados y de todas las principales tradiciones jurídicas, ya hacen referencia a la EGIA en su legislación ambiental. Esto significa que, en términos prácticos, alrededor del 60% de todas las naciones del mundo cuentan con leyes nacionales que exigen la EGIA.
- Once acuerdos multilaterales ratificados por 99 países se refieren a la EGIA, incluyendo el Acuerdo de Escazú (2021), el que exige a las partes hacer pública "una

[7] Si bien es un concepto similar al de la Evaluación Ambiental Estratégica definido en la Ley 19.300, no debe confundirse con ésta. Según la Agencia de Protección Ambiental de EE.UU, corresponden a evaluaciones de alto nivel dirigidas a evaluar el impacto ambiental de políticas, planes, programas o proyectos, para los que se aplicarán acciones posteriores basadas en evaluaciones más específicas. Para mayor detalle ver: https://nij.ojp.gov/funding/nepa-analysis-programmatic-environmental-assessment

descripción de los principales impactos ambientales del proyecto o actividad y, en su caso, el impacto ambiental acumulativo".

- Nueve bancos multilaterales, entre ellos BID Invest, el Banco Mundial, el Banco Interamericano de Desarrollo, el Banco Asiático de Desarrollo, el Banco Europeo de Reconstrucción y Desarrollo, y la Corporación Financiera Internacional, exigen este tipo de evaluación para los proyectos que financian.
- Los bancos multilaterales, como BID Invest, han introducido explícitamente el requisito de la EGIA en sus marcos de gestión ambiental y social y en sus normas de desempeño. Por lo tanto, todo promotor requiere realizar y presentar EGIA como parte de los requisitos para considerar una posible financiación de sus proyectos[8].
- La mayoría de los países entran en, al menos, una de las categorías anteriores.
- Cada vez más, las Organizaciones de la Sociedad Civil ("CSO", por sus siglas en inglés) y las Organizaciones No Gubernamentales ("ONG") colocan a los impactos acumulativos en la primera línea de sus preocupaciones ligadas al desarrollo.

3.1.2 Situación en América Latina y El Caribe

En América Latina existe una marcada tendencia y énfasis en realizar evaluaciones específicas de los proyectos o actividades, en lugar de un análisis de impactos globales que un grupo de proyectos puede causar en una región en particular. Esto incluye impactos en componentes ambientales producto de la ejecución u operación del proyecto, los impactos producidos por otros proyectos o actividades no relacionadas, la presencia de personas culturalmente diferentes y el alcance de diversas cadenas de suministro necesarias para apoyar el desarrollo del proyecto. En muchas zonas ecológicas y culturalmente sensibles de Latinoamérica, como la Amazonía u otras regiones insulares, la EGIA puede proporcionar información ambiental y social más adecuada para apoyar mejores procesos de toma de decisión para seleccionar, priorizar y ejecutar proyectos sin poner en peligro el desarrollo y la sostenibilidad futura de una región.

El rápido crecimiento de muchos países de Latinoamérica requiere importantes inversiones en infraestructura, mucha de la cual probablemente intersecará zonas de gran sensibilidad ambiental y social. Por esta razón, el gestionar el crecimiento, crear espacios para futuros proyectos y abordar los problemas de sostenibilidad se hacen cada vez más importantes.

La necesidad de la obligatoriedad de realizar EGIA en los marcos legales y reglamentarios de los países de Latinoamérica no ofrece necesariamente una respuesta binaria de sí o no. A menudo, ésta depende de:

i) El grado de discrecionalidad que tiene la autoridad competente.
ii) La forma cómo se define o se exige este requerimiento en las disposiciones legales.

[8] Este es el caso de proyecto Alto Maipo, cuya EGIA fue presentada al BID y puede ser consultada en: https://disclosures.ifc.org/project-detail/ESRS/31632/alto-maipo

iii) Si la exigencia se hace por referencia a otros cuerpos legales (por ejemplo, se establece la necesidad de seguir directrices o procedimientos que se definen en otros documentos separados)

iv) Si el requerimiento es implícito, refiriéndose, usualmente, a que el proponente debe cumplir con todas las demás leyes aplicables.

Más allá de estas ambigüedades legales, puede haber una complicación adicional: la falta de una práctica establecida que guíe a los profesionales a preparar evaluaciones de impacto acumulativo.

La revisión de los requisitos reglamentarios para la EGIA en Latinoamérica que se presenta en el **Anexo 3**.

Aunque algunos textos legislativos de Latinoamérica incluyen definiciones de impactos sinérgicos (que a menudo se toman erróneamente como una definición de impactos acumulativos), son muchos menos los que se refieren a ellos en los cuerpos sustantivos y procedimentales de las leyes. Sin información adicional sobre la aplicación en la práctica, es difícil determinar hasta qué punto se exige una EGIA de forma adecuada en los términos de referencia para evaluaciones ambientales específicas. Sin embargo, el creciente uso de portales de solicitud en línea, como la Ventanilla Única de Certificación Ambiental de Perú, se constituye en un esfuerzo importante para llegar a un cierto nivel de normalización.

El examen del uso de las EGIA en la región también se complica por el hecho de que las evaluaciones ambientales de proyectos de gran envergadura suelen incluir el análisis de impactos acumulativos para cumplir los requisitos de entidades financieras (que buscan incluir en dichos proyectos las mejores prácticas internacionales), en lugar de hacerlo por exigencia legal de los países. Una comprobación al azar de las sentencias judiciales que abordan la EGIA en algunos países fue útil, pero incluye información matizada que va mucho más allá del alcance de una sinopsis concisa, incluidas las opiniones legales sobre cómo deberían desempeñar sus funciones los organismos reguladores.

3.1.3 Principios Conceptuales de la Evaluación de Impactos Acumulativos

En el presente acápite se realiza una recopilación de los principales conceptos vinculados al proceso de predicción y evaluación de Impactos Acumulativos (IA).

En primer lugar, se entregan las definiciones que serán consideradas a nivel nacional:

- **Impacto Acumulativo**: El resultado de los efectos sucesivos, incrementales y/o combinados de una acción, proyecto o actividad en una zona, territorio o componente determinado, que se pueden sumar a los efectos de otros emprendimientos existentes, planificados y/o razonablemente previsibles, se encuentren con autorización ambiental o sin ella.
- **Impacto Sinérgico**: De acuerdo con el artículo 2°, literal h bis), de la Ley N°19.300, un efecto sinérgico es "aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la

presencia simultánea de varios agentes supone una incidencia ambiental mayor que el efecto suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente".

Ambos conceptos sientan las bases y principios conceptuales requeridos para comprender qué son este tipo de impactos y por qué es importante tenerlos en consideración desde la gestación de un proyecto de inversión que ingresa al SEIA hasta su fase de cierre, en caso de que éste llegase a ejecutarse.

De forma complementaria, en el **Anexo 1** se provee de un listado de definiciones de impacto acumulativo a nivel internacional. Sin que el listado sea taxativo, se han podido identificar 20 de ellas, lo cual da cuenta que existe una importante dispersión de criterios en la literatura. Sin perjuicio de lo anterior, los aspectos más importantes a los cuales se refieren las variadas definiciones, y que caracterizan a este tipo de impactos, son las siguientes:

- Los impactos que surgen de una **combinación** (agregación, acumulación u otros términos también aplican) de impactos provenientes de **múltiples fuentes**.
- Los proyectos o actividades que deben ser considerados para el análisis abarcan aquellos del **pasado, presente y futuro** (se utiliza en varias el concepto de "razonablemente previsibles").
- La combinación puede darse en la **dimensión espacial** (áreas de influencia solapadas) y/o en la **dimensión temporal** (por repetición).

Una distinción interesante que propone la, recientemente publicada, guía del Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2023) es aquella que diferencia a una nueva definición de "impacto acumulado" con la definición más tradicional de "impacto acumulativo". En dicha guía se define como "impacto acumulado" al efecto resultante de la interacción a lo largo del tiempo de las modificaciones ambientales inducidas por un **mismo proyecto.** Si bien los impactos acumulativos se generan por la combinación de múltiples fuentes, esta distinción permite reconocer que dentro de esas "múltiples fuentes" se pueden encontrar partes, obras o acciones del mismo proyecto.

Algunos ejemplos de los IA más relevantes que enfrenta hoy la humanidad (Blakley y Franks, 2021), y cuya proyección es al aumento, son los siguientes:

Figura 3-1. Impactos Acumulativos más relevantes

Fuente: Blakley y Franks (2021)

Los mismos autores hacen hincapié en que la complejidad y magnitud de este tipo de impactos representan un desafío mayor para la evaluación ambiental de proyectos, pues tienen una naturaleza amorfa en sí misma, que tiende a tener fuentes difusas, originarse por cambios incrementales que son difíciles de notar antes de que alcancen una gran escala, e involucran proyectos o acciones que no se incluyen en ningún tipo de proceso de evaluación ambiental. También reconocen que deben ser abordados en conjunto con evaluaciones de riesgo[9], evaluaciones a nivel estratégico y considerar ciencias integradoras (como la ecología, entre otros), el conocimiento local y una sólida integración con los ámbitos más amplios de la planificación, política pública y régimen regulatorio.

[9] La Evaluación de Riesgo a la que se refieren los autores es una práctica o instrumento distinto a la evaluación ambiental que se realiza en EE.UU, y que está dirigida a caracterizar la naturaleza y la magnitud de los riesgos para la salud de las personas y los receptores ecológicos derivados de los contaminantes químicos y otros factores de estrés que puedan estar presentes en el medio ambiente. Mayores detalles pueden ser consultados en: https://www.epa.gov/risk

3.1.4 METODOLOGÍAS GENERALES PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS ACUMULATIVOS

Tal como se mencionó en el numeral 3.1, a finales de los noventa, tanto el CEQ de EE. UU. como el CEAA de Canadá publicaron orientaciones para los profesionales que incluían 11 pasos que, en general, eran coincidentes. Posteriormente se publicaron en distintas fuentes otras orientaciones metodológicas basadas en pasos o etapas fundamentales. En Canter (2015) se realiza una amplia revisión de éstos, destacándose algunos de los elementos que se indican a continuación, los cuales han sido complementados con otras fuentes10:

- CEQ (1997), de EE. UU., describe 11 pasos de aplicación a nivel nacional.
- Griffiths *et al.* (1998), de Canadá, propone una metodología en base a 9 pasos dirigida al cumplimiento del Alberta Environmental Protection and Enhancement Act.
- CEAA (1999), de Canadá, describe 12 pasos de aplicación nacional, que en una posterior actualización dio origen a la guía "Assessing Cumulative Environmental Effects under the Canadian Environmental Assessment Act, 2012" en la cual se reducen a 5 pasos. En una nueva actualización para el 2018 de la referida guía se mantienen los 5 pasos.
- Walker & Johnston (1999), de la Comisión Europea, describen una metodología de 6 pasos en la "Guidelines for the Assessment of Indirect and Cumulative Impacts as well as Impact Interactions"
- Griffiths & McCoy (2000), de Canadá, proponen una metodología en base a 9 pasos para el Canadian Artic Resources Committee.
- Kotze (2004), de Sudáfrica, describe un método adaptado basado en los 11 pasos del CEQ de EE. UU.
- Canter & Rieger (2005) desarrollaron una metodología aplicada para la infraestructura de navegación del río Ohio en un nivel estratégico, que incluye 6 pasos, dentro de los cuales se hace referencia a los 11 pasos del CEQ de EE. UU.
- Tomey & Morton (2006) elaboraron un documento guía para el manejo de recursos pesqueros en el marco de la National Environmental Policy Act (NEPA) de EE. UU. que consta de 7 capítulos.
- Canter, Chawla & Webster (2007) elaboraron un documento guía para el uso del U.S. Department oh the Army en el cumplimiento del NEPA para sitios de entrenamiento y cantones. Este documento de basa en los 11 pasos del CEQ de EE.UU y los aplica a 14 VECs.
- Canter & Swor (2011) elaboraron un manual para la planificación, elaboración y registro de la EGIA para el cumplimiento del NEPA en proyectos y planes de obras civiles del U.S. Army Corps of Engineers. El manual se basa en los 11 pasos del CEQ de EE.UU y se enfoca en la planificación y gestión de recursos hídricos.
- La International Finance Corporation describe 6 pasos en su Manual de Buena Práctica "Evaluación y Gestión de Impactos Acumulativos: Guía para el Sector Privado en Mercados Emergentes" (IFC, 2012).

[10] El listado a continuación se basa principalmente en Canter (2015), pero ciertos elementos adicionales fueron incorporados en atención a posteriores publicaciones y actualizaciones.

- El Estado de Nueva Gales del Sur de Australia en su guía "Cumulative Impact Assessment Guidelines for State Significant Projects" propone una metodología general en base a 6 pasos (NSW Government New Zeland, 2022).
- La Corporación Interamericana de Inversiones basa su "Guía Práctica para la Evaluación y Gestión de Impactos Acumulativos en América Latina y El Caribe" del año 2023 en los 6 pasos propuestos por el IFC (BID Invest, 2023)

En complemento a las metodologías de aplicación general, se han identificado también metodologías desarrolladas para ciertas tipologías específicas, las cuales han sido relevadas también en Canter (2015) y complementadas con una revisión bibliográfica actualizada:

- Metodología para proyectos de Autopistas desarrollada en conjunto por el California Department of Transportation (Caltrans), la Federal Highway Administration, y la U.S. Environmental Protecion Agency (EPA), plasmado en el documento "Guidance for Preparers of Cumulative Impact Analysis. Approach and Guidance" del año 2005. Considera 8 etapas que pueden ser asimilables a los 11 pasos del CEQ de EE. UU.
- Metodología para minería del carbón en Australia, plasmada en el documento "Cumulative Impacts: A Good Practice Guide for the Australian Coal Mining Industry" del año 2010, basado en 8 pasos.
- Metodología para proyectos hidroeléctricos en Turquía, plasmada en el documento guía "Cumulative Environmental Impact Assessment for Hydropower Projects in Turkey" del año 2012, basado en 5 pasos. Se incluyen también 8 recomendaciones sobre aspectos críticos.
- Metodología dirigida a proyectos de energía eólica off-shore en Reino Unido, desarrollado por la industria y plasmada en el documento "Cumulative Impact Assessment Guidelines Guiding Principles For Cumulative Impacts Assessment In Off-shore Wind Farms" del año 2012, basado en 5 principios.
- Metodología dirigida a proyectos mineros en Australia, elaborada por el Minerals Council of Australia y plasmada en la guía "Cumulative Environmental Impact Assessment Industry Guide" del año 2015. Si bien no se identifica un número claro de etapas, se provee de varias recomendaciones y "tareas" que deben ser ejecutadas a lo largo del desarrollo.

Como puede apreciarse, ha existido un desarrollo metodológico a nivel general y a nivel de tipología, pero no así a nivel de componentes. Para las tipologías específicas no se desarrolla una metodología nueva, más bien lo que se hace es una aplicación específica de las metodologías generales. Si bien se identificaron varias metodologías, existen 3 de ellas que son referidas por otros documentos y que a continuación se comparan.

Tabla 3-1. Etapas del proceso de Evaluación Ambiental según fuentes internacionales

Etapas Evaluación Ambiental	CEQ de EE. UU. (1997)	IFC (2013)	CEAA de Canadá (2018)
Descripción del proyecto. Descripción de los efectos, características o circunstancias del art. 11° de la Ley o los antecedentes necesarios que justifiquen la inexistencia de éstos.	1. Identificar los problemas relevantes de efectos acumulativos (si los hubiera) asociados al proyecto y definir los objetivos de la evaluación	1. Identificar los VECs y determinar límites espaciales y temporales del análisis.	1. Definición del alcance: identificar VEC afectados, determinar los límites espaciales y temporales sobre los cuales se manifiestan los efectos, incluyendo la relación con efectos de otros proyectos.
Área de influencia	2. Establecer el ámbito geográfico del análisis.		
	3. Establecer el marco temporal del análisis.		
Descripción de la línea de base o caracterización ambiental.	4. Identificar otros proyectos o acciones que afecten a los recursos naturales, ecosistemas y comunidades[11].	2. Identificar todos los proyectos, actividades y factores naturales y sociales de estrés que afectan a los VEC.	
	5. Caracterizar los recursos naturales, ecosistemas y comunidades identificadas en relación con su respuesta al cambio y capacidad de adaptación[12].	3. Establecer la condición de línea de base de los VEC	No resulta claro a qué etapa pertenece, probablemente esta información es transversal a las etapas 1 y 2.
	6. Caracterizar las perturbaciones que afectan a los recursos naturales, ecosistemas y comunidades, y su relación con límites regulatorios.		
	7. Definir las condiciones de línea de base para estos recursos naturales, ecosistemas y comunidades.		
Predicción y evaluación del impacto ambiental.	8. Identificar las relaciones importantes de causa y efecto entre las actividades antrópicas y los recursos	4. Evaluar los impactos acumulativos sobre los VEC.	2. Análisis de la forma en que las actividades del proyecto pueden afectar los VEC en el horizonte espacio-temporal definido, para

[11] De acuerdo con Canter (2015), el concepto de VECs se utiliza frecuentemente para abarcar a recursos naturales, ecosistemas y comunidades, por lo que la metodología planteada por el CEQ de EE. UU. se refiere fundamentalmente a los VECs.
[12] La caracterización de la capacidad de adaptación se puede relacionar con la exigencia del art. 18 del RSEIA que requiere considerar la posible evolución de los componentes ambientales en las áreas de influencia. Esto cobra especial relevancia en un entorno cambiante y vulnerable además a los efectos cambio climático.

Tabla 3-1. Etapas del proceso de Evaluación Ambiental según fuentes internacionales

Etapas Evaluación Ambiental	CEQ de EE. UU. (1997)	IFC (2013)	CEAA de Canadá (2018)
	naturales, los ecosistemas y las comunidades.		realizar la evaluación de los efectos acumulativos.
	9. Determinar la magnitud y significancia de los efectos acumulativos.	5. Evaluar la significancia de los impactos acumulativos previstos	4. Evaluar la significancia de los efectos acumulativos resultantes del proyecto en combinación con otros proyectos o acciones, considerando la implementación de las medidas de mitigación.
Medidas de mitigación, reparación o compensación[13].	10. Modificar el proyecto o añadir alternativas para evitar, minimizar o mitigar los efectos acumulativos significativos.	6. Diseñar e implementar medidas de manejo para la gestión de los impactos acumulativos significativos (incluye seguimiento y gestión adaptativa)	3. Identificar medidas de mitigación técnica y económicamente factibles.
Plan de seguimiento de las variables ambientales[14].	11. Realizar seguimiento de los efectos acumulativos de las alternativas seleccionadas y adaptar la gestión.		5. Seguimiento de los efectos del proyecto y de los efectos acumulativo.

[13] En ciertos casos podrían ser también aplicables Compromisos Ambientales Voluntarios.
[14] En ciertos casos podrían ser también aplicables Compromisos Ambientales Voluntarios.

Es importante destacar que las metodologías identificadas plantean procesos iterativos, en los cuales los sucesivos pasos permiten obtener información relevante que puede modificar los resultados de los pasos anteriores, requiriendo así de una modificación y reevaluación. Además, cada paso tiene sub-pasos en que se entrega mayor detalle los requerimientos y la forma de cumplir con los objetivos, los cuales son frecuentemente complementados con ejemplos y casos de estudio, y son a veces profundizados en documentos complementarios.

Por último, es importante destacar que, si bien la EGIA tiene diferencias claras con la evaluación ambiental de proyectos tradicional, ambas se enmarcan en el mismo marco metodológico amplio en el cual se busca predecir y evaluar los potenciales impactos (sea cual sea su naturaleza), proponer medidas adecuadas cuando corresponda y realizar un seguimiento de las variables ambientales. Por lo mismo, gran parte de las metodologías que se utilizan comúnmente en la evaluación ambiental de proyectos resultan aplicables para la EGIA.

3.1.5 Aspectos relevantes asociados a la Evaluación de Impactos Acumulativos

A continuación, se proporcionará información asociada a todos aquellos elementos y procesos fundamentales que permiten comprender los IA y sus diferencias respecto a la evaluación de impacto ambiental ejecutada por cada proponente en torno a la tramitación ambiental de proyectos de inversión en el SEIA. Para cada uno de los siguientes aspectos, se describirán las particularidades metodológicas que debiesen ser consideradas al momento de predecir y evaluar IA.

3.1.5.1 Objetos de Protección afectos a Impactos Acumulativos

Conforme a lo establecido en el Criterio de Evaluación en el SEIA: Objetos de Protección (SEA, 2022), un "Objeto de protección" corresponde a *un elemento o componente del medio ambiente que se pretende proteger de los impactos ambientales que pueda generar la ejecución de un proyecto o actividad*. Lo anterior se desprende del marco legal vigente, particularmente del Artículo 11 de la Ley 19.300 Sobre Bases Generales del Medio Ambiente, y según lo establecido en los artículos 5° al 10° del Decreto Supremo N°40/2012, del Ministerio del Medio Ambiente, que establece el Reglamento del SEIA (RSEIA).

De acuerdo con lo anterior, los elementos de medio ambiente identificados como Objeto de Protección en el SEIA son los siguientes:

- Salud de la población (Artículo 5 RSEIA)
- Recursos naturales renovables, incluidos el suelo, aire y agua (Artículo 6 SEIA)
- Sistema de vida y costumbre de los grupos humanos (Artículo 7 SEIA)
- Población indígena, recursos y áreas protegidas (Artículo 8 SEIA)
- Zonas de valor turístico y zonas de valor paisajístico (Artículo 9 SEIA)
- Patrimonio cultural (Artículo 10 RSEIA)

Estos objetos de protección son fundamentales en el proceso de evaluación de impacto ambiental para garantizar que los proyectos y actividades se lleven a cabo de manera responsable y sostenible, teniendo en cuenta su posible impacto en el medio ambiente y en la sociedad. En este sentido, se ha de tener presente que, en todo sistema ambiental, los objetos de protección y demás componentes del medioambiente (atributos) interactúan entre sí, por lo cual resulta necesario profundizar en estas interrelaciones para identificar todos los impactos ambientales que un proyecto, conforme a sus partes, obras y acciones pudiese llegar a generar.

Es posible comprender que los impactos ambientales de carácter acumulativo se pueden llegar a presentar en todos los objetos de protección y componentes del medio ambiente, dependiendo de su fuente y vía de generación, afectando directa o indirectamente tanto a seres vivos, ecosistemas y territorios, pudiendo abarcar múltiples receptores sensibles que deben ser protegidos. En cuanto al riesgo para la salud de la población (Art.5 RSEIA), los impactos acumulativos pueden resultar de la exposición constante a contaminantes ambientales, como la contaminación del aire o del agua, que pueden acumularse y afectar la salud de las personas a lo largo del tiempo. Respecto a los recursos naturales renovables (Art.6 RSEIA), como la flora y fauna, los recursos hídricos y el suelo, pueden experimentar impactos acumulativos debido a prácticas insostenibles en el tiempo o a la concentración de actividades en un territorio, lo que puede llevar a la disminución de la biodiversidad y la disponibilidad de estos recursos. Los impactos acumulativos también pueden tener un impacto particularmente significativo en las poblaciones indígenas y sus recursos, así como en las Áreas Protegidas (Artículo 8 SEIA), ya que estos lugares pueden ser vulnerables a la acumulación de impactos negativos, como la deforestación o la contaminación. Respecto a las zonas de valor turístico y zonas de valor paisajístico (Art. 9 SEIA), estos impactos pueden afectar la calidad de las zonas de valor turístico y paisajístico a medida que se acumulan efectos visuales o degradación de la belleza natural en estas áreas. Y, por último, en cuanto al Patrimonio Cultural (Art. 10 RSEIA), los impactos acumulativos pueden dañar monumentos, sitios con valor antropológico, arqueológico o histórico si se producen cambios ambientales significativos en sus cercanías, afectando su integridad o valor histórico.

En términos conceptuales, los impactos acumulativos no son una clase diferente de impacto ambiental. Más bien son los mismos impactos que se reconocen en la práctica habitual de la evaluación ambiental, que pueden manifestarse debido su origen o naturaleza, y dependiendo de su forma de generación (múltiples fuentes que interactúan en el tiempo y en el territorio), con las consecuentes diferencias metodológicas requeridas para su evaluación y gestión. De esta forma, los objetos de protección habituales les son plenamente aplicables.

Es importante hacer presente que la literatura relacionada con la temática no se refiere a "objetos de protección" sino más bien a Valued Component (CEAA, 2018), Valued Ecosystem Component o Valued Ecosystem and Social Component (se mencionan como VC, VEC o VESC en la gran mayoría de las publicaciones), Componentes Ambiental y Social

Valorado (IFC, 2013) o Componentes Valiosos del Ecosistema (BID Invest, 2023). Según la última definición, este concepto abarca lo siguiente:

> *Los componentes valiosos del ecosistema ("VEC" por sus siglas en inglés) son atributos ambientales y sociales que se consideran importantes en la evaluación de impactos y riesgos acumulativos. Los VEC pueden ser muchas cosas: características físicas, hábitats, especies y poblaciones silvestres (por ejemplo, biodiversidad), servicios de los ecosistemas (como la pesca, el agua potable, la protección contra las inundaciones, etc.), procesos naturales (por ejemplo, los ciclos del agua y de los nutrientes, los microclimas), la condición social (por ejemplo, la salud, la economía, la seguridad alimentaria) o los aspectos culturales (por ejemplo, sitios arqueológicos, lugares sagrados, ceremonias espirituales o tradicionales)*.

Como puede apreciarse, el concepto en discusión es bastante amplio y puede asimilarse bastante bien con los objetos de protección ambiental y sus atributos. La principal diferencia radica en el carácter de "valorado", ya que presupone que ha existido un procedimiento a través del cual se ha evaluado la importancia[15] de distintos componentes o atributos en atención a un determinado proyecto (o acción, iniciativa, plan, programa, etc.), y que ha permitido seleccionarlo por sobre otros que no han sido priorizados. Siendo así, para efectos metodológicos del SEIA, y con un afán práctico, resulta posible homologar los conceptos, bajo la prevención anterior.

Para ejemplificar lo anterior, se presenta en la Tabla 3-2 un listado de los VECs (u objetos de protección) identificados en el marco de la evaluación de impactos acumulativos de proyectos hidroeléctricos (ESMAP, 2012). Tal como puede apreciarse, son plenamente coincidentes con la lógica operativa del SEIA chileno, aun cuando los conceptos no son idénticos.

[15] Para la evaluación de la importancia pueden existir varios procedimientos, dependiendo de cada marco jurídico, incluyendo procesos de consulta.

Tabla 3-2. Ejemplo de VEC para un proyecto hidroeléctrico

Componente ambiental	Subcomponente	Parámetro	VEC
Aire	• Calidad del aire	• MP 10 • Gases de efecto invernadero	• Área o receptores residenciales más cercanos • Medio ambiente terrestre
Ruido	• Niveles de ruido ambiental	• Niveles de ruido	• Área o receptores residenciales más cercanos • Medio ambiente terrestre
Agua	• Calidad del agua • Cambios en la hidrología • Uso doméstico y agricultura	• Flujo • Parámetros establecidos en la normativa aplicable	• Usuarios de agua • Medio ambiente acuático • Cauce aguas abajo
Hábitats y vida silvestre	• Sostenibilidad ecológica • Hábitat terrestre • Vida acuática	• Diversidad de especies • Población de especies	• Flora • Especies marinas • Anfibios • Reptiles • Aves • Mamíferos
Uso de suelo	• Usos antrópicos • Uso natural	• Pérdida de suelo • Cambio de uso	• Agricultura • Pastoreo • Bosques
Áreas protegidas	--	--	• Parques nacionales • Áreas para la preservación y desarrollo de vida silvestre • Humedales • Sitios de significancia cultural

Fuente: ESMAP, 2012.

Como parte de la consultoría se han priorizado los siguientes Objetos de Protección:

- Salud de la población (Art. 5 del SEIA), abarcando varios aspectos ambientales cuya alteración repercute en la salud de los receptores humanos, como calidad del aire, agua y suelo, exposición a sustancias peligrosas, ruidos y vibraciones, entre otros.
- Recursos naturales renovables (Art. 6 del RSEIA), abarcando suelo, flora, fauna y ecosistemas, entre otros.

Tal como se indica en el ya referido criterio de evaluación (SEA, 2022), existen "atributos" que permiten caracterizar tanto a los objetos de protección, como el ecosistema y los servicios ecosistémicos relacionados en el que se encuentran. Los atributos permiten describir el funcionamiento y estado de los objetos de protección, para lo cual se pueden emplear las cualidades o propiedades de un determinado componente o elemento del medio ambiente. Estos se encuentran detallados en el artículo 18 letra e) del RSEIA y la Figura 3-2.

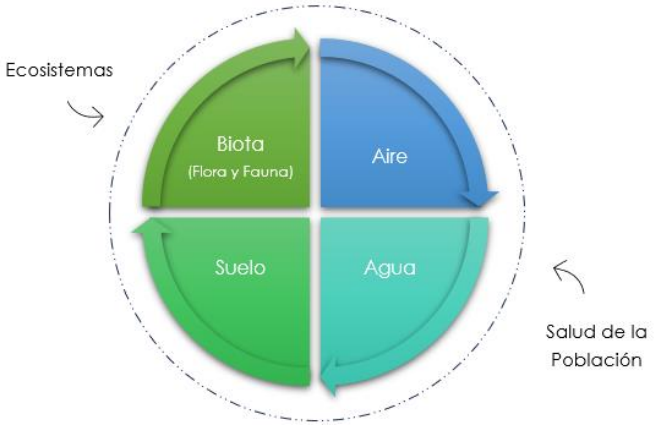
Figura 3-2. Objetos de Protección priorizados.

OBJETO DE PROTECCIÓN			¿QUÉ SE BUSCA PROTEGER EN EL SEIA?
SALUD DE LA POBLACIÓN – ART. 5 RSEIA			
Riesgo para la salud de la población			Salud de la población
RECURSOS NATURALES RENOVABLES – ART. 6 RSEIA			
OBJETO DE PROTECCIÓN		ATRIBUTO	¿QUÉ SE BUSCA PROTEGER EN EL SEIA?
Suelo	Suelo	**AguaBiota Ecosistemas Agua**	Se busca asegurar la permanencia, la capacidad de regeneración, y el desarrollo de especies y ecosistemas, para su aprovechamiento racional futuro.
	Sedimentos subacuáticos marino y continental		
Agua	Aguas superficiales marinas y continentales		
	Aguas subterráneas		
Biota	Animales silvestres		
	Plantas y algas (nativas)		
	Hongos y líquenes		
Ecosistemas	Terrestres		
	Acuáticos continentales		
	Marinos		
Aire	Aire	Calidad	

Fuente: Guía de Evaluación en el SEIA: Objetos de Protección (SEA, 2022)

Para efectos del presente análisis, se considerará que el objeto de protección "Ecosistema" reviste una especial complejidad debido a que representa la interrelación entre varios otros componentes, por lo que se privilegiará un enfoque en base a los impactos en los componentes de base (agua, suelo, aire, flora, fauna), sin perjuicio de lo cual se debe considerar en lo que sea posible el enfoque integrado. El mismo enfoque prevalecerá para el componente "salud de la población", teniendo en consideración que el artículo 5° del RSEIA dispone que dicho riesgo se relaciona con "la cantidad y calidad de efluentes, emisiones o residuos", los cuales se relacionan con las componentes suelo (residuos), agua (efluentes) y aire (emisiones). En esta línea, la Figura 3-3 sintetiza la aproximación conceptual propuesta.

Figura 3-3. Objetos de Protección por analizar en esta Consultoría.

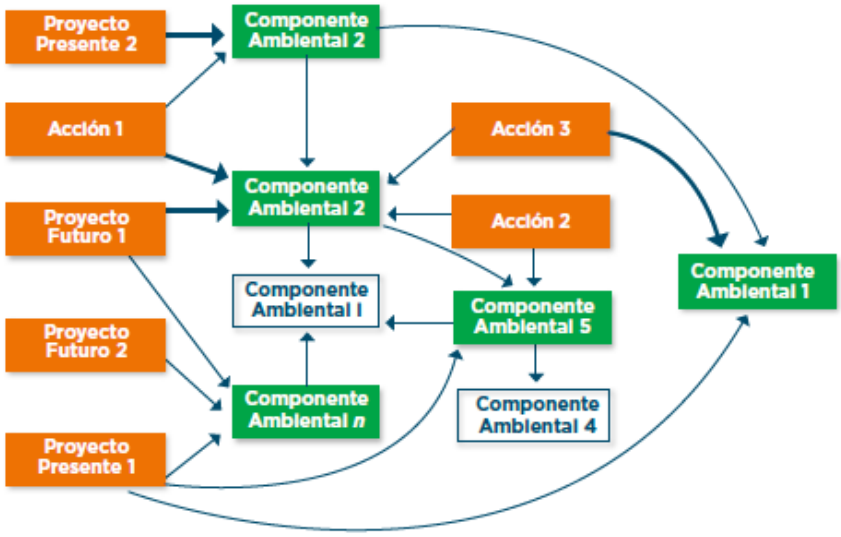


Fuente: Elaboración propia.

3.1.5.2 Vías de combinación y tipos de Impactos Acumulativos

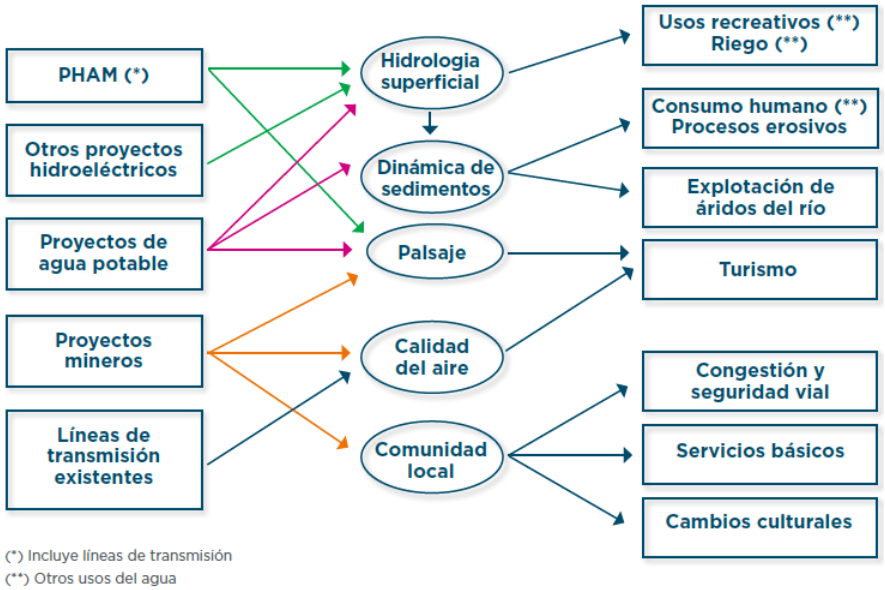
En los términos más generales posibles, el concepto de impactos acumulativos se refiere a la combinación o acumulación de impactos ambientales en el tiempo y en el espacio, provenientes de múltiples fuentes. A modo de ejemplo, la situación general puede ser visualizada en la Figura 3-4, a lo cual se suma el ejemplo concreto de la EGIA realizada para el proyecto Alto Maipo, que se presenta en la Figura 3-5:

Figura 3-4. Vinculación de fuentes y receptores de impactos ambientales



Fuente: BID Invest (2023)

Figura 3-5. Ejemplo de diagrama de red para Alto Maipo



Fuente: Adaptado de la EGIA de Alto Maipo por BID Invest (2023)

Si bien la conceptualización anterior es relativamente sencilla, los aspectos particulares asociados a los impactos acumulativos revisten una elevada complejidad (Spaling, 1994), por ejemplo:

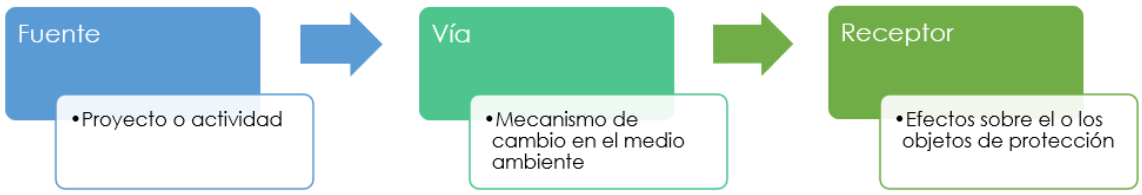
- Pueden originarse producto de múltiples actividades, algunas similares y otras de distinta naturaleza, sin que necesariamente sean relevantes por si solas.
- Las relaciones causa-efecto que los gatillan son complejas y existe poco entendimiento acerca de ellas.
- Los procesos a través de los cuales se combinan los impactos pueden ser interactivos (no lineales) y retroalimentarse.
- El dominio espacial en el que ocurren puede ser muy amplio (hasta escala transfronteriza e incluso global).
- Pueden ocurrir en horizontes de tiempo de largo plazo y estar sujetos a importantes desfases temporales.
- Varían dependiendo del receptor que se defina como objetivo, siendo frecuentemente más severos en los niveles más altos[16].

Atendida la complejidad del tema, es que se hace necesario trabajar con un marco conceptual bien definido, que permita un entendimiento más sistemático del fenómeno. Para

[16] Los impactos que se originan en una fuente pueden propagarse a través de distintos componentes/subcomponentes (por ejemplo, descarga a un cuerpo de agua que genera un efecto en la calidad del agua, que a su vez impacta los componentes bióticos, en la fauna terrestre, en la disponibilidad del recurso para usos sanitarios, etc.), pudiendo intensificarse a medida que el nivel "sube", o bien, se va transmitiendo.

ello en la literatura se proponen algunas aproximaciones conceptuales que son bastante similares entre sí, destacando tres elementos: i) la fuente de generación, ii) las vías de manifestación, y iii) los receptores de los impactos resultantes.

Figura 3-6. Mecanismo conceptual de generación de impactos



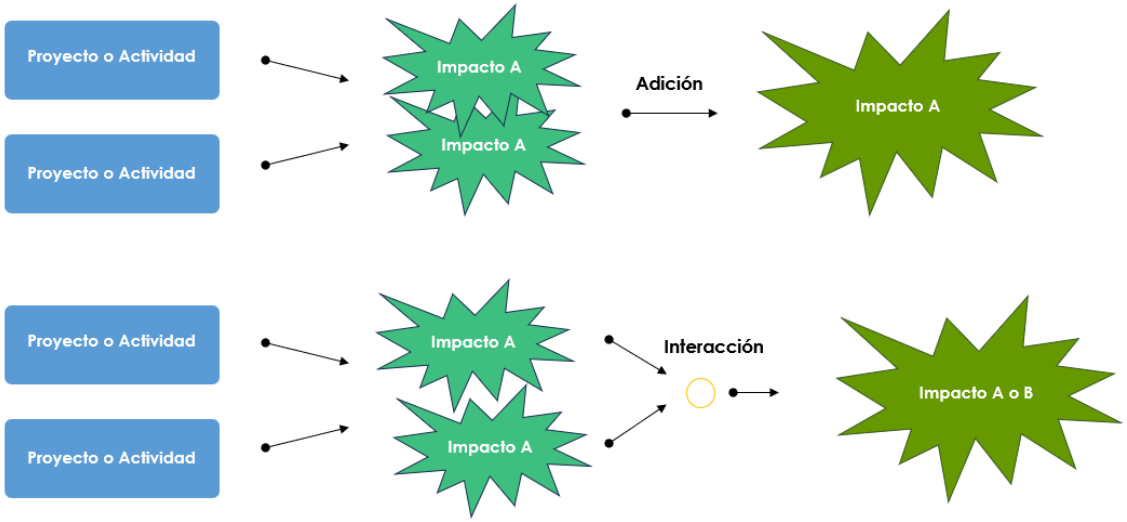
Fuente: Traducido desde CEAA, 2018.

De acuerdo con la CEAA (2018), cada uno de los elementos identificados puede describirse de la siguiente manera:

- **Fuente**: Proyecto o actividad que provoca alteraciones (impactos) en el medio ambiente, los cuales varían dependiendo de su alcance temporal y espacial. Por ejemplo, la fuente puede ser el proyecto (por ejemplo, una explotación de mineral) u otra actividad (por ejemplo, la agricultura).
- **Vía**: Mecanismos a través de los cuales se produce un cambio en el medio ambiente. Las vías pueden ser de carácter aditivo o interactivo. Estas categorías describen cómo los diferentes factores o elementos contribuyen al transporte y eventual acumulación de impactos en un sistema o situación determinados. Para considerar los efectos acumulativos, es esencial comprender estos mecanismos y el estado del medio receptor en el cual se desarrolla un proyecto.
- **Receptor**: Componente ambiental que se ve afectado por los impactos. Dado que los receptores difieren en estado y capacidad de regeneración, cada uno de ellos tiene su respuesta a las perturbaciones. Estos receptores son el objeto de la evaluación de los efectos acumulativos y corresponden a objetos de protección o atributos.

Un aspecto central para caracterizar los impactos resultantes corresponde a la forma en cómo se combinan a través de las vías. En términos generales, tal como se mencionó, se reconocen dos posibilidades o vías de generación, a saber, se combinan de forma aditiva o bien interactiva. En la Figura 3-7 se muestra gráficamente lo expuesto anterior y se aprecian las dificultades que puede representar un caso donde existe interacción, ya que los resultados pueden surgir de combinaciones no lineales (por ejemplo, efectos sinérgicos) e incluso llegar a resultados distintos que pueden ser difíciles de predecir y cuantificar con la información disponible.

Figura 3-7. Formas de combinación de impactos



Fuente: Adaptado de Hyder Consulting, 1999.

Esto último plantea una cantidad de posibilidades muy amplia, donde los impactos primarios[17] pueden combinarse de múltiples formas para dar origen a impactos acumulativos. En base a estas posibilidades y a otros factores, varios autores han acuñado definiciones para distintas subcategorías o tipos de impactos acumulativos. En el **Anexo 2** se provee de un listado referencial, no taxativo, en el cual se presentan más de 20 definiciones. De la misma forma, en una reciente publicación (Blakley & Franks, 2021) se presentan 40 tipos de impactos acumulativos que han sido discutidos desde el origen de la evaluación ambiental en la literatura, varios de los cuales coinciden con los señalados en el referido Anexo.

Tabla 3-3. Selección de Tipos de Impactos Acumulativos

Aditivos	Causalidad compleja	Fragmentación	Interrelacionados	Secundarios
Agregados	Compuestos	Inducidos por crecimiento	Lineales	Secuenciales
Mejoradores	Contrapuestos	Combinados	Enmascaradores	Desfase espacial
Amplificadores	Crecientes	Incrementales	Multiplicativos	Congestión espacial
Antagónicos	Transfronterizos	Indirectos	Neutralizadores	Sorpresa estructural
Colectivos	Multimedio	Inducidos	Mordisqueo[18]	Sinérgicos
Combinados	Discontinuos	Integradores	Fuera de lugar	Congestión temporal
Compensatorios	Exponenciales	Interactivos	Residuales	Desfase temporal

Fuente: Traducción libre desde Blakley & Franks (2021).

[17] Impacto primario o Impacto A (Figura 3-7), es aquel directamente derivado de la ejecución del proyecto o actividad.
[18] El concepto original en inglés corresponde a *nibbling*.

Tal como se indicó, estas definiciones dicen relación con la forma en que se combinan los distintos impactos para dar origen al impacto acumulativo. El ejemplo más recurrente son el "impacto sinérgico", que se origina cuando la combinación resulta en un impacto mayor (o distinto, según ciertos autores) a la suma de los impactos de origen. Estos impactos se diferencian de los "impactos aditivos", en cuyo caso la combinación de impactos resulta en un impacto igual a la suma de los impactos de origen. En la misma línea existen otros tipos de impactos cuya definición resulta intuitiva, pero también hay varios tipos que pueden resultar complejos de comprender y aplicar en la práctica.

Por ejemplo, los impactos compensatorios resultan cuando los impactos de dos o más proyectos o actividades se anulan entre sí, los impactos contrapuestos ocurren cuando los impactos de distintas fuentes se mitigan entre sí, mientras que los impactos enmascaradores surgen cuando los impactos de un proyecto o actividad pueden enmascaran (hacer indetectable) los efectos de otro. Los impactos discontinuos representan una condición en la cual la adición incremental no genera impactos aparentes hasta que se sobrepasa un determinado umbral a partir del cual los cambios ocurren rápidamente.

La abundancia de definiciones disponible en la literatura, junto con las similitudes y también diferencias que existen entre ellas, presenta más bien un problema en la práctica. De un estudio que revisó la literatura técnica del tema al año 2018, se concluye que los términos y conceptos básicos aún no se comprenden bien, y sigue siendo necesaria una guía de procedimiento que sirva de apoyo a los profesionales en muchas regiones del mundo (Blakley & Russel, 2022). En la misma línea, Duinker & Greig (2006) argumentan que la cantidad de definiciones no necesariamente ha sido de ayuda, ya que queda la impresión de que los efectos acumulativos son una clase especial de efecto, en circunstancias en que lo relevante es sencillamente evaluar los efectos combinados que actúan sobre un determinado receptor. Al respecto, en una guía oficial del estado de Canadá se hace la recomendación de preferir una definición simple basada en un importante aspecto adicional que reviste la evaluación de los efectos acumulativos en comparación con la evaluación ambiental de proyectos tradicional, esto es, considerar específicamente los efectos debido a otros proyectos (The Cumulative Effects Assessment Working Group & Axys Environmental Consulting Ltd., 1999).

En función de lo anterior, para el caso nacional se recomienda seguir las recomendaciones de centrarse en el aspecto más relevante de los IA para efectos de la evaluación, que es evaluar el impacto combinado de múltiples fuentes, sin recurrir a la serie de subcategorías que se han definido en la literatura. No obstante, atendida la definición de IA adoptada, y al hecho de que nuestra regulación provee de una definición para efectos sinérgicos, se hace necesario hacer una excepción respecto de los impactos sinérgicos, para lo cual se recomienda hacer énfasis en que es un tipo de impacto acumulativo de especial relevancia, entre muchos otros. Además, se hace necesario realizar una precisión respecto de la definición adoptada, en el sentido de aclarar que cuando se refiere a que los efectos "se pueden sumar" no se está limitando el alcance a los efectos acumulativos del tipo aditivo, sino que se refieren a que "se pueden combinar" en un sentido general (aceptando varias

formas de combinación además de la simple suma). En complemento, se podría considerar cambiar el término "se pueden sumar" por "se pueden combinar" en la definición oficial a adoptar.

Por último, es dable reconocer que para efectos metodológicos podría ser de utilidad en algunos casos hacer referencia a un tipo en particular de efectos, cuando sea fácil identificarlo y pueda aportar en la conceptualización del problema. No obstante, no se recomienda dejarlo como un requisito o regla general, ya que la sola identificación del tipo de IA puede ser complejo, poco claro y llevar a un desgaste innecesario sin un claro beneficio, corriendo el riesgo de que el foco se centre más en la definición que en la evaluación propiamente tal.

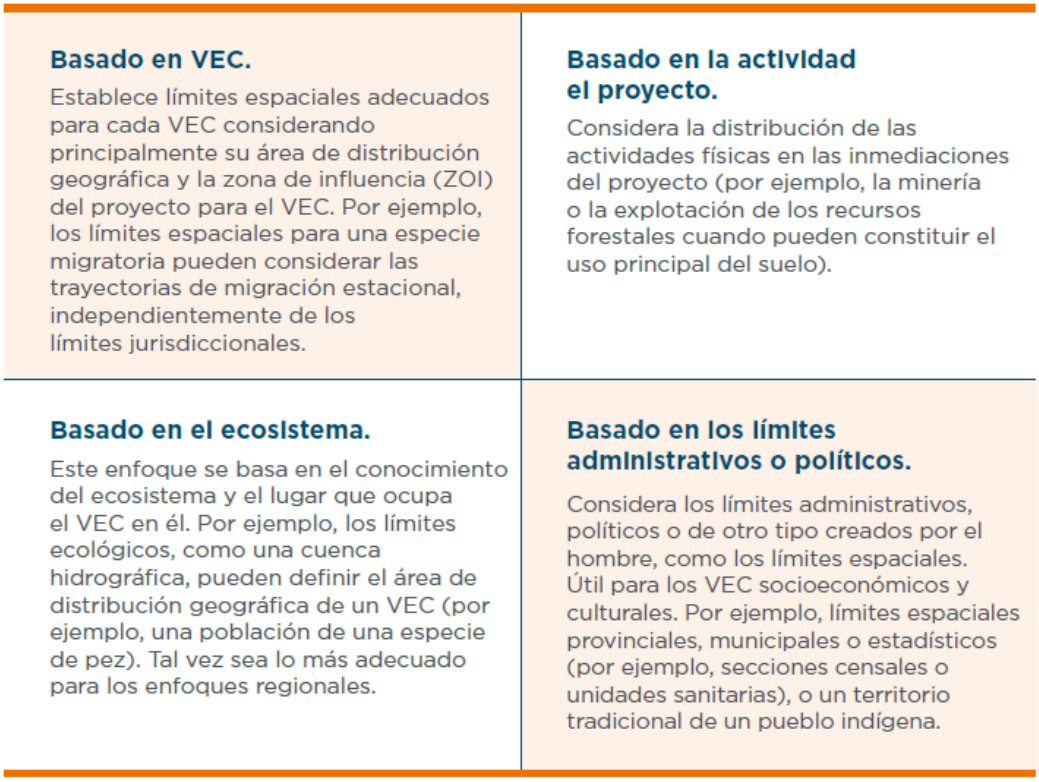
3.1.5.3 Criterios para la definición de Límites Espaciales de Impactos Acumulativos

El alcance espacial seleccionado para la evaluación el impacto acumulativo depende de:

- Las características de las partes, obras o acciones de un proyecto que contribuirán al impacto acumulativo.
- La escala y naturaleza de los impactos potenciales resultantes entre del proyecto con otros proyectos futuros relevantes.
- Las características de las áreas de influencia, las cuales dependerán de la interacción de las partes, obras y acciones del proyecto y de las particularidades de los objetos de protección ambiental que son receptores de impacto.

En la Figura 3-8 se presenta una conceptualización provista por BID Invest (2023) que se ha basado a su vez en las directrices de la autoridad ambiental canadiense (CEAA, 2018). Según BID Invest (2023), de forma general, el límite espacial de cada objeto de protección puede determinarse de las cuatro maneras según los cuatro cuadrantes de dicha figura.

Figura 3-8. Formas de combinación de impactos



Fuente: BID Invest (2023) en base a CEAA (2018).

Esta metodología aplica tanto para una evaluación regional o estratégica como para las evaluaciones a escala de proyectos. Respecto de estas últimas resulta necesario considerar que no puede perderse la vinculación causal con los efectos derivados del proyecto o actividades en evaluación, ya que de lo contrario se excedería el nivel de responsabilidad del titular[19], siendo entonces necesario acotar los criterios en función de esta consideración. A continuación, se realiza una breve descripción complementaria a lo que se indica en la figura:

- Criterio basado en objetos de protección (VEC):

Por ejemplo, el área de estudio seleccionada para la evaluación del impacto acumulativo sobre la biodiversidad puede basarse en el rango y distribución de las especies amenazadas incluidas dentro de la biorregión relevante, y centrarse únicamente en aquellas especies que están en riesgo de sufrir daños graves o irreversibles debido al impacto acumulativo generado por uno o varios proyectos. No obstante, y teniendo presente lo anterior, el área

[19] Un claro problema derivado de esta circunstancia tiene que ver con la efectividad de las medidas de mitigación, reparación o compensación que puedan proponerse. Si se abarca una extensión que no se relaciona con los impactos del proyecto, difícilmente el titular puede proponer una medida de esa índole que sea de su exclusiva responsabilidad, se relacione con su actividad, y tenga un efecto en el o los objetos de protección ambiental.

debe acotarse a la zona donde efectivamente se espera una influencia del proyecto o actividades asociadas.

- Criterio basado en la actividad del proyecto:

En el caso de un área de estudio seleccionada para la evaluación del impacto acumulativo sobre los niveles de ruido ambiental, ésta solo puede incluir lugares específicos donde los impactos acústicos del proyecto puedan superponerse con los impactos acústicos de otros proyectos, resultando en impactos acústicos materiales en zonas con receptores sensibles20 (NSW Department of Planning, Industry and Environment, 2020).

- Criterio basado en el ecosistema:

Tal como se indica en la figura, este criterio puede resultar más idóneo para el nivel estratégico o regional. A escala de proyectos puede cobrar sentido en casos específicos en los cuales existen impactos que pueden tener una significancia a nivel ecosistémico que no pueda recogerse a través de la evaluación de los distintos componentes por separado. Sería el caso por ejemplo de un proyecto que pueda genera un impacto a gran escala en un humedal, por ejemplo, a través de la intervención directa (desecado) o indirecta (alteración del régimen hídrico que nutre al humedal).

- Criterio basado en límites administrativos o políticos:

Este criterio es probablemente el menos útil ya que usualmente los objetos de protección ambiental no se organizan ni responden ante límites administrativos.

Se ha de tener en consideración que el área de estudio elegida para cada caso debe ser lo suficientemente amplia como para capturar todos los impactos acumulativos relevantes. Por el contrario, tampoco debe ser innecesariamente grande ni incluir áreas donde los impactos acumulativos probablemente sean insignificantes en relación con la condición inicial del objeto de protección relevante, ni se relacionen con las actividades del proyecto.

Por último, debe tenerse presente que una buena delimitación espacial del impacto ayuda a mejorar el enfoque de la evaluación del impacto acumulativo y a reducir la complejidad de la evaluación.

3.1.5.4 Criterios para la definición de Límites Temporales de Impactos Acumulativos

El periodo a considerar para el levantamiento de la línea de base o la caracterización ambiental depende del alcance de la evaluación en cuestión. Desde el punto de vista teórico, se reconoce la necesidad de establecer la condición natural del objeto de protección (lo cual puede requerir de una investigación detallada y establecer una serie de supuestos), sobre lo cual se deben considerar los efectos de las distintas presiones que han actuado (proyectos o acciones pasadas) y actúan sobre éste. Este ejercicio puede resultar complejo por distintos motivos, y suele tener más sentido cuando el objetivo tiene que ver con la

[20] En la "Noise Policy for Industry" (NSW Department of Planning, Industry and Environment, 2017) se especifican ciertas zonas con receptores sensibles al ruido, indicándose que corresponden a áreas residenciales, iglesias, escuelas y áreas de recreación.

gestión de recursos naturales u otros a nivel estratégico. A nivel de la evaluación de proyectos, resulta más coherente establecer una línea de base de un alcance temporal más acotado a obtener una caracterización del estado actual y probable en un escenario sin proyecto, en términos similares a los que se realiza en el SEIA.

Por su parte, el periodo seleccionado para la evaluación del impacto acumulativo depende de:

- Las características de las partes, obras y/o acciones de un proyecto que contribuirán al impacto acumulativo.
- La escala y naturaleza del impacto en sí mismo.
- Las características de las áreas de influencia, las cuales dependerán de la interacción de las partes, obras y acciones del proyecto y de las particularidades de los objetos de protección ambiental que son receptores de impacto.

En la mayoría de los casos, es probable que el periodo seleccionado coincida con la vida útil del proyecto en cuestión. Sin embargo, en algunos casos el periodo seleccionado puede ser mucho más corto que éste, abarcando una única fase del proyecto (por ejemplo, los impactos del tráfico en la red de carreteras local y regional durante la construcción), o en caso contrario siendo mucho más largo, extendiéndose cientos de años más allá de la vida del proyecto cuando existen obras o acciones permanentes o que generan efectos persistentes en el tiempo (por ejemplo, la recuperación de los niveles freáticos en un acuífero tras una explotación minera extensiva) (NSW Department of Planning, Industry and Environment, 2020). Se debe tener presente que lo relevante, más que el proyecto en sí mismo, son las obras o acciones que pueden generar los impactos, debiéndose prestar especial atención a aquellos que sea persistentes o permanentes.

Respecto de las áreas de influencia y los objetos de protección incluidos en ellas, debe considerarse también la propia dinámica de éstos al momento de establecer las dinámicas temporales21. Entre ellas se encuentran, por ejemplo, períodos reproductivos de ciertas especies sensibles o amenazadas, periodos secos/húmedos, etc.

Dada la gran diversidad de posibles impactos acumulativos y extenso catálogo de proyectos que están obligados a ingresar al SEIA, la determinación del período sobre el cual se deberán evaluar y realizar seguimiento a los impactos acumulativos deberá determinarse caso a caso.

En razón de lo anterior, cada Titular deberá justificar el periodo seleccionado para la evaluación del o los impactos acumulativos que correspondan.

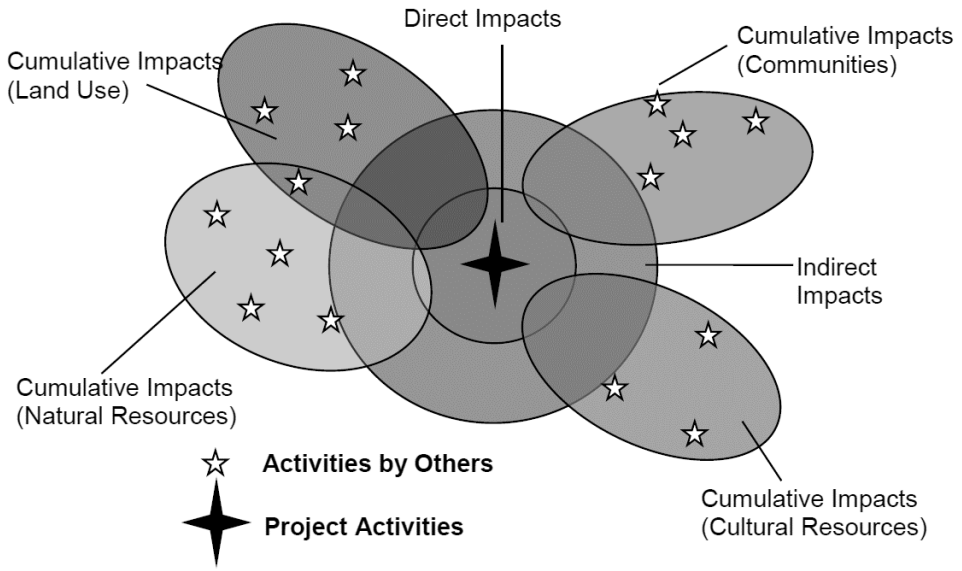
[21] No se debe confundir la "dinámica" temporal con la "extensión" temporal de la evaluación. La dinámica se refiera a aspectos que, dentro del horizonte de tiempo estimado para la evaluación, presentan un comportamiento que no es constante, y amerita ciertas consideraciones particulares.

3.1.5.5 Tipos de proyectos relevantes a considerar en la EGIA

Otro aspecto relevante por considerar en la gestión de impactos acumulativos es el tipo de proyectos o actividades que deben ser incluidos en el análisis de efectos sobre los objetos de protección. Para ello debe tenerse en cuenta tanto la variable territorial como la temporal.

Respecto de la primera, prima un criterio bastante claro: si el proyecto o actividad no produce impactos acumulativos en alguno de los objetos de protección identificados, no debe incluirse en la EGIA (BID Invest, 2023). Conceptualmente esto ha sido representado por el Texas Department of Transportation (2019) en el esquema que se reproduce en la Figura 3-9.

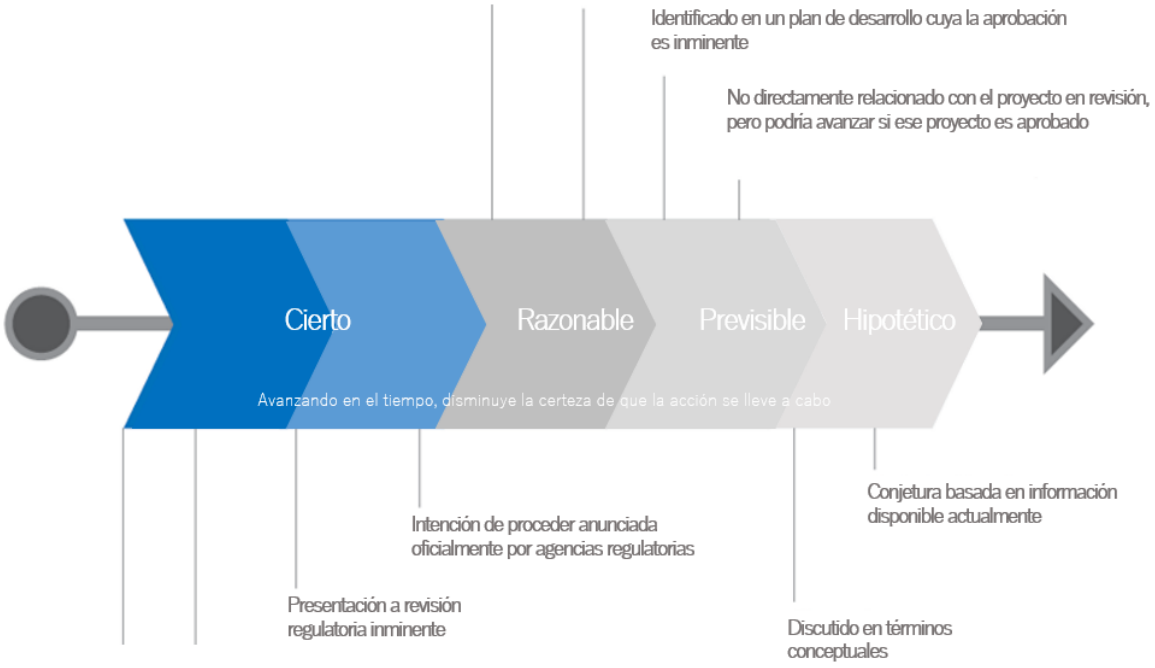
Figura 3-9. Relación entre proyectos e impactos acumulativos en el territorio.



Fuente: Texas Department of Transportation (2019)

En cuanto a la segunda, su determinación reviste mayor complejidad, siendo el principal desafío identificar las iniciativas razonablemente previsibles a futuro, los cuales aportan con impactos que potencialmente pudiesen interactuar con los impactos del proyecto a evaluar. Para ello, en ESMAP (2012) se provee de una conceptualización gráfica de las opciones posibles en función del nivel de certeza, lo cual se presenta en la Figura 3-10.

Figura 3-10. Criterio temporal para la selección de otros proyectos o acciones



Fuente: Adaptación a partir de ESMAP (2012)

De forma complementaria, el NSW Department of Planning, Industry and Environment (2020) define sus propios criterios para identificar qué otro tipo de proyectos futuros relevantes deben ser considerados en el análisis, atendiendo al espectro de opciones más probables, lo cual ha sido traducido y adaptado a la lógica del SEIA (Tabla 3-3).

Tabla 3-4. Proyectos Futuros Relevantes para la evaluación de impactos acumulativos

Alternativas de proyectos "futuros"	Ejemplo
Modificación de proyectos existentes	• La RCA de un proyecto está por llegar al fin de su vida útil y el proyecto probablemente concluirá. • El titular de un proyecto ha anunciado que sus operaciones terminarán. • La intensidad de las actividades de un proyecto cambiará en el tiempo (por ejemplo, proyectos que operan bajo su capacidad autorizada, proyectos en construcción que comenzarán su operación en un tiempo diferidos, otros). • El titular ha anunciado que presentará un proyecto para aprobar una expansión de sus actividades actuales. • Futuros desarrollos de proyectos que han declarado un desarrollo por etapas en el SEIA

Tabla 3-4. Proyectos Futuros Relevantes para la evaluación de impactos acumulativos

Alternativas de proyectos "futuros"	Ejemplo
Proyectos aprobados ambientalmente	• Proyectos que cuentan con RCA y que aún no han iniciado[22].
Proyectos en evaluación ambiental	• Proyectos que se han presentado al SEIA y que se encuentran en evaluación.
Proyectos en desarrollo	• Proyectos o actividades complementarias que se requieren para determinados proyectos (por ejemplo, construcción de una LAT para conectar un proyecto de generación).

Fuente: Adaptado de NSW Department of Planning, Industry and Environment (2020)

En relación con los proyectos o actividades pasadas y presentes, gracias al SEIA existe una fuente de información robusta de los proyectos pasados (que concluyeron su vida útil y fueron cerrado) y actualmente operativos que cuentan con resolución de calificación ambiental, los cuales son fundamentales para considerar los impactos que se han generado y aquellos que se manifiestan actualmente en un territorio. No obstante, en dicho territorio también se pueden identificar múltiples proyectos sin autorización ambiental (RCA), ya sea porque su ingreso al SEIA no les es aplicable según la Ley 19.300 y el RSEIA o porque su ejecución inicio de manera previo a la promulgación de legislación ambiental. En función de la relevancia de dichos proyectos o actividades para efectos de los impactos acumulativos objeto de análisis, se deberán identificar en base a fuentes de información alternativas. En términos metodológicos, tanto la identificación de proyectos pasados como presentes sigue la misma metodología habitual de levantamiento de línea de base o caracterización ambiental.

3.1.5.6 Instrumentos de Gestión Ambiental y su Vínculo con el SEIA

i) Diagnóstico y limitaciones del SEIA para la EGIA

En Walker e Irarrázabal (2016) se realizó un análisis de los impactos acumulativos y el SEIA. A continuación, se reproduce un fragmento de particular interés para comprender las limitaciones del SEIA chileno como instrumento para la EGIA:

Resulta de especial interés conocer las limitaciones y problemas identificados que impulsaron tanto a los profesionales como a los organismos gubernamentales, a modificar profundamente la forma de llevar a cabo la evaluación y gestión de los efectos acumulativos, trasladándola a instrumentos regulatorios de mayor jerarquía. Para ello es de particular utilidad el trabajo de Kennett (1999) que expone lo que él llama los "problemas estructurales fundamentales" que experimentó la metodología utilizada para ello hasta fines de la década de 1990.

En primer lugar, el autor destaca dos situaciones que moldearon el tratamiento que se les dio a los efectos acumulativos en Canadá en las décadas de 1980 y 1990, y que tienen que

[22] Se debe tener presente la eventual aplicabilidad de la figura de la caducidad de la RCA.

ver con el rol protagónico que a esa fecha había asumido la evaluación ambiental de proyectos. La primera fue la consolidación progresiva de la evaluación de impacto ambiental, que se convirtió en foco de la legislación, litigación y de un creciente interés regulatorio y público. La segunda situación fue una tendencia a dejar de lado otros instrumentos de gestión ambiental que sufrieron un estancamiento o un declive en el financiamiento o capacidad de las instituciones responsables. El resultado fue que la evaluación de impacto ambiental emergió como el principal instrumento para abordar la evaluación y gestión de los efectos acumulativos. Esta forma de hacerse cargo de los efectos acumulativos es denominada por dicho autor como el "paradigma convencional", fenómeno similar a lo ocurrido en Chile con el SEIA, el cual se utiliza para zanjar cuestiones para las cuales el instrumento no está diseñado, cuestión que Eduardo Astorga describe al señalar que otro de los problemas estructurales del instrumento radica en "una errada visión del objetivo del SEIA, confundiéndose el "de con el para". En efecto el SEIA es un instrumento para la decisión y no de decisión" (Astorga, 2007).

En términos concretos, los principales problemas identificados y descritos por Kennett (1999) son sorprendentemente similares también a la realidad chilena, tal como queda en evidencia en el caso de estudio que se analizará en el capítulo siguiente. Dichos problemas también sirven como criterios para analizar situaciones que dificultan el análisis de los impactos acumulativos.

- *Multiplicidad de actividades de bajo impacto no evaluadas*[23]*, lo cual significa que no es posible abarcar los efectos acumulativos que generan múltiples actividades que son vistas como insignificantes individualmente.*
- *Problemas para la generación de una línea de base apropiada, dado que la recopilación de información es compleja y a veces imposible de lograr por los proponentes, especialmente cuando ella supone la obtención de información a una escala territorial mayor que permita incluir los efectos acumulativos que se originan en otras actividades.*

  Al respecto, en un documento Guía de Estados Unidos se expresa que "obtener información de los efectos acumulativos es frecuentemente el mayor desafío para el analista. Reunir los datos puede ser costoso y demoroso" (CEQ, 1997). En Canadá fueron aún más específicos y en un documento oficial se indica que "el desafío para las autoridades y para los proponentes de proyectos es que normalmente no cuentan con información completa del ecosistema donde el proyecto se está proponiendo. También hay un cierto conflicto en cuanto a si es responsabilidad del proponente o del gobierno el levantamiento de la información de línea de base del ecosistema y sus perturbaciones […]. Lo que es claro es que, sin la información necesaria, puede ser muy difícil evaluar los efectos acumulativos de un proyecto"[24].

[23] Dentro de estas actividades se encuentran todas aquellas que no requieren ingresar al SEIA, es decir que no se encuentran en la lista taxativa del artículo 10 de la Ley 19.300, o bien estando en dicha lista no cumplen con los criterios de ingreso.
[24] Report of the Commissioner of the Environment and Sustainable Development to the House of Commons. Canada, 1998. En: Kennett. 1999.

En particular resulta problemático obtener información de los efectos de proyectos previos, ya sea porque no existen programas de monitoreo, o porque los resultados de dichos programas no se encuentran disponibles para los actores del proceso de evaluación ambiental. Más aun, los proponentes no tienen acceso a información confidencial sobre las operaciones y planes de sus competidores y otros negocios, que es necesaria para realizar una evaluación integral de los efectos acumulativos.

- *Dificultades en la determinación de criterios para evaluar los efectos acumulativos, ya que ellos muchas veces significan el establecimiento de límites o umbrales para la explotación de recursos naturales o intervención de ecosistemas, contra los cuales se comparan los impactos esperados producto del proyecto, cuestión que evidentemente escapa a los objetivos y alcances de la evaluación ambiental de proyectos y que tiene ribetes más bien políticos.*
  Efectivamente, en los casos en que no existen límites o umbrales, los proponentes y las autoridades se enfrentan a una situación en la cual no existe un punto de referencia que permita establecer la significancia del impacto. Ello resulta particularmente complejo, puesto que el procedimiento de evaluación ambiental no es la instancia idónea para tomar decisiones de política pública, en particular sobre las prioridades en el uso de suelo, o en la asignación para el uso de recursos naturales. Como bien se señala, "la pesadilla de cada proponente es ver a su proyecto involucrado en un conflicto más amplio sobre uso de suelo o recursos naturales y otros temas generales de política pública" (Kenneth, 1999).
- *Insuficiencia de instrumentos de gestión disponibles que permitan el adecuado manejo de los efectos acumulativos. En efecto, la inclusión de los efectos acumulativos únicamente dentro de la evaluación ambiental propicia un desarrollo proyecto a proyecto, que no permite realizar una adecuada planificación o selección de las mejores o más eficientes alternativas. Por ejemplo, podrían existir barreras de entrada para el ingreso de nuevos proyectos económicamente eficientes y ambientalmente amigables debido a la existencia de proyectos antiguos ya aprobados que no permitan la entrada de nuevos proyectos bajo el supuesto de sobreexplotación de recursos naturales o situación de saturación. Visto de otra forma, es posible que la más efectiva medida de mitigación de un efecto acumulativo sea intervenir en las actividades de un proyecto distinto al que se encuentra en evaluación, lo cual requerirá del consentimiento del tercero*[25].

Los cuatro problemas anteriores son calificados por el citado autor como "estructurales" porque son inherentes al diseño y operación del procedimiento de evaluación ambiental de proyectos, y no pueden ser resueltos con las herramientas disponibles dentro del denominado "paradigma convencional", cuestión en la cual coincidimos y que es también

[25] Esta situación se habría dado vía reclamación en el caso del proyecto "Central Termoeléctrica Punta Alcalde", el cual, rechazado en la instancia regional, fue reclamado por Endesa, acogiendo parcialmente el Comité de Ministros dicha reclamación mediante la aprobación del proyecto, pero condicionándolo a nuevas exigencias para asegurar una reducción de emisiones en el Valle del Huasco. Entre ellas se encuentra la de incorporar un precipitador electrostático en la chimenea de CAP, para que dicha compañía reduzca también sus emisiones en dicho valle, contribuyendo así "acumulativamente" a reducir las emisiones en el valle.

aplicable a la situación chilena, como veremos a continuación a través del análisis de un caso de estudio.

Por último, Kennett (1999) concluye que, de no trascender de la evaluación ambiental a nivel de proyecto para el manejo de los efectos acumulativos, no solo seguirá existiendo un déficit en el tratamiento de dichos impactos, sino que también continuará generándose un estrés inaceptable en el proceso de evaluación ambiental, lo cual pone en riesgo tanto al medio ambiente como al procedimiento de evaluación ambiental. Asimismo, recalca que una evaluación de impacto ambiental sumida en temas de efectos acumulativos con los que no puede lidiar es probable que se convierta en un desincentivo importante para la actividad económica, imponiendo así costos directos a la economía del país.

De forma complementaria, existen otros autores que relevan problemáticas muy similares. Un ejemplo adicional se puede encontrar en Cooper & Sheate (2004), quienes relevan las siguientes limitaciones:

- Los efectos acumulativos pueden ocurrir en distintas escalas: sub-regional, regional, nacional e incluso transfronteriza[26]. En cambio, la escala que se utiliza en la evaluación ambiental de proyectos es preferentemente local.
- Una evaluación a nivel de proyecto difícilmente puede abordar de forma efectiva la degradación gradual producto de distintas actividades y presiones, y la interacción de múltiples proyectos, planes y políticas en el tiempo.
- La capacidad de un proponente en el marco del SEIA para identificar, obtener y evaluar información de otros proyectos (incluyes que no ingresan al SEIA) puede estar seriamente limitada, sin que ello dependa del él. En este sentido, las autoridades a cargo del desarrollo de otros instrumentos están en una mejor posición, y pueden disponer o generar la información de línea de base necesaria (caso de las normas secundarias de calidad ambiental).
- La mitigación de los efectos acumulativos puede requerir de un ámbito de acción mayor al del proyecto específico y el grado de responsabilidad de un proponente en su mitigación no resulta claro. En cambio, otros instrumentos de mayor jerarquía pueden contribuir a tomar decisiones respecto de las acciones de mitigación, estableciendo los roles y responsabilidades de los distintos actores involucrados (caso de los planes de prevención y descontaminación).
- El diseño de otros instrumentos ofrece la posibilidad de identificar y prever anticipadamente los efectos acumulativos, ya que ello se realiza en las etapas tempranas de la planificación (Evaluación Ambiental Estratégica).

ii) Rol de otros instrumentos en la EGIA

Como ya se ha indicado, es preciso reconocer que la ocurrencia de efectos acumulativos es consecuencia de la contribución de múltiples proyectos o actividades. En atención a ello es que algunos han señalado que, para la gestión y mitigación de los impactos

[26] Para ahondar en las limitaciones del SEIA para lidiar con impactos transfronterizos se sugiere revisar el instructivo establecido por e SEA en relación con dicha materia.

acumulativos, también se requieren soluciones "acumulativas" (Thervivel & Ross, 2007; Canter & Ross, 2010; Canter, 2015), en el sentido que deben estar compuestas por diversas medidas que tienen que ser aplicadas por la gran variedad de actores que contribuyen a la generación de un impacto en el territorio.

En la guía del IFC (IFC, 2013) se recalca que en la mayoría de los casos no es posible para un solo proyecto prevenir o evitar que los impactos acumulativos de múltiples proyectos resulten en una condición inaceptable en el estado final del medio ambiente, y por lo tanto usualmente la única opción para manejar los impactos acumulativos asociados a múltiples proyectos recae en la implementación de medidas de gestión colaborativas y de carácter regional.

Estas soluciones acumulativas o colaborativas van más allá del alcance permitido comúnmente en el marco de la evaluación ambiental de un proyecto, pudiendo ser necesaria la aplicación de múltiples instrumentos de gestión, tanto a nivel estratégico (nacional, regional y comunal) como a nivel de proyecto (local). Estos se pueden desarrollar en la esfera del primer orden, estableciendo las bases y principios fundamentales que rigen la organización y funcionamiento del Estado chileno (instrumentos legales y normativos de mayor jerarquía en el sistema jurídico). Existen también instrumentos de segundo orden, que tienen como objetivo desarrollar y detallar las disposiciones generales establecidas en la Constitución y las leyes orgánicas, y se presentan como normas legales y reglamentos. Y, por último, se encuentran los instrumentos de tercer orden que hacen referencia a regulaciones y disposiciones administrativas de menor jerarquía, emitidas por organismos y entidades gubernamentales para proporcionar más detalle en cuando a la aplicación de políticas públicas, leyes y reglamentos. A continuación, se presenta una compilación de los instrumentos de gestión general existentes a nivel nacional:

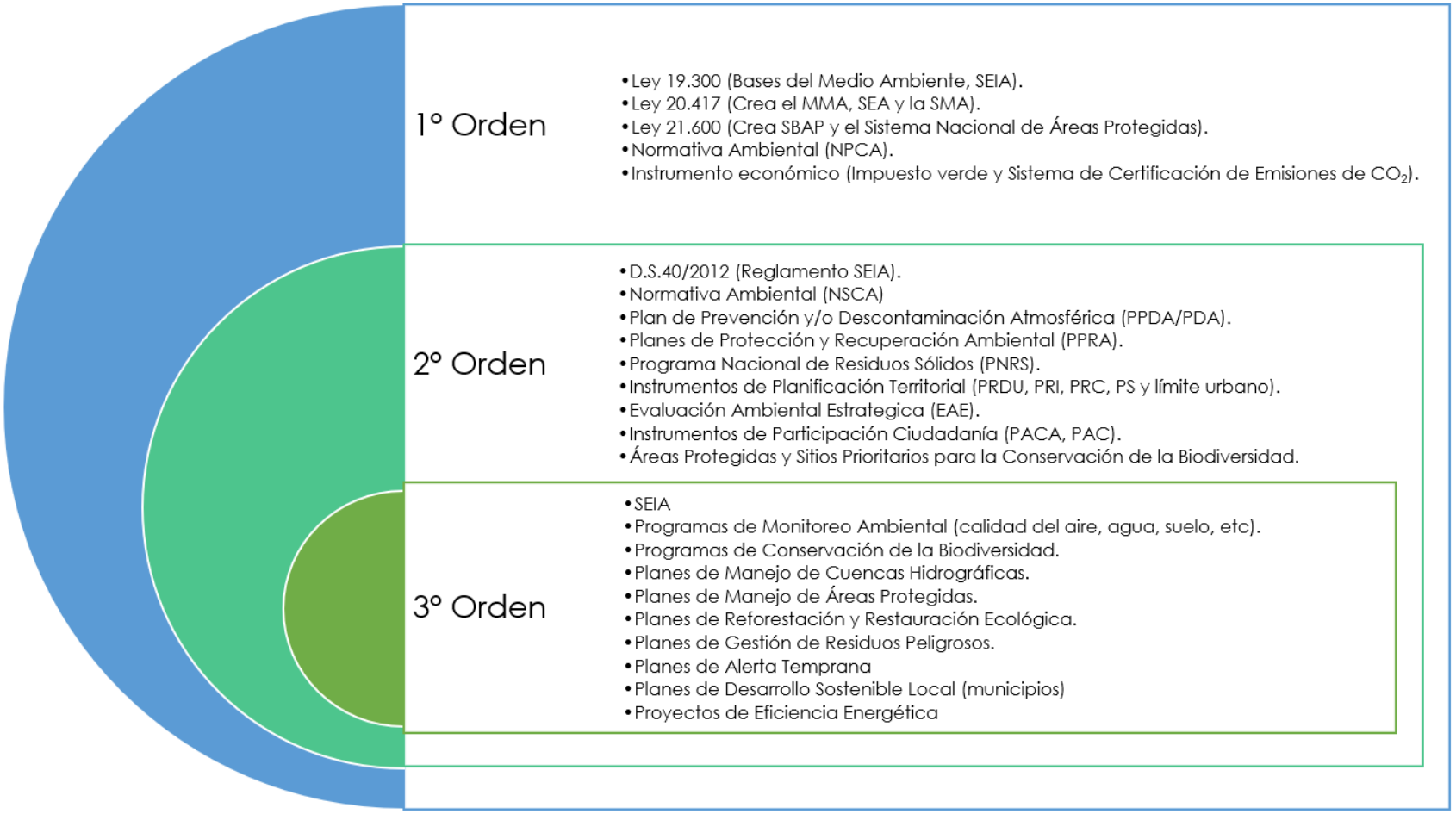
Figura 3-11. Instrumentos de Gestión General en Chile

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al ámbito ambiental, destacan múltiples instrumentos esenciales para la gestión y protección del medio ambiente, los cuales se resumen en la Figura 3-12.

Cabe destacar que la gestión ambiental en Chile es un campo en constante evolución, y el gobierno continúa desarrollando políticas y regulaciones para promover la sostenibilidad y la protección del medio ambiente en el país, por lo que el listado entregado es dinámico.

Figura 3-12. Instrumentos de Gestión Ambiental en Chile

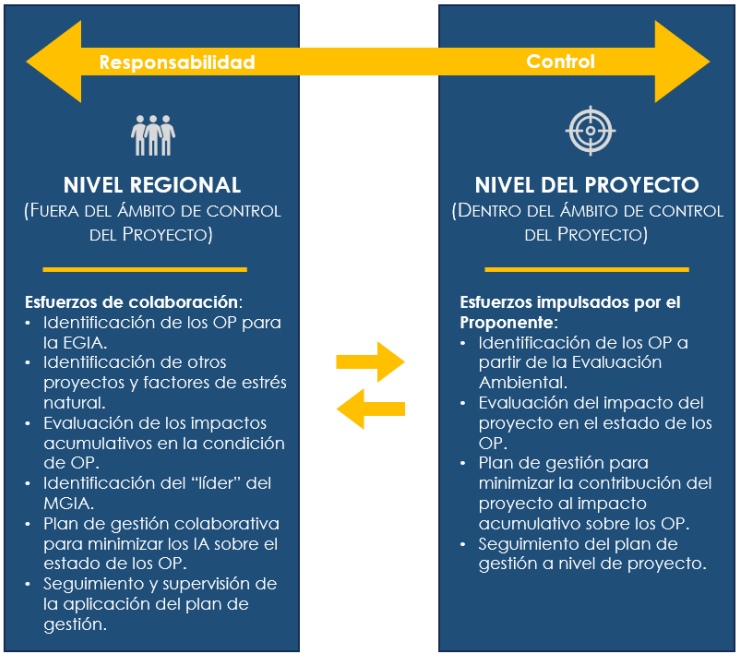


Fuente: Elaboración propia.

Si bien puede existir claridad en cuanto a otros instrumentos que puedan ser utilizados para gestionar los impactos acumulativos, la forma de hacerlo y los límites entre distintos instrumentos, no resulta tan evidente. De hecho, existe una discusión sobre la forma más efectiva para la gestión de los impactos acumulativos. Algunos dicen que debiera realizarse íntegramente por medio de instrumentos de carácter estratégico (en Cooper & Sheate (2004) se pueden encontrar diversas referencias a autores que sostienen esta visión), mientras que otros abogan por una gestión integrada y colaborativa, que abarque tanto en los instrumentos estratégicos como en la evaluación ambiental de proyectos (Cooper & Sheate, 2004; Therviel & Ross, 2007; Noble, 2010; Seitz et al., 2011).

Esta última posición es la que parece tomar más fuerza y se traduce, en términos generales, en la siguiente estrategia. La evaluación a nivel estratégico permite identificar y predecir la ocurrencia de impactos acumulativos, junto con establecer su significancia y definir un umbral o nivel de tolerancia. Con ello se pueden establecer reglas generales que apliquen para una amplia gama de actores en el territorio, y que en conjunto permitan mitigar los impactos y mantenerlos dentro de los niveles planificados. A su vez, la evaluación de proyectos debe estar ligada de forma vinculante al marco definido a nivel estratégico, de tal forma que permita la aplicación de las reglas y el seguimiento en el tiempo, lo cual debe ser informado a su vez al nivel estratégico, en donde se deberá integrar toda la información para evaluar el desempeño de las estrategias adoptadas, y adaptarlas en caso de ser necesario. A continuación, en la Figura 3-13, se muestra un esquema conceptual que permite visualizar los principales elementos de dicha estrategia:

Figura 3-13. Instrumentos de Gestión Ambiental en Chile



Fuente: Adaptación a partir de Guía Práctica para la EGIA en América Latina y El Caribe (BIB, 2023).

Tal como fue relevado por Walker e Irarrázabal (2016), en el contexto nacional existe una seria limitación para aplicar dicha estrategia, por cuanto existe una carencia de los instrumentos complementarios al SEIA para los fines requeridos. Por ejemplo, existe una deuda histórica respecto de desarrollo del Ordenamiento Territorial en Chile, la cobertura a nivel nacional de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental (recursos hídricos) es muy limitada, y la Evaluación Ambiental Estratégica ha sido utilizada con poca frecuencia. Si bien esta situación no es una razón para obviar la evaluación de los IA en el SEIA, debe reconocerse que, ante la ausencia de instrumentos complementarios de primer y segundo orden, el ejercicio que se realice en la evaluación de proyectos presentará limitaciones para abordar el problema de forma integral, las cuales son inherentes a la capacidad del instrumento.

Por otra parte, puede suceder que pese a la existencia de instrumentos que permitan abordan aspectos ambientales a nivel estratégico y local, dichos instrumentos no se encuentren correctamente articulados e integrados entre sí, lo cual dificulte la evaluación y gestión de impactos ambientales, sobre todo de aquellos clasificados como acumulativos, pues su correcto manejo requiere de la coordinación y colaboración de múltiples actores en concreción de un mismo objetivo.

En tal caso, el desafío consiste en diseñar una estrategia que "conecte" la evaluación de proyectos con dichos instrumentos, permitiendo un flujo de información y retroalimentación entre ambos. Si bien este planteamiento general puede ser aplicado transversalmente, a la hora de establecer mecanismos para una gestión prácticas deberá hacer un análisis caso a caso, considerando la naturaleza del componente objetivo, de los impactos a evaluar, y las características y regulación del o los instrumentos de segundo orden involucrados.

3.1.5.7 Consideraciones sobre el seguimiento ambiental

Al igual que en la evaluación ambiental tradicional, el objetivo del seguimiento ambiental consiste en determinar si las medidas establecidas son apropiadas para la gestión de los efectos ambientales y verificar la calidad de las predicciones realizadas durante la evaluación de los impactos (Banco Mundial, 2012; Renewable UK, 2013; CEAA, 2018).

De acuerdo con Renewable UK (2013), existen dos vías generales para establecer un programa de seguimiento:

1. En respuesta al cumplimiento de las condiciones de la respectiva autorización (RCA) de un proyecto.
2. Monitoreo e investigación de impactos ambientales más amplios, que no es necesariamente responsabilidad del titular del proyecto, y que puede llevarse a cabo en colaboración con una serie de otros actores.

Respecto del primer punto, puede entenderse que la responsabilidad de un proyecto en específico debe basarse en la contribución a los impactos ambientales acumulativos derivada de las acciones del proyecto, en el entendimiento de que no sería razonable para un único titular monitorear los efectos causados por todos los demás proyectos o acciones (Banco Mundial, 2012).

Dado lo anterior, resulta de suma importancia tener claridad de los objetivos del programa de seguimiento, el cual debe ser apropiado y proporcional a la magnitud de los impactos predichos.

Por otra parte, el la Guía IFC (2013) señala en que la implementación de medidas de gestión mancomunadas que promuevan la colaboración regional para la gestión de impactos acumulativos (por ejemplo, el asegurarse que los planes de monitoreo del proyecto se adecúen a programas de monitoreo regional, si existen), sin duda contribuye a reducir el riesgo de que, en la medida que avanza el desarrollo regional, sea necesario implementar medidas adicionales y no anticipadas de gestión, o que éstas sean impuestas por las autoridades.

Resulta interesante mencionar el ejemplo del Salar de Atacama discutido en Walker e Irarrázabal (2016), en el cual dos titulares deben realizar el monitoreo de los mismos objetos de protección sensibles. Según señalan los autores "se debe tener presente que los objetos de protección ambiental que se buscan resguardar pueden ser susceptibles de ser afectados por los distintos proyectos que se emplazan o emplazarán en sus cercanías. Ello implica que cada proponente o titular deberá realizar estudios en los sectores que podrían verse afectados, generándose así una multiplicidad de estudios, que se traduce en una inversión redundante de recursos para el monitoreo de ellos, y en una intervención innecesaria que podría por sí misma ser un impacto no despreciable". De forma posterior a dicho estudio se generó una restricción de acceso a los sitios de monitoreo por parte de las comunidades, bajo la misma premisa de que existía una intervención excesiva del sector para fines de monitoreo.

Existe otro caso interesante de destacar en la bahía de Mejillones, donde se emplazan siete centrales termoeléctricas que tiene planes de seguimiento ambiental sobre los mismos objetos de protección (medio marino).

Al analizar los planes se seguimiento y sus resultados es posible advertir las siguientes situaciones (análisis no exhaustivo):

- En el PSA de la Central Atacama se definió un punto de control en una zona alejada, en la cual no existían actividades en su entorno. Años después se aprobó la Central Kelar, que se ubica frente a la estación de control de Central Atacama. Bajo este nuevo escenario la estación de control pierde su representatividad como "control" (ver Figura 3-14). ¿En qué condición queda el PSA original al perder su estación control?
- Al comparar los informes de seguimiento reportados a la SMA correspondientes al primer trimestre del año 2017, se observa que la Central Angamos y la Central Cochrane reportan varias estaciones de monitoreo comunes (ver Figura 3-14), con fechas de monitoreo muy cercanas y algunas idénticas (diferencias de pocos minutos), y con los mismos equipos técnicos encargados. ¿Cuál es el valor agregado de esta duplicidad?

Figura 3-14. Planes de Seguimiento de las centrales termoeléctricas en la Bahía de Mejillones

Fuente: Elaboración propia en base a información pública (SMA)

Figura 3-15. Planes de Seguimiento de las centrales termoeléctricas en la Bahía de Mejillones

Fuente: Elaboración propia en base a información pública (SMA)

Considerando los dos casos de estudio presentados, queda en evidencia que un monitoreo de impactos acumulativos acotado a nivel de proyectos puede llevar no solo a limitaciones, sino que también a generar efectos contraproducentes, así como también a ineficiencias y pérdidas de recursos.

Ahora bien, deben distinguirse dos escenarios. El primero es cuando la evaluación de un proyecto en particular no realiza un buen levantamiento territorial, y en particular de los otros proyectos con RCA (requisito establecido en el RSEIA), generando un plan de seguimiento que no se articula bien y puede presentar los problemas ya mencionados. El segundo caso se da cuando un proyecto propone un plan se seguimiento adecuado para su situación (y la del entorno) al momento de su evaluación, pero que por la evolución del territorio y sus actores pierde efectividad o se desvirtúa en el tiempo27, no siendo su responsabilidad directa.

En esta línea, Franks et al. (2010) proponen considerar un seguimiento multi-actor:

> *Los impactos acumulativos a menudo se extienden más allá la ubicación geográfica de una operación y pueden contribuir a los sistemas ya afectados por otras operaciones, industrias y actividades. Por tanto, el seguimiento de las actividades de una sola operación puede resultar insuficiente. Debido a las limitaciones de muestreo y metodología, la agregación de datos operaciones individuales tampoco suele ofrecer una imagen completa.*
>
> *El seguimiento regional y multi-actor puede ayudar a abordar los impactos acumulativos de múltiples acciones. En varias jurisdicciones se han adoptado programas de monitoreo regionales y colaborativos para abordar aspectos de interés y preocupación de las partes interesadas. Tanto el gobierno como la industria pueden jugar un rol importante en la coordinación, gestión y financiamiento de estas iniciativas.*

Esto representa ciertamente un desafío a la luz de la práctica habitual del SEIA, tanto a nivel de procedimientos como de gobernanza de la información. Sin embargo, la evidencia es clara respecto de la necesidad de avanzar en esta línea.

3.1.5.8 Análisis de la Aplicabilidad del Manejo Adaptativo y Gestión de la Incertidumbre en el Diseño, Gestión y Seguimiento de Medidas Ambientales

El manejo adaptativo puede ser una herramienta especialmente útil orientada al diseño, gestión y seguimiento de medidas orientadas a la gestión de los IA, brindando un enfoque flexible y proactivo. De hecho, en las metodologías generales ya revisadas en el numeral 3.4 del presente Informe, es frecuente que se incorpore explícitamente, lo cual consta especialmente en las tres metodologías analizadas con mayor detalle (ver Tabla 3-1). Tal como se indica en la "Guía Práctica para la Evaluación y Gestión de Impactos Acumulativos en América Latina y El Caribe" (BID Invest, 2023):

> *"Ante sistemas ambientales dinámicos y en constante cambio cuyo comportamiento no es posible entender en el tiempo que ha sido destinado para la evaluación ambiental, o cuando al momento de efectuar este proceso no se dispone de*

[27] Debe considerarse que la modificación del plan de seguimiento de una RCA no es una tarea sencilla, y no existen mecanismos específicos para facilitar su evolución a la par de la evolución del territorio y las variables ambientales sobre las que actúa.

la información básica requerida para efectuar de manera confiable una buena predicción de impactos y una adecuada formulación de medidas de manejo, un enfoque de manejo ambiental adaptativo puede ser una opción válida para eliminar la incertidumbre que la falta de información o de conocimiento de los sistemas puede generar.

Esta forma de manejo ambiental se alimenta del monitoreo continuo de los resultados parciales que generan las acciones de manejo para, a través de un proceso iterativo de mejora continua, irlas ajustando a lo largo del tiempo, con el fin de contrarrestar las incertidumbres inducidas en el proceso de predicción y obtener los resultados que se buscan".

En esencia, el concepto del manejo adaptativo apunta cambiar el paradigma desde "predecir – mitigar - implementar" hacia "predecir – mitigar – implementar – monitorear – adaptarse" (CEQ,1997). Se centra en aprender a medida que se avanza y ajustar las estrategias de gestión en función de la información y el conocimiento adquiridos.

En Canter & Atkinson (2010) se identifican algunos de los factores de incertidumbre que dan origen a la necesidad de implementar este tipo de estrategias:

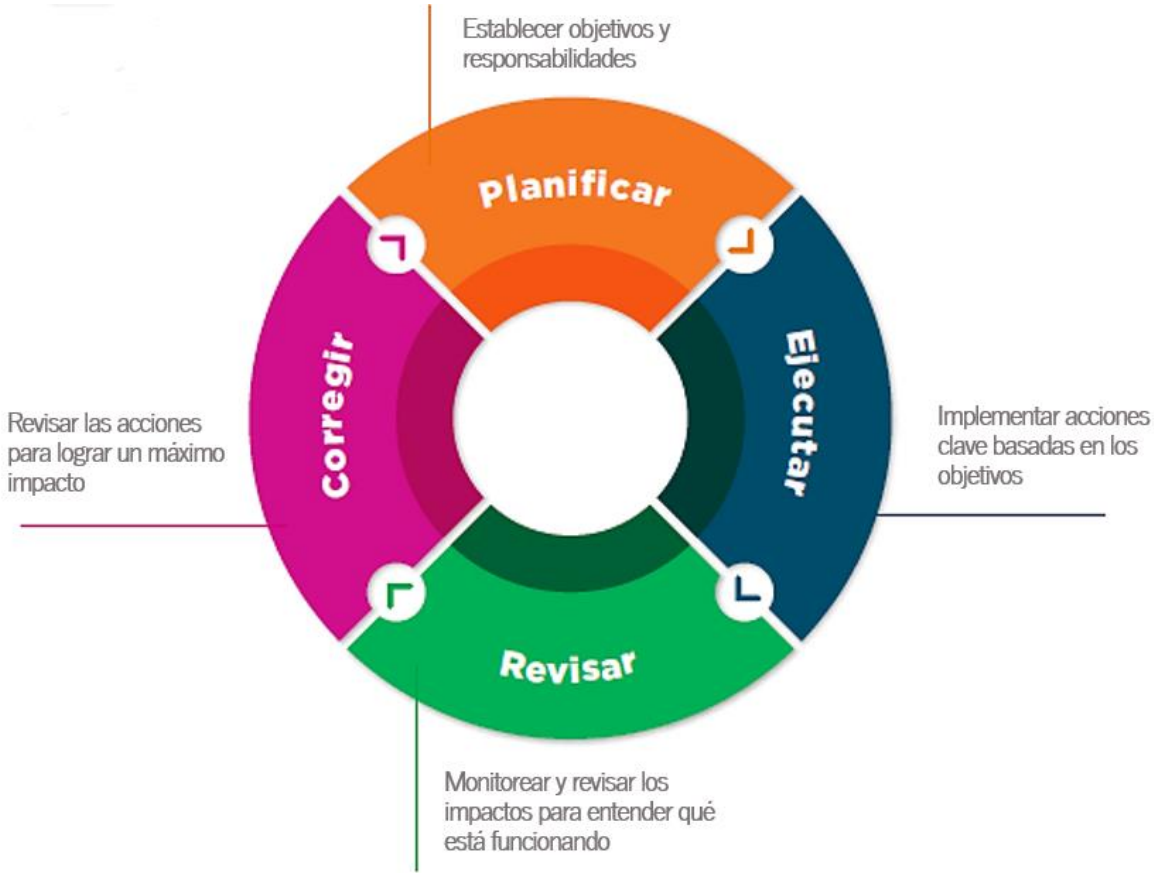
- Identificación de futuros cambios en el funcionamiento y gestión del proyecto.
- Recopilación de información detallada sobre las acciones futuras razonablemente previsibles
- Características de los efectos acumulativos resultantes sobre los componentes ambientales.
- Umbrales específicos definidos y sostenibilidad de los componentes ambientales.
- Efectividad de las medidas de mitigación implementadas.

Para ello los autores proponen una serie de etapas que se enuncian a continuación:

1. Revisión periódica del cumplimiento de los objetivos definidos.
2. Contar con un modelo del sistema objeto de evaluación.
3. Definir un paquete de alternativas de gestión.
4. Monitoreo y evaluación de resultados.
5. Mecanismos para incorporar el aprendizaje en las decisiones futuras.
6. Contar con una estructura colaborativa para que los distintos actores participen y aprendan.

Una buena conceptualización de todo lo anterior puede encontrarse en (BID Invest, 2023), la cual se reproduce en la figura a continuación:

Figura 3-16. Esquema de Gestión Adaptativa en la EGIA



Fuente: Adaptación a partir de BID Invest (2023).

La implementación de estas etapas representa ciertamente un desafío en la gestión del SEIA; y requiere una adaptación de manera previa a su aplicación, considerando el contexto nacional y la existencia de otros instrumentos de gestión ambiental que podrían vincularse.

En este ámbito, la rigidez que tienen las RCA en nuestro ordenamiento se plantea como una limitación importante. Si bien el artículo 25 quinquies de la Ley 19.300 establece un procedimiento para la revisión de la RCA, éste no resulta lo suficientemente fluido y adecuado para permitir las adaptaciones que requiere una estrategia de manejo adaptativo al seguimiento ambiental de medidas asociadas a potenciales impactos acumulativos. Para ello, lo que se propone es un cambio de enfoque: en vez de buscar flexibilizar las RCAs, se debe buscar incluir mecanismos flexibles dentro de las RCA.

Existe experiencia muy valiosa en el marco de la evaluación ambiental, en donde se han incorporado desde hace más de dos décadas los Planes de Alerta Temprana (PAT) como una herramienta de gestión ambiental en proyectos donde el recurso hidrogeológico es

esencial para el sustento de ecosistemas dependientes. Su objetivo es la mantención de las variables ambientales dentro de lo proyectado y aprobado ambientalmente. Para ello se establecen umbrales y acciones preventivas, orientadas a impedir que se supere el impacto evaluado y aprobado en la RCA, asegurando la no afectación de los objetos de protección. Si bien, un PAT debe quedar establecido íntegramente durante la evaluación ambiental, en sí mismo un instrumento flexible que permite un manejo adaptativo en base a distintos niveles y alternativas. La metodología de este tipo de plan fue publicada por el SEA en el capítulo 6 de la Guía "Criterio de Evaluación en el SEIA: Contenidos técnicos para la evaluación ambiental del recurso hídrico" (2022).

Conforme a lo anterior, los pasos metodológicos de esta herramienta podrían ser una solución viable por adoptar en el manejo adaptativo requerido para gestionar los impactos acumulativos, en especial considerando el nivel de incertidumbre que éstos representan al manifestarse, debido a la variedad de factores que indicen en su comportamiento.

Cabe señalar que, si bien los PAT actualmente son aplicables de manera exclusiva al subcomponente ambiental "Aguas Subterráneas", la lógica metodológica puede ser plenamente aplicable a otras componentes ambientales, con los necesarios ajustes y consideraciones propias de un ciclo de manejo adaptativo:

1. Identificación de indicadores y umbrales clave
2. Desarrollo de sistemas de monitoreo
3. Evaluación y análisis de datos
4. Comunicación y alerta temprana
5. Respuesta y gestión adaptativa
6. Evaluación continua y retroalimentación

Finalmente, es posible concluir que esta herramienta puede llegar a brindar flexibilidad al proceso de seguimiento de variables críticas, lo cual resulta crucial para una gestión oportuna y eficiente en el manejo de impactos acumulativos en el marco del SEIA, independiente de su naturaleza y dependencia espacial/temporal respecto al territorio en donde se manifiestan.

3.2 OBJETIVO ESPECÍFICO 2

3.2.1 *IDENTIFICACIÓN DE IAS A NIVEL NACIONAL E INTERNACIONAL PARA LOS OP AGUA, AIRE, SUELO, FLORA, FAUNA, ECOSISTEMAS Y SALUD DE LA POBLACIÓN.*

Con el objetivo de identificar los Impactos Acumulativos28 que se pueden generar respecto a los Objetos de Protección agua, aire, suelo, flora, fauna, ecosistemas y salud de la población, se realizó un proceso de selección y sistematización de una serie de documentos de origen nacional e internacional, que cuentan con información potencialmente relevante en cuando a la evaluación de IAS en el marco del SEIA.

El resumen de dichos resultados se presenta a continuación:

3.2.1.1 Listado de Documentos

Los documentos seleccionados de acuerdo con la metodología planteada fueron 237, cuyo origen abarca un listado de proyectos de inversión ingresados al SEIA, las sentencias de revocación de RCA para proyectos destacados en cuanto a IAS, un listado de publicaciones científicas internacionales, las guías y los criterios técnicos de evaluación de impactos en el marco del SEIA publicadas por el SEA, las presentaciones expuestas por los países que componen la Red Latinoamericana de Sistemas de Evaluación de Impacto Ambiental (REDLASEIA) y, por último, un compilado de manuales y guías que explican cómo se ha estado abordando la evaluación y gestión de impactos acumulativos a nivel internacional durante las últimas décadas.

En la Tabla 3-5 se detalla la cantidad de antecedentes revisados por cada tipo de documento; así como también aquellos que cuentan con información relevante para el objetivo de esta consultoría.

Tabla 3-5. Resumen de listado de documentos revisados

N°	Tipo Documento	N° Documentos revisados	N° Documentos con información relevante para evaluación de IAS	N° Anexo
1	Proyecto SEIA	140	28	Anexo 1
2	Sentencias revocadas SEA	3	3	Anexo 2
3	Publicaciones científicas	65	48	Anexo 3
4	Guías y Criterios Técnicos SEIA	13	13	Anexo 4
5	Experiencia REDLASEIA	8	5	Anexo 5
6	Manuales y Guías Internacionales	11	8	Anexo 6
Total		237	102	-

Fuente: Elaboración propia.

[28] En el entendido que un impacto sinérgico es un tipo de impacto acumulativo (Informe Final OE1), en adelante se hará mención solamente al término "Impacto Acumulativo".

Los antecedentes revisados por cada tipo de documento, éste se presenta en los Anexos 1 al 6, según el detalle especificado en el listado de Anexos (página iii).

3.2.1.2 Impactos acumulativos según Tipo de Documento

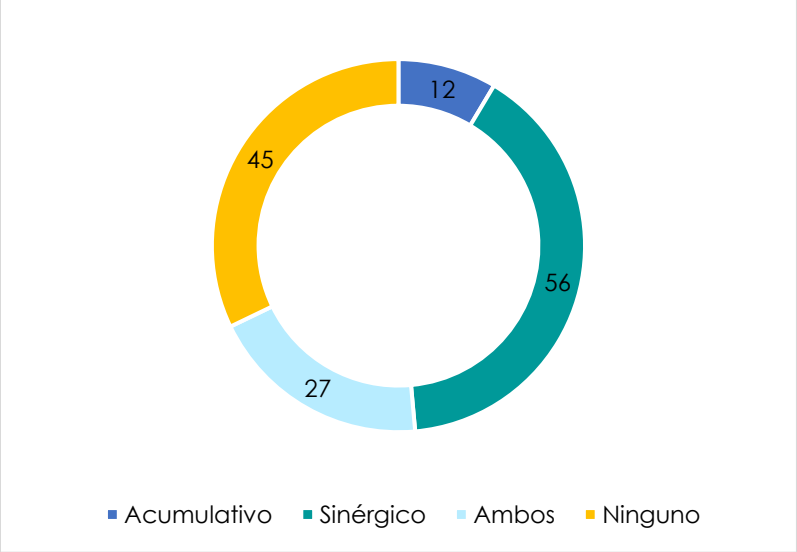
3.2.1.2.1 Proyectos SEIA

En base a los criterios metodológicos establecidos en el acápite 2.1, se seleccionaron, sistematizaron y analizaron 140 proyectos, correspondientes a 56 EIAs y 84 DIAs.

De dicha revisión se destacan los siguientes aspectos generales:

- En el expediente de evaluación de 12 proyectos se reconocen únicamente impactos acumulativos; mientras que en 56 se reconocen únicamente impactos sinérgicos. Adicionalmente, en 27 se mencionan ambos conceptos. Por lo tanto, un total de 95 expedientes presentan alguna mención a impactos acumulativos y/o sinérgicos; por el contrario, 45 proyectos no mencionan dichos impactos en ninguna sección de su evaluación ambiental.

Figura 3-17. Mención de impactos acumulativos

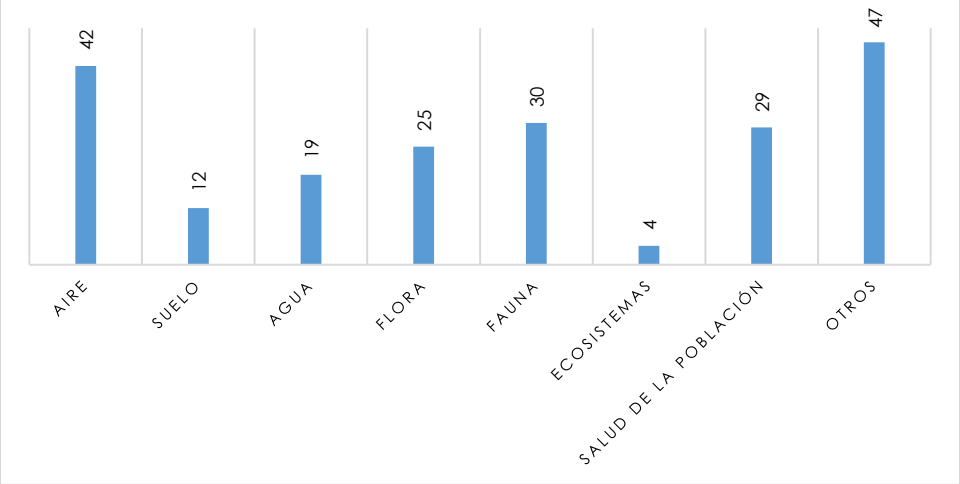


Fuente: Elaboración propia.

- De un total de 95 proyectos que abordan los impactos acumulativos en su evaluación ambiental, 47 corresponden a DIA y 48 a EIA.
- En 42 expedientes los referidos impactos se relacionan con el objeto de protección "aire", en 12 con "suelo", en 19 con "agua", en 25 con "flora", en 30 con "fauna", en 4 con "ecosistemas" y en 29 con "salud de la población". En complemento, en 47 expedientes los impactos identificados hacen referencia a "otros" objetos de protección, como paisaje, turismo, medio humano, vialidad, etc. Se hace presente que

en la mayoría de los expedientes en que se aborda el tema, se incluye una o más componentes ambientales.

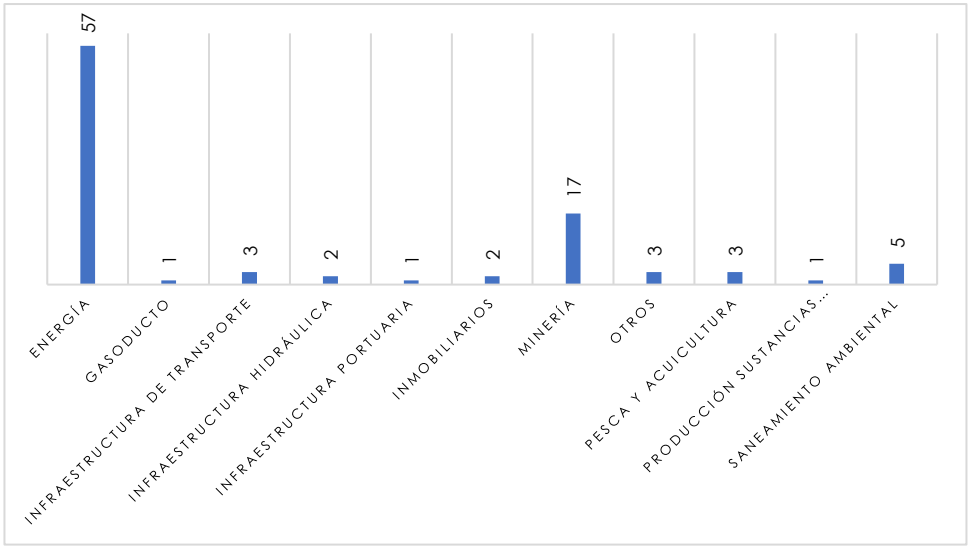
Figura 3-18. Proyectos con mención de impactos acumulativos según Objeto de Protección



Fuente: Elaboración propia.

- Las tipologías involucradas que mencionan impactos acumulativos corresponden en su gran mayoría a proyectos de Energía (57), Minería (17) y Saneamiento Ambiental (5).

Figura 3-19. Proyectos con mención de impactos acumulativos según Tipología

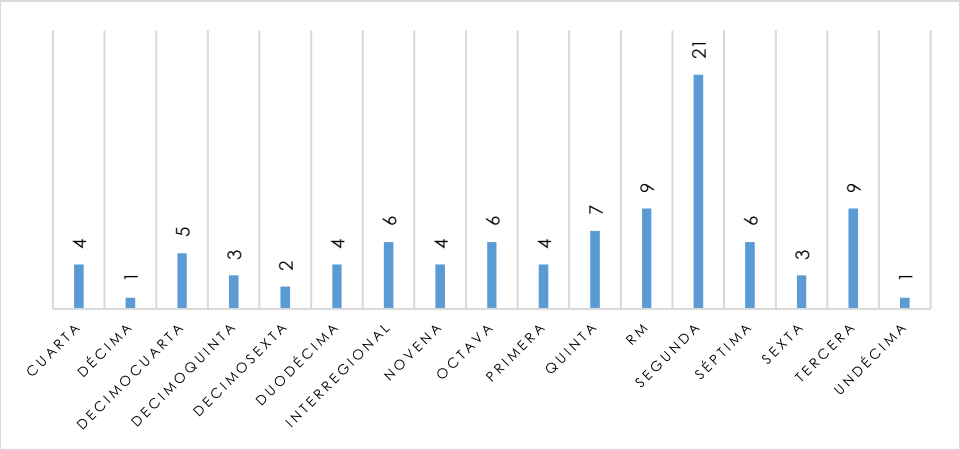


Fuente: Elaboración propia.

- Administrativamente, las regiones en donde más se aborda esta temática durante la evaluación ambiental de los proyectos corresponden a la II Región de

Antofagasta (21), Región Metropolitana (9), III Región de Atacama (9) y V Región de Valparaíso (7).

Figura 3-20. Proyectos con mención de impactos acumulativos según Región Administrativa



Fuente: Elaboración propia.

- De la totalidad de proyectos de Pesca y Acuicultura (salmónidos) seleccionados, la gran mayoría no presenta análisis de impactos acumulativos (96%). Misma situación ocurre con los proyectos de saneamiento ambiental (70,6%) e inmobiliarios (66,6%).

- De los 95 expedientes indicados, en 67 se realiza una aproximación "básica" al tema, mientras que en 28 se realiza una aproximación "avanzada" que presenta información relevante para la evaluación de impactos acumulativos.

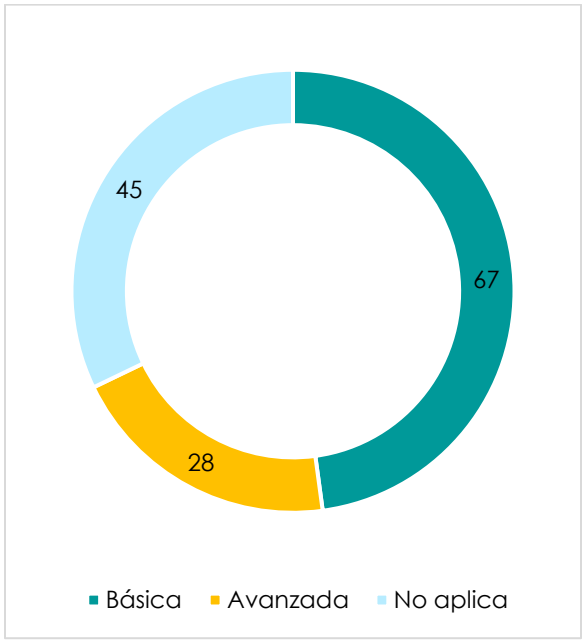
    - Una aproximación básica consiste en abordar la acumulación y/o sinergia solo como una variable dentro del polinomio utilizado para la "Evaluación de impactos ambientales" tradicionalmente aplicada en el marco del SEIA (Matriz de Conesa, 1997).
    - Una aproximación avanzada consiste en analizar el capítulo de "Proyectos con RCA", en donde mediante la aplicación de un buffer, se seleccionan aquellos proyectos con RCA cercanos para rescatar sus principales factores generadores de impactos. El buffer se define de acuerdo con criterio profesional, no obstante, la información rescatada no presenta mayor análisis en cuanto a la interacción de impactos entre proyectos. En este caso, 16 proyectos de inversión realizaron dicho ejercicio a lo largo de su evaluación ambiental en el SEIA.
      Otra forma de aproximación avanzada es mediante la aplicación de metodologías adicionales, complementarias a la evaluación de aquellos impactos ambientales previamente detectados como acumulativos o sinérgicos a través del capítulo "Predicción y evaluación de impactos" y/o "Proyectos con RCA". Respecto a lo anterior, posterior a la aplicación de buffers entorno al proyecto en

evaluación para detectar otros proyectos con RCA vigentes, se analizan y valorizan los impactos acumulativos mediante la superposición de Áreas de Influencia de la o las componentes ambientales afectadas por el conjunto de proyectos involucrados. Respecto a dicho análisis, 7 proyectos de inversión realizaron dicho ejercicio a lo largo de su evaluación ambiental en el SEIA, ya sea por iniciativa propia o por solicitud de la autoridad dentro del mismo proceso de evaluación. En cuanto a lo anterior, destacan los siguientes proyectos:

- ✓ Parque Eólico San Matías, DIA aprobada el 15 de noviembre de 2021.
- ✓ Parque Eólico Don Álvaro, DIA aprobada el 05 de junio de 2023.
- ✓ Parque Fotovoltaico Libélula, EIA aprobado el 10 de noviembre de 2023.
- ✓ Parque Solar Fotovoltaico Don Darío, EIA presentado el 21 de abril de 2022 y actualmente en proceso de elaboración de Adenda Complementaria.
- ✓ Ajustes operacionales y ambientales en la Central San Isidro, DIA presentada el 19 de mayo de 2022, actualmente a la espera de emisión del ICE.
- ✓ Parque Eólico Los Alpes, DIA presentada el 22 de julio de 2022 y actualmente en proceso de elaboración de Adenda Complementaria.
- ✓ Parque Eólico Pampa Fidelia, DIA aprobada el 16 de octubre de 2023.

Por otra parte, 45 de los proyectos tras la revisión completa de su expediente ambiental, terminaron siendo descartados por no abordar los impactos acumulativos en ninguno de sus documentos.

Figura 3-21. Tipo de abordaje metodológico en proyectos analizados



Fuente: Elaboración propia.

- De los 56 EIA, en 41 de ellos se abordan los impactos acumulativos a través del capítulo "Predicción y evaluación del impacto ambiental del proyecto o actividad", como parte de sus criterios básicos de análisis de magnitud.
- De las 84 DIA, en 14 de ellas se abordan los impactos acumulativos mediante el capítulo de "Antecedentes que justifiquen la inexistencia de aquellos efectos, características o circunstancias del artículo 11 de la Ley", como parte de sus criterios básicos de análisis de magnitud.
- De los 140 proyectos, en 35 de ellos se abordan los impactos acumulativos en Adenda, debido a su exigencia por parte de la autoridad en el ICSARA (6 EIA y 29 DIA). Cabe destacar que en 14 de ellos se realizó un análisis básico y, finalmente, se concluyó el proceso de evaluación sin reconocer ningún tipo de impactos acumulativos.

Los resultados detallados de la revisión pueden ser consultados en el Anexo 1.

3.2.1.2.2 Sentencias revocadas SEA

En base a los criterios metodológicos establecidos en el acápite 2.1, se analizaron 3 sentencias asociadas a la revocación de RCA en proyectos de inversión.

PARQUE EÓLICO VERGARA - SENTENCIA CS ROL N° 13.923-2021 DEL 14/11/2022

El Parque Eólico Vergara pretende emplazarse en tres predios particulares, con una superficie de 154,4 hectáreas en total y 11,06 hectáreas a intervenir, ubicados en la comuna de Renaico, Provincia de Malleco, Región de La Araucanía. Según la Resolución de Calificación Ambiental N°450/18 (en adelante, "RCA 450"), contempla la instalación de nueve aerogeneradores de 4,2 MW de potencia individual, instalados en estructuras soportantes a 200 metros de altura, incluyendo la pala, además de la construcción de un edificio de control, un punto limpio, caminos internos y una subestación interna.

En el Considerando N°9 de la sentencia se expresa lo medular en cuanto los aspectos relacionados con los efectos sinérgicos, lo cual se reproduce a continuación (se agrega énfasis):

> (…) en cuanto a la procedencia y necesidad de haber evaluado los **efectos sinérgicos** que el "Parque Eólico Vergara" producirá junto a otros proyectos cercanos de igual naturaleza, el propio titular ha reconocido que alrededor del emprendimiento evaluado existen ocho parques de similares características, cuyos antecedentes bibliográficos analizó a la hora de levantar información para la **caracterización de la avifauna y quirópteros**.
>
> En ese contexto, si bien el inciso final del literal f) del artículo 18 del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental incluye como parte del contenido mínimo de los Estudios de Impacto Ambiental la consideración de los impactos sinérgicos del proyecto a evaluar, lo cierto es que tal precepto **no excluye, en caso alguno, la posibilidad que ese aspecto forme parte del contenido de las**

Declaraciones de Impacto Ambiental, en la medida que el efecto sinérgico pueda derivar en un impacto significativo en algún componente ambiental.

Tan claro es lo afirmado, que el literal b.7 del artículo 19 del mencionado Reglamento incluye, como contenido mínimo de las Declaraciones de Impacto Ambiental, **"cualquier otra información ambiental que el titular estime pertinente", cláusula abierta que hace responsable al interesado por la suficiencia del contenido** del instrumento a evaluar por el Servicio, debiendo acompañar, según el inciso primero del mencionado artículo 19, "todos los antecedentes que permitan al órgano competente evaluar si su impacto ambiental se ajusta a las normas ambientales vigentes".

Ahora bien, en el caso concreto de que se trata, el efecto sinérgico provocado por el nuevo parque eólico resulta evidente, pues ante igual número de especies, individuos y desplazamientos, **la suma de nueve aerogeneradores a los ya existentes en los ocho parques circundantes naturalmente incrementará el riesgo de colisión de la avifauna y quirópteros con alguno de aquellos aparatos**, relación que exigía que el efecto antes mencionado fuese declarado y evaluado, no bastando para ello la simple referencia y adición de antecedentes históricos elaborados con ocasión de la evaluación ambiental pretérita de sus pares.

Este considerando aclara la necesidad de incorporar el análisis de efectos "sinérgicos" para Declaraciones de Impacto Ambiental. En el presente caso, la componente ambiental corresponde a avifauna, siendo los impactos sujetos de acumulación la "Pérdida de individuos por colisión con infraestructura".

CES CLARENCE 4 - SENTENCIA 3ER TA ROL R-6-2022 DEL 23/03/2023

El Proyecto "Clarence 4" consiste en el traslado del sitio "Aracena 12" con una "fracción y totalidad" del sitio "Escondida", y su relocalización en el sector de Seno Dineley, Isla Clarence, en la Reserva Nacional Kawésqar. En cuanto a sus características técnicas generales, considera una producción máxima de 7.900 ton por ciclo productivo, más infraestructura de 24 balsas jaula de 40x40x20 m, un pontón para 26 personas, con oficina, bodegas, estanque de agua, sistema de ensilaje, planta desalinizadora, planta de tratamiento de aguas servidas y generadores de electricidad, siendo servido logísticamente por vía marítima.

En el Considerando N°57 y siguientes de la sentencia se expresa lo medular en cuanto los aspectos relacionados con los efectos sinérgicos, lo cual se reproduce a continuación (se agrega énfasis):

> (…) considerando que se han presentado a evaluación otros centros de engorda de salmones con características similares al proyecto Clarence 4, a juicio del tribunal, el SEA Regional debió hacer exigible la evaluación del **efecto sinérgico que podría existir entre estos proyectos en sus distintas fases, en relación, al menos, a los**

impactos aludidos por los organismos públicos con competencia ambiental que advirtieron de esta situación, es decir, aquellos que podrían producirse respecto de los ecosistemas protegidos al interior de la RNK, y sobre el paisaje y el turismo. Esto, sobre todo, atendida la relevancia ambiental de la información relativa al efecto sinérgico, ya que **es indispensable para descartar los impactos del art. 11 de la Ley N°19.300**, en el escenario más adverso posible.

(…) estando el SEA en conocimiento de los proyectos que admite en el SEIA y los que se encuentran en tramitación y, velando por la integridad de la evaluación ambiental, debe tener la capacidad de atender al cúmulo de información que consta en sus registros, advirtiendo los **proyectos que, ingresándose al sistema de forma paralela o sucesiva, comparten determinadas características de relevancia ambiental como son, entre otros, la tipología, los impactos que potencialmente pueden generar, y que además se ubiquen en un área en que ha evaluado y/o autorizado previamente proyectos del mismo titular**; todo ello con la finalidad de detectar oportunamente si se pueden producir impactos sinérgicos o un fraccionamiento de proyectos.

(…) no procedía esperar a la dictación de la resolución de calificación ambiental de uno de ellos, para considerar el análisis de impactos de éste en la tramitación del proceso de evaluación del siguiente proyecto en tramitación. Esto, puesto que, contrario a lo que indica el informe de autos, se debe tener presente que **la evaluación de impactos sinérgicos resulta también aplicable en el caso de las DIA, por cuanto -como se dijo previamente-, es necesaria para descartar los efectos del art. 11 de la ley N° 19.300 en el escenario más adverso posible**.

Como se puede apreciar, se reitera la aplicación del análisis de efectos "sinérgicos" para Declaraciones de Impacto Ambiental. En el presente caso las componentes ambientales corresponden a ecosistemas protegidos al interior de la Reserva Nacional Kawésqar, paisaje y el turismo, siendo los impactos sujetos de acumulación aquellos que se relacionan con la interacción de Centros de Engorda de Salmones, específicamente en cuando a las "Rutas de navegación" que son comunes (superposición de áreas de influencia). Se destaca el hecho de que los proyectos correspondían a la misma tipología y compartían similares características y localización.

CES ENSENADA COLO COLO - SENTENCIA 3ER TA ROL R-24-2022 DEL 19/07/2023

El Proyecto consiste en la instalación y operación de un Centro de Cultivo de Salmónidos, ubicado en Ensenada Colo Colo, al Este de Punta Riquelme, Isla Riesco, en la Reserva Nacional Kawésqar. En cuanto a sus características técnicas generales, el proyecto considera una producción máxima de 2.936 toneladas por ciclo productivo, más infraestructura de 18 balsas jaulas de 40x40x15 m, un pontón para 21 personas, con oficina, bodegas, sistema de ensilaje, planta desalinizadora, planta de tratamiento de aguas servidas y generadores de electricidad, siendo todos servidos logísticamente por vía marítima.

En la sentencia se expresan ciertos aspectos relacionados con los efectos sinérgicos, lo cual se reproduce a continuación (se agrega énfasis):

> (…) cuando la **evaluación se realiza a través de una DIA**, el titular debe proporcionar información suficiente para **descartar los efectos del art. 11** de la misma ley, considerando para ello la condición ambiental más desfavorable, lo cual, como ha razonado previamente este Tribunal, necesariamente incluye la **ejecución conjunta de otros proyectos que se ubiquen en las cercanías, con la finalidad de advertir la existencia de interacciones entre sus obras, partes y acciones, las respectivas áreas de influencia y la posibilidad de que los impactos ambientales de cada uno de ellos se acumulen o potencien entre sí** (Tercer Tribunal Ambiental, sentencias en causas roles R-5-2020; R-16-2021 (acumulada R-17-2021); R-6-2022 (acumulada R-7-2022); y R-40-2022 (acumulada R-41-2022).
>
> (…) es posible concluir que no hubo una adecuada determinación y justificación del área de influencia del Proyecto, respecto del valor paisajístico y del medio marino, en lo relativo a la no incorporación de las **rutas de navegación** y la estimación de la **dispersión de contaminantes**.

Lo anterior, a juicio del Tribunal, exige que el SEA lleve a cabo la evaluación de los eventuales impactos sinérgicos que se generen al considerar la ejecución conjunta del Proyecto con otros centros de engorda de salmones respecto de los cuales se estima que podría existir una superposición, al menos parcial, de las respectivas áreas de influencia.

Como puede apreciarse, se reitera la aplicación del análisis de efectos "sinérgicos" para Declaraciones de Impacto Ambiental, lo cual se enfatiza por medio de la inclusión de distintas sentencias que han sido consistentes. Se mencionan ciertos elementos conceptuales como las "interacciones" entre las obras, partes, acciones, áreas de influencia, y la posibilidad de que los impactos se acumulen (referencia a impactos acumulativos) o potencien entre sí (referencia a impactos sinérgicos). En el presente caso, las componentes ambientales corresponden a valor paisajístico y medio marino, siendo los impactos sujetos de acumulación aquellos que se relacionan con las "Rutas de navegación" y la "Dispersión de contaminantes".

3.2.1.2.3 Publicaciones científicas

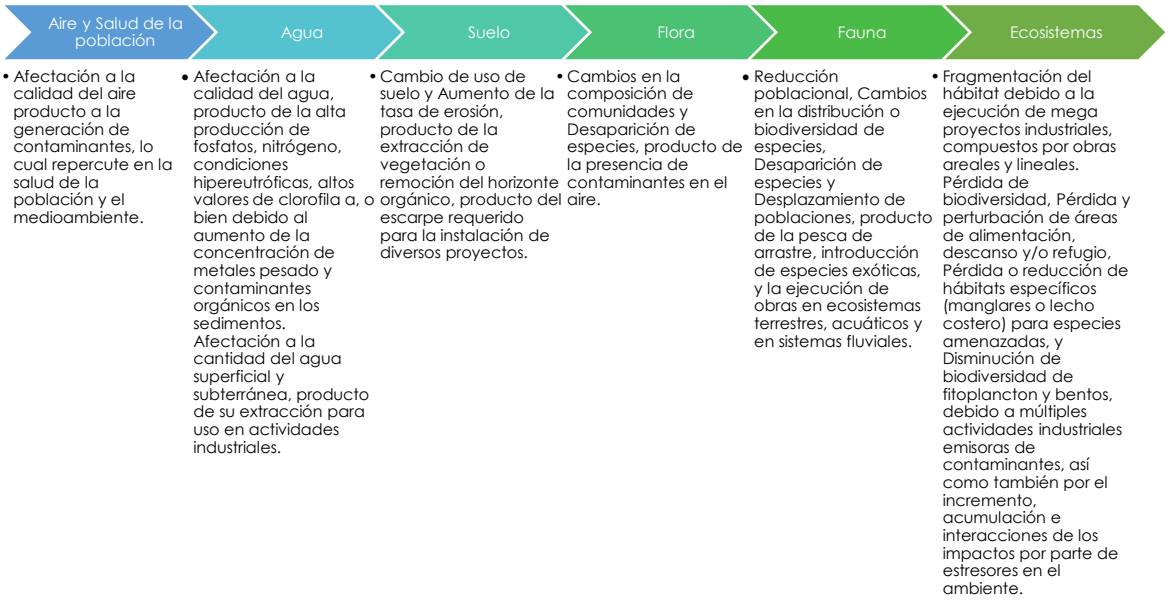
En base a los criterios metodológicos establecidos en el acápite 2.1, se seleccionaron 65 publicaciones científicas, las cuales fueron sistematizados a fin de identificar si cuentan con información relevante para la evaluación y gestión de impactos acumulativos. Como resultado se obtuvo que 45 publicaciones científicas presentan información de utilidad para el ejercicio de esta consultoría, por lo cual fueron estudiadas con mayor profundidad.

A partir de los antecedentes recopilados en las 45 publicaciones científicas, se puede observar el siguiente resumen:

- En 24 se identifican explícitamente impactos acumulativos asociados a alguna componente ambiental en particular.
- En 28 se realiza un abordaje metodológico para la evaluación de impactos acumulativos, ya sea a nivel estratégico o local.
- En 27 se identifican criterios de evaluación de impactos acumulativos, ya sean cuantitativos o cualitativos.
- En 17 se identifican criterios para la definición de límites espaciales de impactos acumulativos.
- En 12 se identifican criterios para la definición de límites temporales de impactos acumulativos.
- En 23 se reconoce la necesidad de instrumentos de primer y segundo orden que permitan gestionar los impactos acumulativos en el territorio a nivel estratégico, estableciendo regulación para los múltiples actores involucrados.
- En 10 se identifican medidas ambientales propuestas para mitigar o gestionar impactos acumulativos.
- En 19 se identifican criterios de manejo adaptativo vinculados a planes de seguimiento, reconociendo variables críticas determinantes para el comportamiento de un impacto acumulativo en el tiempo.

En cuanto a los resultados asociados a la Identificación de Impactos Acumulativos, se reconocen los siguientes impactos acumulativos para los distintos objetos de protección de interés:

Figura 3-22. Impactos acumulativos identificados



Fuente: Elaboración propia, a partir del Listado de Documentos sistematizado (Anexo 7)

En cuanto a las metodologías de evaluación identificadas en las diversas publicaciones analizadas, destacan las siguientes propuestas concretas:

- Utilizando información a partir de datos extraídos de estaciones de monitoreo meteorológico y de calidad aire, se realizan modelaciones de dispersión de gases atmosféricos contaminantes para determinar su calidad basal respecto a un territorio en particular (CALPUFF y AERMOD para contaminantes primarios y, WRF-Chem, CAMx y CMAQ para contaminantes secundarios). Por su parte, el impacto acumulado generado por la ejecución de uno o múltiples proyectos en un territorio se analiza a partir de sus inventarios de emisiones, que contempla las distintas fuentes generadoras de emisiones. Esta metodología cuantitativa se aplica en análisis de impactos acumulativos en Aire.
- Utilizando modelos hidrológicos o hidrogeológicos con análisis espaciales y contrastes temporales. Esta metodología cuantitativa y cualitativa se aplica en análisis de impactos acumulativos en Agua.
- Utilizando un enfoque multisensorial y multitemporal (análisis de capas espectrales). Esta metodología cuantitativa y cualitativa se aplica en análisis de impactos acumulativos en Suelo.
- Utilizando información biogeográfica como la distribución de especies y presiones, modelos de dinámica poblacional. El análisis considera los siguientes elementos: Actividades a ejecutar por uno o varios proyectos, Presión que ejercen dichas

actividades sobre las componentes ambientales a afectar, y Respuesta de dichas componentes ante la afectación. Se realiza una evaluación de riesgo ambiental contemplando aspectos como la exposición, el efecto, el impacto, siempre considerando el nivel de confiabilidad de las fuentes a partir de las cuales se extraen datos de análisis. Esta metodología cuantitativa, que puede contemplar análisis de escenarios, es útil para análisis de impactos acumulativos en biodiversidad (Flora, Fauna y Ecosistemas).

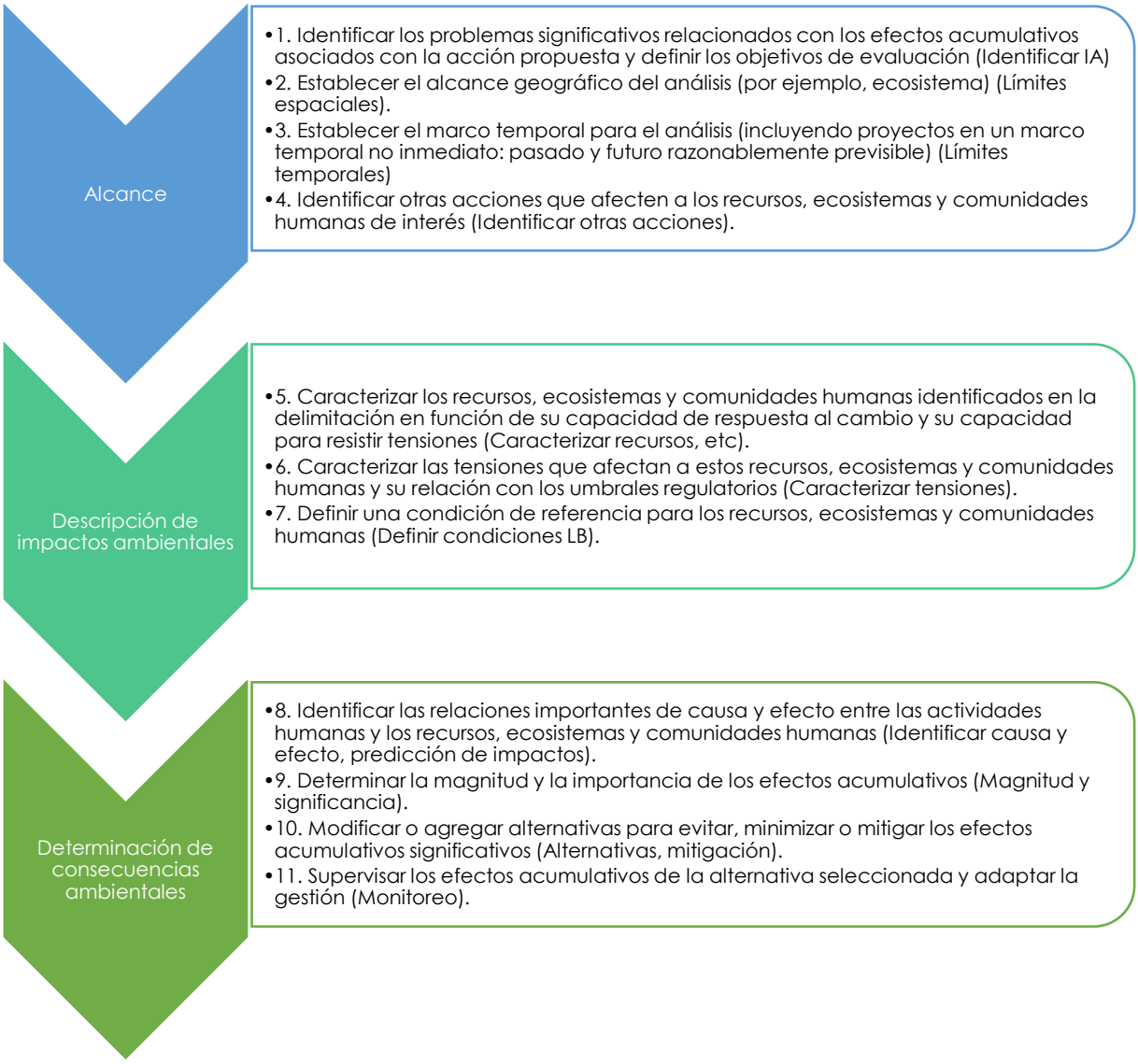
- Utilizando la modelación de nicho ecológico, que contempla un análisis de superposición para identificar áreas idóneas para las especies en relación con la ubicación de proyectos. En complemento se aplica un diagrama conceptual de red para identificar cómo las actividades de un proyecto pueden ejercer una presión exógena (impacto) a través del cambio de uso y cobertura de suelo, lo cual altera la ecología de los hábitats existentes. Finalmente, se realizan observaciones en terreno para validar aspectos topográficos del nicho ambiental modelado. Esta metodología cuantitativa se aplica en análisis de impactos acumulativos en biodiversidad (Flora, Fauna y Ecosistemas).

A modo general, se releva que las metodologías a aplicar varían por componente ambiental y dependen en gran parte del contexto ambiental, la ubicación, el tamaño, la duración y la tipología del proyecto. Por último, se destaca que las metodologías a aplicar también dependen de la información disponible para el análisis de impactos ambientales, así como también del nivel de confiabilidad y variabilidad de los datos a analizar.

Cabe destacar que algunas publicaciones científicas también hacen mención a metodologías específicas de evaluación de impactos acumulativos respecto a la gestión del recurso hídrico como la establecida por el Water Frame Directive (WFD 2000/60/EC), o bien metodologías de enfoque general, aplicables a cualquier componente ambiental, como la propuesta por Council on Environmental Quality (CEQ, 1997), compuesta por 11 pasos, los cuales se presentan en la Figura 3-23.

Destaca a su vez el uso de sistemas de información geográfica (SIG), ya que funcionan como herramientas fundamentales para el análisis de escenarios territoriales debido a su capacidad para integrar, almacenar, analizar y visualizar datos geoespaciales, mediante el análisis espacial y la modelación de escenarios futuros. Los resultados generados por este tipo de herramientas pueden contribuir a la toma de decisiones informada, a la gestión efectiva de recursos, a la planificación del territorio, a la evaluación de riesgos y vulnerabilidades, así como también al seguimiento de variables críticas para una mejor gestión de los impactos acumulativos.

Figura 3-23. Pasos metodológicos propuestos por CEQ (1997)



Fuente: Elaboración propia.

Respecto a las variables criticas o relevantes, se destaca que estas varían según el objeto de protección y el tipo de impacto acumulativo generado respecto al mismo. A continuación, se indican las variables mencionadas por objeto de protección:

Figura 3-24. Variables identificadas para la evaluación de impactos acumulativos

Fuente: Elaboración propia, a partir del Listado de Documentos sistematizado (Anexo 7)

A nivel general, se destaca que existen variables o criterios relevantes aplicables a todos los objetos de protección, dentro de los cuales se identifica la magnitud del impacto, determinada por la extensión espacial, duración, frecuencia, reversibilidad, importancia y el nivel de incertidumbre. Cobra relevancia también la capacidad de recuperación del sistema una vez que el impacto deja de manifestarse. Cabe señalar que todos estos criterios ya son considerados a nivel de proyecto como parte de la metodología utilizada para la evaluación de impactos ambientales en el marco del SEIA.

En líneas generales, se destaca la abundancia de información disponible, aunque se evidencia una falta de coherencia debido a la diversidad de objetivos, contextos y niveles jerárquicos que la originan. Este panorama plantea un desafío significativo al momento de establecer criterios y metodologías de referencia.

Respecto al establecimiento de límites espaciales para los impactos acumulativos, en los resultados se identifican criterios generales que dependen del tipo de impacto y la escala de análisis requerida para el proyecto o actividad, identificando los siguientes resultados:

- Área de afectación del proyecto/actividad (Área de influencia).
- Buffer respecto al área de influencia.
- Límites administrativos locales (comunal o hasta regional).
- Límites naturales (formación vegetacional, ámbito de hogar, cuenca, subcuenca o sub-subcuenca hidrográfica).

Cabe destacar que los límites de los impactos acumulativos pueden variar según el contexto y la región geográfica, y que la evaluación de los impactos acumulativos puede ser un proceso complejo y multifacético que requiere la integración de múltiples disciplinas y enfoques. En general, se recomienda que los límites espaciales sean definidos cuidadosamente, a fin de garantizar que se abarquen todos los impactos relevantes para el análisis.

Respecto al establecimiento de límites temporales para los impactos acumulativos, los resultados relevan los siguientes criterios:

- Vida útil del proyecto o duración de una actividad.
- Periodo en el cual se manifiestan los impactos acumulativos, lo cual puede trascender a la vida útil del proyecto (Ej: Planes de seguimiento ambiental posteriores a la fase de cierre).

En cuanto a la necesidad de una evaluación y gestión de impactos acumulativos a nivel estratégico, complementaria a aquella a realizar a nivel de proyecto, se relevan los siguientes aspectos:

- La gestión de impactos acumulativos a nivel estratégico se centra en mejorar el marco de planificación y regulación para facilitar la aprobación de proyectos de inversión. Ejemplos internacionales, como la Ley Nacional de Política Ambiental de EE. UU. (NEPA, 1970) y la Ley de Evaluación Ambiental en Canadá (CEAA, 2012), destacan la importancia de esta evaluación.
- Los procesos parlamentarios y de planificación establecen un marco con objetivos y umbrales de gestión de recursos, así como medidas de asignación de recursos. Se destaca la necesidad de revisar proyectos dentro de este marco, abordando criterios como calidad del aire, agua, suelo y población de fauna.
- Tanto el seguimiento o monitoreo dirigido por Titulares como por el gobierno son esenciales, requiriendo compatibilidad y alineación entre programas y escalas. El monitoreo para los distintos objetos de protección debe ser multisectorial y multiactor, con ejemplos internacionales como el Canadian Environmental Effects Monitoring Program (EEM) y la Iniciativa canadiense Development of The Healthy River Ecosystem Assessment System (THREATS).
- La accesibilidad de datos de monitoreo mediante requisitos legislativos claros es crucial, apuntando a que estén disponibles para los usuarios finales y en formatos accesibles. La cooperación multisectorial, el intercambio de datos y sistemas de monitoreo sólidos fortalecen la capacidad de gestionar impactos acumulativos.
- En la investigación continua, se destaca la importancia de explorar las prácticas de toma de decisiones y la creación de procesos y herramientas para facilitar el uso de datos e información sobre efectos acumulativos en diversas escalas espaciales y de planificación.
- La inversión a largo plazo en ciencia y tecnología se enfoca en variables relevantes y en cerrar brechas de datos. Se destaca la necesidad de enfoques regionales y mejoras en las capacidades de información y monitoreo, abordando deficiencias institucionales.
- Se propone un enfoque bidireccional con tres sistemas de monitoreo: distribuido (donde el monitoreo se delega a diferentes programas y organizaciones externas), "ventanilla única" (el monitoreo es realizado por una sola agencia interna con el propósito de informar la gestión y la toma de decisiones regulatorias) y un sistema

independiente basado en ciencia de la evaluación de impactos acumulativos y la comprensión de relaciones causales.
Aplicar un enfoque híbrido permite aprovechar las fortalezas de estos sistemas.

En cuanto a los antecedentes recopilados respecto al seguimiento ambiental para hacer frente a los impactos acumulativos generados por un conjunto de proyectos/actividades, a fin de mitigar los efectos o neutralizarlos de manera oportuna, destacan los siguientes aspectos:

- Identificación de Indicadores Prioritarios: Se requiere identificar los indicadores prioritarios para los recursos naturales que sean sensibles a cambios y útiles en diferentes contextos organizativos y regulatorios.
- Monitoreo continuo: Se requiere la utilización de programas de monitoreo continuo para evaluar la condición y variabilidad de los Objetos de Protección. En complemento, se requiere la implementación de sistemas que permitan detectar cambios tempranos en variables relevantes.
- Mejora en el diseño de estudios: Se requiere la realización de estudios con mejores diseños espaciotemporales, a fin de comprender las complejas interacciones entre presiones, alteraciones e impactos biológicos.
- Integración de datos: Se recomienda el desarrollo de modelos y programas que integren resultados de diferentes variables críticas o relevantes. En la misma línea, se recomienda la introducción de estándares y pautas para mejorar la compatibilidad entre fuentes de datos existentes.
- Evaluación de Eficacia y Eficiencia: Una evaluación periódica de la eficacia y eficiencia de los programas de Evaluación de Impacto Ambiental. La dificultad de evaluación de dicha eficacia se reduce en la medida que las perspectivas y tipos de resultados esperados son claros.
- Conexión entre Actores y Programas: Se recomienda promover una conexión efectiva entre los programas de monitoreo dirigidos por distintos actores para mejorar la transferibilidad de datos y respaldar decisiones regulatorias.
- Enfoque iterativo en la toma de decisiones: Se debe adoptar un enfoque iterativo para la toma de decisiones, permitiendo ajustes de medidas que permita recopilar nueva información, en línea con el objetivo del seguimiento. Asimismo, se recomienda utilizar la gestión adaptativa y el "aprendizaje sistémico" para reajustar decisiones a lo largo del tiempo.
- Participación comunitaria: Se reconoce la importancia del monitoreo comunitario para evaluar y ajustar medidas de mitigación, ya que considerar la participación ciudadana garantiza transparencia y permite considerar diversas perspectivas e inquietudes de la comunidad.

En resumen, el manejo adaptativo se beneficia de la identificación de indicadores prioritarios, de un monitoreo continuo, la mejora en el diseño de estudios, la integración efectiva de datos, la evaluación constante de la eficacia y eficiencia, la conexión entre actores y

programas, un enfoque iterativo en la toma de decisiones y la participación comunitaria para abordar los desafíos de los impactos ambientales acumulativos.

3.2.1.2.4 Guías y Criterios Técnicos publicados por el SEA

En base a los criterios metodológicos establecidos en el acápite 2.1, se seleccionaron 10 documentos elaborados por el SEA, las cuales establecen los criterios técnicos y metodológicos para la evaluación de impactos ambientales en diferentes tipos de proyectos, incluyendo la evaluación de impactos acumulativos y sinérgicos. Estos fueron sistematizados a fin de identificar cuáles son las precisiones y aportes de cada una, en línea con la evaluación y gestión de impactos acumulativos a nivel de proyectos. A continuación, se destacan y precisar los principales lineamiento y criterios en cuanto a esta temática:

Guía para la descripción del Área de Influencia en el SEIA (Primera Edición, 2017)

Para la identificación de impactos y la determinación preliminar del AI según elementos del medio ambiente, se debe considerar la interacción entre las partes, obras y acciones del proyecto y la descripción básica o somera de los elementos del medio ambiente receptores de impactos. Lo anterior permite determinar y justificar en términos espaciales el área de influencia, para lo cual se deben tener en consideración múltiples criterios, los cuales dan cuenta que este proceso es iterativo y progresivo, en tanto la representación espacial del AI puede variar en consistencia con los resultados de la evaluación de impactos. **Este procedimiento aplica para todo tipo de impactos, ya sean de carácter acumulativo o no**.

Los resultados se representan en una cartografía que permita visualizar la AI para cada componente del medio ambiente y sus singularidades, es decir, delimitar la superficie hasta donde se presentar impactos respecto a los objetos de protección.

Guía para la evaluación ambiental del riesgo de la salud de la población (Segunda Edición, 2023)

Para la predicción y evaluación de impactos se deben considerar las RCA vigentes de otros proyectos que no hayan sido ejecutados y que se encuentren dentro del área de influencia, para efectos de la evaluación de impactos acumulativos y sinérgicos. Esta evaluación resulta exigible tanto para el caso de un Estudio de Impacto Ambiental (Artículo 18° del RSEIA) como una Declaración de Impacto Ambiental (Artículo 12 bis de la Ley N°19.300), a fin de demostrar la inexistencia de los efectos, características y circunstancias del artículo 11 de la Ley N°19.300.

En cuanto a la definición conceptual, los efectos o impactos sinérgicos son definidos en el Artículo 2°, letra h) de la Ley N°19.300. Lo anterior también resulta procedente en el marco de lo dispuesto en el artículo 19 del RSEIA, el cual establece que se deberán evaluar los impactos considerando la condición ambiental más desfavorable. Lo anterior, se encuentra respaldado por jurisprudencia ambiental, emitida por del Tercer Tribunal Ambiental, quien señala:

"*(…) es posible prever que habrá* ***superposición de las áreas de influencia de cada proyecto y con ello, que en un mismo espacio geográfico se producirán impactos de más de un proyecto, por lo que la evaluación de la eventual sinergia entre ellos se torna ineludible***" (considerando quincuagésimo segundo); y que ***"(…) la evaluación de impactos sinérgicos resulta también aplicable en el caso de las DIA****, por cuanto —como se dijo previamente—, es necesaria para descartar los efectos del art. 11 de la ley N°19.300 en el escenario más adverso posible*" (tercer Tribunal Ambiental, causa R-16-2021, acumulada R-17-2021, sentencia de fecha 27 de diciembre de 2022, considerando sexagésimo quinto). Por su parte la Corte Suprema ha resuelto que "*En ese contexto, si bien el inciso final del literal f) del artículo 18 del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental incluye como parte del contenido mínimo de los Estudios de Impacto Ambiental la consideración de los impactos sinérgicos del proyecto a evaluar, lo cierto es que tal precepto no excluye, en caso alguno, la posibilidad que ese aspecto forme parte del contenido de las Declaraciones de Impacto Ambiental, en la medida que el efecto sinérgico pueda derivar en un impacto significativo en algún componente ambiental*".

Tan claro es lo afirmado, que el literal b.7 del artículo 19 del mencionado Reglamento incluye, como contenido mínimo de las Declaraciones de Impacto Ambiental, "*cualquier otra información ambiental que el titular estime pertinente*", *cláusula abierta que hace responsable al interesado por la suficiencia del contenido del instrumento a evaluar por el Servicio, debiendo acompañar, según el inciso primero del mencionado artículo 19, "todos los antecedentes que permitan al órgano competente evaluar si su impacto ambiental se ajusta a las normas ambientales vigentes*" (Corte Suprema, causa Rol N°13923-2021, sentencia de fecha 14 de noviembre de 2022, considerando noveno).

En dicho contexto, esta Guía, indica que la evaluación de impactos ambientales debe considerar las normas primarias de calidad ambiental, las cuales establecen umbrales o límites permitidos en la definición de impacto significativo. Esta vinculación es aplicable particularmente al momento de establecer los criterios de significancia de dichos impactos, puesto que puede requerir la definición de umbrales de exposición en relación con la salud de las personas (normas primarias), umbrales de riesgo para la protección o conservación del medio ambiente (normas secundarias), restricciones en el uso del territorio (IPT, IOT, EAE, etc.), entre otros.

En complemento a lo anteriormente indicado, la Guía establece que el análisis de instrumentos de ingreso al SEIA, según normas primarias de calidad ambiental nacional, contempla que la Situación con proyecto es equivalente a la sumatoria de la "Situación sin proyecto + Aporte del proyecto + Aporte de proyectos con RCA".

Guía de evaluación de efectos adversos sobre recursos naturales renovables (Segunda Edición, 2022)

Respecto a la evaluación de impactos ambientales sobre componentes ambientales que pueden generar impactos en la cantidad o calidad de recursos naturales renovables, es necesario identificar todos los impactos que un proyecto o actividad puede generar o presentar sobre la calidad o cantidad de ellos, incluyendo aquellos que se originan por la afectación de otros recursos naturales renovables, considerando además los efectos sinérgicos sobre estos. Lo anterior debido a que para las partes, obras y acciones de un proyecto pueden afectar directa o indirectamente los recursos naturales renovables como Aire, Agua, Suelo y Biota, compuesto por Flora, Fauna y Ecosistemas.

Específicamente en cuento a la combinación o interacción de contaminantes, el inciso 6° del artículo 6° del RSEIA, establece que la evaluación de los efectos sobre recursos naturales renovables debe considerar "*los efectos que genere la combinación y/o interacción conocida de los contaminantes del proyecto o actividad*", lo cual puede generar un efecto acumulativo (efecto equivalente a la suma de efectos aislados) o sinérgico (combinación o interacción simultánea entre efectos). Existe también la posibilidad de potenciación (sustancia sin efecto, aumenta los efectos de otro contaminante) o antagonismo (efecto combinado menor a la suma de efectos individuales independientes).Por último, la Guía hace mención al artículo 2°, letra h) bis, de la Ley N°19.3000, en el cual se define el concepto de "Efecto sinérgico", siendo "*aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varios agentes supone* ***una incidencia ambiental mayor que el efecto suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente***" (énfasis agregado).

Guía para el Uso de Modelos de Calidad del Aire en el SEIA (Segunda Edición, 2023)

La presentación y análisis de los resultados de la modelación debe considerar el efecto acumulado de las incidencias individuales sobre el objeto de protección dentro del área de influencia, con el objeto de evaluar la condición menos favorable al momento de calificar el proyecto o actividad. Dicho análisis se debe evaluar caso a caso, distinguiéndose entre la concentración "medida" y la concentración proveniente del aporte de "otros proyectos".

De todas formas, siempre que sea posible, se debe considerar en el aporte de "otros proyectos" aquellos que coincidan en el área de influencia de calidad del aire y temporalidad del proyecto en evaluación, además que presenten los antecedentes de modelación de calidad del aire.

Criterio de Evaluación en el SEIA: Contenidos técnicos para la Evaluación Ambiental del Recurso Hídrico (Primera Edición, 2022)

El documento sobre Contenidos Técnicos para la Evaluación Ambiental del Recurso Hídrico en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), en la cual se presenta un listado de impactos ambientales y criterios de evaluación para dichos impactos, diferenciando entre agua superficial, agua subterránea y glaciares.

Se destaca la utilización de Planes de Alerta Temprana (PAT) por parte de la Dirección General de Aguas (DGA) como una herramienta de gestión ambiental, especialmente en proyectos donde el recurso hidrogeológico es crucial para ecosistemas dependientes.

El PAT se conceptualiza como una aplicación del Sistema de Alerta (SA) específicamente para la componente hidrogeológica. Su objetivo principal es mantener las variables ambientales dentro de los límites proyectados y aprobados ambientalmente, estableciendo umbrales y acciones preventivas para evitar la afectación de los objetos de protección. Estos planes pueden ser implementados como parte de la gestión de la efectividad de las medidas de mitigación, reparación o compensación, o como compromisos voluntarios para prevenir impactos significativos sobre un objeto de protección.

El contenido mínimo de un PAT en cada fase del proyecto incluye la ubicación de puntos de observación (por ejemplo, pozos) con detalles constructivos, parámetros o variables a monitorear, umbrales límites e intermedios, duración y frecuencia del monitoreo, metodología de medición, un plan de acción que incluye acciones preventivas y un análisis de eficacia del PAT. Además, se establecen consideraciones, como la variabilidad estacional e interanual de las variables, la posibilidad de modificar umbrales intermedios bajo informe técnico presentado ante la SMA, y la necesidad de evaluar cualquier modificación en los umbrales límites durante la evaluación ambiental.

Se distinguen dos tipos de umbrales: límite, que impide la afectación del objeto de protección, e intermedio, que sirve como alerta para activar acciones anticipadas. Las acciones asociadas al PAT buscan corregir comportamientos de variables ambientales cuando difieren negativamente de lo proyectado y aprobado. La activación y desactivación del PAT se configura en función de los requerimientos del objeto de protección y el área donde se ubica, asegurando la eficacia del plan.

Se concluye que el documento proporciona pautas detalladas para la implementación de PAT como una herramienta de manejo adaptativo en la evaluación ambiental del recurso hídrico, ofreciendo criterios específicos y requisitos mínimos para su elaboración y ejecución en distintas fases de un proyecto.

Criterio de Evaluación en el SEIA: Evaluación del efecto sinérgico asociado a impactos por ruido sobre la salud de la población (Primera Edición, 2022)

El SEIA es un instrumento preventivo que busca determinar si los impactos ambientales de un proyecto se ajustan a la normativa ambiental vigente. En este contexto, se destaca la importancia de evaluar no solo los impactos generados por un proyecto en particular, sino también los posibles efectos sinérgicos que podrían surgir de la interacción entre dicho proyecto y otros.

La definición legal de efecto sinérgico, según el artículo 2° letra h) bis de la Ley N° 19.300, se refiere a la incidencia ambiental mayor que resulta de la presencia simultánea de varios agentes, superando la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente, bajo el escenario más desfavorable.

Para la evaluación del efecto sinérgico, el Reglamento del SEIA establece que se deben considerar proyectos o actividades con calificación ambiental vigente, independientemente de si están en operación. Aunque la evaluación de impactos sinérgicos no es un requisito explícito para una Declaración de Impacto Ambiental (DIA), se destaca que el proponente puede realizar este análisis para respaldar la inexistencia de efectos contemplados en el artículo 11 de la Ley N°19.300.

En el caso específico de la evaluación del ruido ambiental generado por un conjunto de proyectos, se prefiere el concepto de "impacto acumulativo" sobre "efecto sinérgico" debido a la naturaleza aditiva del ruido. Aunque la legislación no menciona explícitamente "impacto acumulativo," el artículo 11 ter de la Ley N°19.300 ordena considerar la suma de impactos al modificar un proyecto.

Se establece un criterio técnico para identificar el efecto sinérgico asociado a ruido, considerando el cruce de áreas de influencia y la diferencia de niveles de ruido entre proyectos. Si el proyecto en evaluación está 10 dB(A) o más por debajo de la emisión combinada de los demás proyectos, se descarta la contribución al nivel de ruido en operación sinérgica, excluyendo la generación del efecto sinérgico asociado a impactos por ruido sobre la salud de la población.

En resumen, el documento proporciona directrices claras para la evaluación del efecto sinérgico en proyectos que generan impactos por ruido, destacando la importancia de considerar la interacción con otros proyectos y estableciendo criterios técnicos para la identificación de este efecto sinérgico en el contexto de la evaluación ambiental del SEIA.

En cuanto a los estándares de referencia para la evaluación del efecto sinérgico asociado a impactos por ruido sobre la salud de la población aborda la necesidad de establecer estándares de referencia coherentes con el marco nacional e internacional vigente.

En primer lugar, se destaca que el único estándar ambiental vigente para ruido en Chile es el D.S. N°38/11 MMA, el cual es una norma de emisión aplicable a fuentes de ruido individuales, no a grupos de fuentes. En consecuencia, esta norma no es directamente aplicable al análisis del efecto sinérgico, que se enfoca en la evaluación del medio afectado y no está limitado a la emisión de una fuente específica de ruido. Para abordar este desafío, se indica que se deben utilizar normativas internacionales de referencia, de acuerdo con el artículo 11 del Reglamento del SEIA.

Se señala que esta elección de normativa internacional queda sujeta a la dictación de una Norma Primaria de Calidad para Ruido Ambiental en Chile, que prevalecerá una vez entre en vigencia. En ausencia de esta normativa nacional, se presentan estándares de referencia internacionales, destacando la Ley 7/2010 de Aragón, España. Aunque esta legislación está específicamente dirigida a la comunidad de Aragón, se sugiere que puede ser utilizada para evaluar el efecto sinérgico de las emisiones de ruido en diversos proyectos, desde infraestructura de transporte hasta actividades industriales y de ocio. El proponente debe justificar adecuadamente la elección de esta normativa durante el proceso de evaluación.

En el contexto de la evaluación sinérgica, se insta al titular a considerar los índices de valoración de ruido establecidos por la regulación española (Ld, Le y Ln, según corresponda). Los parámetros son esenciales para cuantificar y evaluar el impacto sinérgico de las emisiones de ruido en proyectos diversos.

En resumen, el documento proporciona orientación sobre la necesidad de utilizar estándares de referencia internacionales para evaluar el efecto sinérgico asociado a impactos por ruido sobre la salud de la población en el marco del SEIA, destacando la importancia de considerar normativas que aborden la complejidad de la evaluación de efectos sinérgicos en este ámbito.

Criterio de Evaluación en el SEIA: Evaluación de impactos por radiación electromagnética en proyectos de transmisión eléctrica (Primera Edición, 2023)

El Criterio de Evaluación en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) para la radiación electromagnética en proyectos de transmisión eléctrica aborda la necesidad de evaluar el efecto sinérgico de proyectos energéticos considerando el aumento en su número y las proyecciones de desarrollo de la industria en todo el país.

En el contexto de la radiación electromagnética, se prefiere el término "impacto acumulativo" sobre "efecto sinérgico" debido a la naturaleza aditiva de los parámetros técnicos relevantes, como el Campo Eléctrico y la Densidad de Flujo Magnético. Aunque la legislación nacional no menciona explícitamente "impacto acumulativo," el artículo 11 ter de la Ley N°19.300 ordena considerar la suma de impactos al modificar un proyecto, lo cual se relaciona con el concepto de efecto sinérgico.

La definición legal de efecto sinérgico, según el artículo 2 letra h) bis de la Ley N°19.300, destaca que ocurre cuando la presencia simultánea de varios agentes genera una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.

Para evaluar efectos sinérgicos, el Reglamento del SEIA establece que se deben considerar proyectos con calificación ambiental vigente, independientemente de si están en operación. Aunque la evaluación de impactos sinérgicos no es un requisito explícito para una Declaración de Impacto Ambiental (DIA), se destaca que el proponente puede realizar este análisis para respaldar la inexistencia de efectos contemplados en el artículo 11 de la Ley N°19.300, de acuerdo con el artículo 19, letra b), del Reglamento del SEIA. El artículo 19 del Reglamento también incluye la posibilidad de proporcionar "cualquier otra información ambiental que el proponente estime pertinente" en las DIAs, dejando al proponente la responsabilidad de garantizar la suficiencia de la información. Se enfatiza la importancia de analizar la interacción del proyecto bajo evaluación con otros proyectos que compartan el territorio y tengan calificación ambiental vigente, independientemente de si el proyecto está siendo evaluado mediante un EIA o una DIA. Este análisis puede ser solicitado por la autoridad ambiental durante el proceso de evaluación ambiental.

Criterio de Evaluación en el SEIA: Consideraciones para la predicción y evaluación de las emisiones de ruido audible asociado al efecto corona en proyectos de transmisión eléctrica (Primera Edición, 2023)

Considerando la naturaleza aditiva del ruido, se debe tener especial atención cuando se está en presencia de dos o más proyectos de transmisión de energía eléctrica, que presentan emisiones de ruido. Lo anterior, tiene la finalidad de acreditar el cumplimiento normativo de los niveles de ruido asociados al efecto corona, y estimar si se puede configurar un impacto acumulativo que implique un riesgo para la salud de la población.

Criterio de Evaluación en el SEIA: Descripción integrada de proyectos para la generación de hidrógeno verde en el SEIA (Primera Edición, 2023)

Dada la cadena de valor del Hidrógeno Verde (H2V), el potencial a nivel nacional y las proyecciones de desarrollo de esta industria, la Guía presenta la definición de efecto sinérgico (artículo 2 letra h) bis, de la Ley N°19.300. Asimismo, el artículo 18, letra f) del RSEIA establece que "para la evaluación de impactos sinérgicos se deberán considerar los proyectos o actividades que cuenten con calificación ambiental vigente", es decir, aquellos proyectos que cuenten con RCA, independientemente de si se encuentran operando o no.

La Guía hace referencia al artículo 14 del SEIA, en donde se establece que "Los proponentes no podrán, a sabiendas, fraccionar sus proyectos o actividades con el objeto de variar el instrumento de evaluación o de eludir el ingreso al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Corresponderá a la Superintendencia determinar la infracción a esta obligación y requerir al proponente el ingreso adecuado, previo informe del Servicio. No aplicará lo señalado en el inciso anterior cuando el proponente acredite que el proyecto o actividad corresponde a uno cuya ejecución se realizará por etapas, aplicándose en todo caso lo establecido en el artículo 11 ter de la Ley N°19.300. Los Estudios y Declaraciones de Impacto Ambiental deberán indicar expresamente si sus proyectos o actividades se desarrollarán por etapas. En tal caso, deberá incluirse una descripción somera de tales etapas, indicando para cada una de ellas el objetivo y las razones o circunstancias de que dependen, así como las obras o acciones asociadas y su duración estimada".

Por último, la Guía recalca que, si bien "la evaluación de impactos sinérgicos no fue incluida expresamente como un contenido mínimo para una DIA, aquello no obsta para que dicho análisis pueda ser realizado a fin de acompañar los antecedentes necesarios que justifiquen la inexistencia de aquellos efectos, características o circunstancias del artículo 11 de la Ley N°19.300, en virtud de lo dispuesto en el artículo 19, letra b), del Reglamento del SEIA". Por consiguiente, los análisis de impactos ambientales de un proyecto sometido a evaluación deben ser desarrollados tanto para un EIA o una DIA, lo cual deriva de lo establecido en el Reglamento del SEIA, o bien, a solicitud de la autoridad ambiental respectiva, en el marco del proceso de evaluación ambiental.

Criterio de Evaluación en el SEIA: Evaluación ambiental de proyectos de salmonicultura en mar localizados en o próximo a un área protegida (Primera Edición, 2023)

El objetivo de esta Guía es establecer lineamientos técnicos para el correcto análisis de susceptibilidad de afectación directa, identificación de impactos ambientales y la potencial generación de efectos sinérgicos, aplicable tanto al proceso de elaboración de una Declaración de Impacto Ambiental (DIA) y de un Estudio de Impacto Ambiental (EIA).

Los problemas asociados con la evaluación de estos proyectos incluyen la susceptibilidad de afectación, los impactos ambientales, los efectos sinérgicos y los impactos acumulativos, especialmente cuando coinciden geográficamente con otros proyectos o actividades de inversión.

La determinación del Área de Influencia (AI) se realiza sobre los Objetivos de Protección (OP) o elementos del medio ambiente receptor, considerando tanto la condición basal sin proyecto como la condición más desfavorable con proyecto. Además, se debe contemplar la existencia de otros proyectos cercanos para evaluar posibles interacciones y la generación de efectos sinérgicos e impactos acumulativos.

Dado que los proyectos de salmonicultura en el mar tienden a ubicarse en áreas propicias para la acuicultura, con múltiples proyectos en una misma zona, se pueden desencadenar efectos sinérgicos e impactos acumulativos. La Guía proporciona definiciones para "Impacto acumulativo" y "Efecto sinérgico" y destaca que el efecto sinérgico se considera una variable que determina la duración, extensión o magnitud del impacto.

La evaluación de efectos sinérgicos e impactos acumulativos entre proyectos implica analizar las AI de cada uno y determinar si hay un cruce con las AI del proyecto en calificación. Si no hay cruce, se concluye que no hay efecto sinérgico ni impactos acumulativos. En caso contrario, se debe reevaluar la interacción y, si es significativa, el titular debe presentar un EIA.

Los efectos sinérgicos e impactos acumulativos deben abordarse mediante la superposición de impactos ambientales, considerando duración, extensión y magnitud. La evaluación puede ser cuantitativa o cualitativa. En caso de relación entre los OP del área protegida y otros OP definidos en el SEIA, se debe realizar un análisis de afectación considerando la intersección del AI y el polígono que delimita el área protegida.

El documento subraya que, de no comprobarse impacto significativo sobre los OP, se puede presentar una DIA; de lo contrario, se debe presentar un EIA con medidas de mitigación, reparación o compensación para abordar los impactos identificados. La evaluación de efectos sinérgicos e impactos acumulativos permite prever hipótesis de fraccionamiento de proyectos, destacando la importancia de evaluar un único proyecto a través de un EIA si se configuran ciertos elementos críticos contemplados en la Ley N°19.300.

Cabe destacar que actualmente a nivel nacional, la gestión de impactos acumulativos se desarrolla solamente en el marco del SEIA, conforme a la definición de evaluación de

impacto ambiental establecida en el Artículo 2, letra j) de la Ley N°19.300. A falta de políticas públicas y especificaciones normativas o reglamentarias, las guías y criterios de evaluación del SEA proporcionan un abordaje a la evaluación y gestión de impactos acumulativos a nivel de proyecto. Este ejercicio debe ser complementado con el desarrollo de instrumentos de primer y segundo orden que regularicen el territorio a mayor escala, estratégicamente, los cuales reflejan las tendencias en un territorio, formalizadas por instrumentos del Estado.

Dependiendo del Objeto de Protección y sus características, la gestión de los Impactos acumulativos puede ser más adecuada y efectiva en la sede de instrumentos de primer o segundo orden. Entendiendo esta situación es que se ha puesto especial atención a los tipos de impactos y variables críticas en los que cobra sentido relacionarse con instrumentos de mayor jerarquía que el SEIA. Para éstos, se identificará el instrumento más adecuado y se propondrá un mecanismo general que permita relacionarlo con la metodología a proponer, contemplando su aplicabilidad efectiva dentro del marco de acción del SEA y reconociendo sus limitaciones inherentes.

Guía Metodológica para la consideración del Cambio Climático den el SEIA (Primera Edición, 2023)

Es Guía introduce el término "sinergia negativa", entendido como el resultado de la combinación de los impactos ambientales o riesgos asociados al proyecto y el riesgo climático, cuya interacción genera un efecto negativo mayor al generado por cada una de forma separada.

En cuanto al análisis relativo al riesgo climático en el SEIA, la Guía señala que son de relevancia aquellos impactos del proyecto que presenten posibles sinergias negativas con los efectos del cambio climático, integrando a la evaluación de impacto ambiental la posible evolución de los componentes ambientales en su condición más desfavorable.

La Guía presenta un listado de tipos de impactos de proyectos y su correlación con los riesgos climáticos, con los que se producen sinergias negativas. Asimismo, presentan un listado de consideraciones para cada objeto de protección, con el fin de determinar la posible amplificación de la magnitud de los impactos a causa de la sinergia negativa con los efectos adversos del cambio climático.

Cabe destacar que el término "sinergia negativa" no es sinónimo del término "efecto sinérgico", definido en la Ley N°19.300. La sinergia negativa con el cambio climático se debe tener en consideración para justificar las áreas de influencia y en la predicción y evaluación de impactos en un EIA, conforme a lo establecido en el artículo 18°, letra d) y f) del RSEIA, respectivamente. Por otra parte, en una DIA se debe tener en consideración en la predicción y evaluación de impactos para justificar la inexistencia de efectos, características y circunstancias (Artículo 19°, letra b) del RSEIA).

Guía de Área de Influencia en Humedales en el SEIA (2023)

La Guía releva la necesidad de caracterizar el componente hídrico considerando potenciales sinergias negativas con las obras y acciones de un proyecto, producto del cambio climático, al ser un factor generador de impactos (FGI) en humedales. Por consiguiente, se debe considerar el comportamiento futuro racionalmente previsible y que la predicción de impactos se efectué en dicho escenario.

En cuanto a los factores generadores de impactos según ecotipo de humedales, la Guía destaca que los impactos generados por varios FGI pueden generar impactos acumulativos sobre un mismo componente (Ej: agua superficial), humedal o servicios ecosistémicos que provee a la comunidad.

Esta Guía también describe las interrelaciones más críticas entre componentes sensibles de un ecotipo de humedal y potenciales FGI, describiendo las interrelaciones para los humedales costeros de intrusión salina, los humedales continentales (de evaporación, de escorrentía, de infiltración A y B, de afloramientos subterráneos, de ácidos orgánicos y de isoterma 0°C.

Respecto a la delimitación del ecosistema de humedal, se aclara que el AI corresponde a la combinación y superposición de los resultados de las AI previamente delimitadas y justificadas para cada OP impactado. En este aspecto cobran relevancia las singularidades de los humedales al momento de decidir si la superposición de las AI constituye realmente el AI del ecosistema humedal, así como también si la suma de dichas AI constituyen la generación de impactos acumulativos.

En complemento, se releva la importancia de considerar los impactos acumulativos y sinérgicos que puedan presentarse con otros proyectos con Resolución de Calificación Ambiental (RCA), aun cuando no se encuentren operando.

Guía para la Predicción y Evaluación de Impacto Ambiental en Humedales en el SEIA (2023)

Esta Guía proporciona metodologías para la predicción y evaluación de impactos acumulativos en los ecosistemas de humedal. Conforme al artículo 18, letra f) del RSEIA, dicha predicción se puede efectuar en base a modelos, simulaciones, mediciones o cálculos matemáticos. En caso de que los impactos no puedan cuantificarse, dada su naturaleza, la predicción puede tener un carácter cualitativo. En tal caso, la importancia y magnitud de los impactos generados se puede determinar mediante métodos analíticos (Conesa, 1997), ponderando las variables que determinan la estimación de la magnitud del impacto.

Esta Guía también proporciona información específica en cuanto a criterios de evaluación y factores aplicados a humedales a nivel de ecosistema, tales como:

Tabla 3-6. Resumen de Indicadores aplicados a los criterios generales y específicos de afectación a humedales

Criterios	Factores aplicados a humedales a nivel de Ecosistema
Criterio de permanencia	A mayor cercanía del humedal respecto a actividades antrópicas → Mayor amenaza del humedal. A mayor cantidad de actividades antrópicas en el humedal → Mayor amenaza del humedal. A mayor cantidad de personas abastecidas por el humedal → Mayor significancia del impacto. A mayor riesgo de sequía hidrológica productos de los efectos adversos del cambio climático (ARClim) → Mayor pérdida de cantidad de agua.
Criterio de regeneración	A menor recarga natural → Mayor vulnerabilidad del humedal.
Criterio de condición	Fragmentación del paisaje: Posible afectación de la presencia y desarrollo de especies y ecosistemas a futuro. Límites espaciales: Cuenca y subcuenca. Grado de conectividad ecológica e hidrológica: Posible afectación de la presencia y desarrollo de especies y ecosistemas a futuro. A menor precipitación o mayor temperatura actual o proyectada → Mayor vulnerabilidad del humedal.
Recursos propios, escasos, únicos y representativos	A mayor cantidad de especies o recursos considerados como escasos, únicos y representativos → Mayor la magnitud y significancia de los impactos del proyecto si afectan estos recursos o especies.
Biodiversidad	A mayor afectación en la diversidad específica → Mayor magnitud del impacto sobre biodiversidad del humedal. A mayor cercanía con áreas relevantes para la biodiversidad reconocidas a nivel nacional e internaciones → Mayor magnitud del impacto. A mayor cantidad de humedales o continuidad de sistemas de humedales afectados → Mayor significancia del impacto.
Especies clasificadas según estado de conservación	A mayor riqueza de especies clasificadas en una categoría de amenaza, mayor es la magnitud del impacto
Magnitud y durante impacto en relación con la condición inicial	Considerar amenazas de manera global al ecosistema: - Grado de procesos de desertificación y erosión en el lugar o región donde se encuentre el humedal. - Nivel de estrés hídrico y sequía en el lugar o región donde se encuentre el humedal. - Distancia a centros poblados, especialmente de aquellos que están o vienen de un período de crecimiento poblacional. - Cercanía del humedal a usos silvoagropecuarios.
Normas de calidad ambiental y emisión	La superación de los valores establecidos en las normas de calidad ambiental o emisión configuran un impacto significativo.

Fuente: Elaboración propia a partir de Guía para la Predicción y Evaluación de Impacto Ambiental en Humedales en el SEIA (2023).

Por último, la Guía proporciona criterios específicos respecto a cómo evaluar si se generan impactos significativos sobre la cantidad y calidad de los componentes de los humedales, los cuales se listan a continuación:

1. Características propias del proyecto o actividad
2. Recursos escasos, únicos y representativos
3. Biodiversidad

4. Especies clasificadas según estado de conservación
5. Magnitud y duración del impacto en relación con la condición inicial
6. Capacidad de dilución, dispersión, autodepuración, asimilación y regeneración
7. Combinación o interacción de contaminantes
8. Normas de calidad ambiental y de emisión
9. Servicios ecosistémicos

Específicamente en cuanto a la Combinación o interacción de contaminantes, la Guía establece que se debe evaluar si dicha "combinación o interacción simultánea de contaminantes puede provocar un efecto conjunto mayor que la suma de los efectos que producirían cada uno por separado (efectos sinérgicos o sinergia)".

En cuanto a la identificación de criterios para definir límites espaciales para los impactos, se hace referencia a "la ubicación del humedal y de los componentes que lo caracterizan, tanto geográficamente como dentro de la cuenca, incluyendo la conexión con la red hidrográfica e hidrogeológica, así como un contexto sociocultural".

Por último, respecto a la identificación de criterios para definir límites temporales para los impactos, la Guía aclara que "la escala temporal se refiere al proceso evolutivo que ha conducido a que dicho humedal exista, por tanto, depende de los procesos que ocurren entre sus componentes y cómo dichas funciones se desarrollan a lo largo del tiempo".

3.2.1.2.5 Presentaciones REDLASEIA

Avances Argentina

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MAYDS) es la autoridad de aplicación de la Ley N°25.675/2002 General del Ambiental, la cual establece los lineamientos para la evaluación de impacto ambiental de los proyectos de inversión.

Este organismo público desarrollo dicho proceso en apoyo de la Guía para la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental, elaborada por la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable; mientras que los impactos acumulativos son abordados conforme a la metodología propuesta por el International Finance Corporation (IFC) en el "Manual de Buena Práctica. Evaluación y Gestión de Impactos Acumulativos: Guía para el Sector Privado en Mercados Emergentes".

En cuanto al proceso de predicción y evaluación de impacto ambiental, se indica que aplican las matrices de causa-efecto y un polinomio para la sumatoria de atributos, a fin de jerarquizar los impactos (método Vicente Conesa Fernández-Vítora, 1997).

Avances Chile

El Servicio de Evaluación de Impacto Ambiental (SEA) es el organismo público encargado de administrar el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) así como coordinar a los organismos del Estado involucrados en el mismo, ejerciendo la rectoría técnica exclusiva y excluyente en la evaluación de impacto ambiental. El marco legal se encuentra

compuesto por múltiples leyes y normas de carácter ambiental; no obstante, los principales corresponden a la Ley N°19.300/1994 de Bases Generales del Medio Ambiente, la Ley N°20.417/2010 que crea el "Ministerio de Medio Ambiente, el Servicio de Evaluación y la Superintendencia de Medio Ambiente". Y, por último, se cuenta con el Decreto Supremo N°40/2012, que crea el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA). En complemento, el SEA cuenta con Guías y Criterios de Evaluación, y a falta de normativa nacional aplicable, se pueden considerar los umbrales establecidos en normas de referencia internacionales.

La Ley N°19.300 define el concepto de efecto sinérgico (literal h bis) del artículo 2); sin embargo, dicha ley no proporciona una definición específica de impacto acumulativo, lo cual es suplido por los lineamientos establecidos en las guías y criterios técnicos de evaluación del SEIA.

En cuanto al proceso de predicción y evaluación de impacto ambiental, se indica que aplican el método Vicente Conesa Fernández-Vítora (1997). Y mediante un análisis de cercanía de otros proyectos con Resolución de Calificación Ambiental vigente en torno al proyecto en evaluación, se realiza un análisis de interacción entre los impactos generados por cada proyecto, a fin de determinar si existen impactos acumulativos respecto de los cuales tomar medidas y aplicar un plan de seguimiento.

Respecto a la definición de límites espaciales de los impactos acumulativos, el SEA releva la importancia del área de influencia por Objeto de Protección.

En cuanto a los criterios para definir límites temporales por impacto, las presentaciones desarrolladas por el SEA identifican los siguientes: vida útil del proyecto, las obras y/o actividades en las distintas fases de los proyectos. En complemento, la temporalidad de los impactos depende de su permanencia en el tiempo, su funcionamiento, la composición y estructura de los ecosistemas, y su variabilidad en el tiempo, es decir cómo evoluciona y cuál es su dinámica.

En cuanto al diseño de medidas para abordar los impactos acumulativos, debe tener un enfoque adaptativo, siguiendo los mismos principios que la Guía de Cambio Climático, en donde se reconoce la "Adaptación" como "el concepto y acción principal a integrar en la elaboración de medidas y planes de seguimiento, ya que esta perspectiva permite lograr, mediante un proceso estructurado e iterativo, la incorporación de los aprendizajes para la toma de decisiones en contextos que implican incertidumbre, es decir, ajustar los cursos de acción en busca de armonizarlos con la realidad verificada".

Por último, el SEA reconoce la necesidad de una gestión compartida de las medidas y el monitoreo de impactos acumulativos cuando exista una responsabilidad compartida entre dos o más proyectos por su generación.

Avances Colombia

La Autoridad Nacional de Licenciamiento Ambiental (ANLA), que forma parte de la administración central del Sistema Nacional Ambiental (SINA), se encarga del Licenciamiento Ambiental para proyectos de inversión, proceso regulado por el Decreto 1076/2015 Reglamento Único del Sector Ambiental.

Para predicción y evaluación de impactos ambientales en el marco de la evaluación ambiental de un proyecto, incluye 7 pasos: 1. Identificación de componentes críticos en el área de estudio, 2. Generación de capas de modelación, 3. Definición de categorías de sensibilidad en las capas de modelación, 4. Cruce de capas de modelación y categorías de sensibilidad, 5. Delimitación del área de los Componentes Ambientales Valorados (VEC), 6. Identificación y evaluación de impactos acumulativos, como la calidad y cantidad disponible del recurso hídrico superficial, y por último, 7. Gestión de impactos acumulativos.

Es crucial establecer el área hasta donde se extienden los impactos significativos y desarrollar una estrategia de monitoreo a nivel nacional, regional y local, utilizando instrumentos de manejo y control que permiten fortalecer el monitoreo de dichos impactos. Para fortalecer el sistema de monitoreo, resulta necesario aclarar dónde, con qué periodicidad, cómo y qué parámetros se monitorean.

En este sentido, el Reglamento Único del Sector Ambiental indica que las autoridades ambientales deben revisar los Informes Ambientales generados por un conjunto de proyectos con licencia ambiental, imponiendo restricciones ambientales para disminuir el impacto ambiental en el área.

Contar con una normativa o metodología estandarizada de impactos acumulativos, promovería una mejoría respecto al acceso a la información, permitiría contar con elementos para mejorar la evaluación licenciamiento, estandarizar el cómo abordar impactos acumulativos a diferentes escalas y, promovería el trabajo entre diferentes proyectos y entidades, todos regulados por una misma directriz. Lo anterior, permite la toma de decisiones más acertadas y promueve una planificación estratégica del territorio.

Avances Costa Rica

La Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA), creada en 1995 es el organismo encargado de gestionar la viabilidad ambiental de proyectos de inversión, en línea con lo establecido en tres documentos clave: 1. Ley Orgánica del Ambiente N°7554, 2. Reglamento para la Incorporación de la Variable Ambiental en Planes de Ordenamiento territorial, y 3. Decreto Ejecutivo 32967 Manual de Instrumentos Técnicos para el Proceso de Evaluación del Impacto Ambiental (Manual de EIA) Parte III.

Costa Rica es uno de los países de REDLASEIA que aborda los impactos acumulativos tanto a nivel estratégico, mediante Planes de Ordenamiento Territorial (POT), así como a nivel local, mediante el proceso de licenciamiento ambiental.

A nivel de POT, se realiza un diagnóstico de base territorial que proporciona los insumos para el análisis de efectos acumulativos, utilizando un Índice de Fragilidad Ambiental (IFA),

definido como el balance total de carga ambiental de un espacio geográfico, dado que representa la condición de aptitud natural del mismo, la condición de carga ambiental inducida y la capacidad de absorción de la carga ambiental adicional, vinculada a la demanda de recursos naturales en el contexto de mantener el equilibrio ecológico, dando sustentabilidad ambiental al desarrollo y progreso de la sociedad. Los resultados del IFA y un mapa de sobreuso de la tierra, son utilizados como un insumo para la toma de decisiones de planificación territorial, mediante la elaboración de la "Con los resultados del IFA y del mapa de sobreuso de la tierra, se elabora la "Matriz síntesis: diagnóstico de situación ambiental actual para efectos acumulativos, pronóstico ambiental y lineamientos ambientales para el uso de la tierra ", donde se los efectos acumulativos se analizan para diferentes elementos ambientales. Cuando las modificaciones requeridas al Plan que ya posee viabilidad ambiental involucran cambios en la normativa y en las variables del IFA, deben completarse dos tablas que buscan valorar dichos cambios a la luz de una serie de parámetros, siendo los efectos acumulativos uno de ellos.

A nivel de Licenciamiento ambiental, SETENA evalúan las actividades, obras y proyectos de inversión. Respecto al análisis de efectos acumulativos en este ámbito de acción, se realiza una identificación y pronóstico de impactos ambientales, aplicando una metodología convencional, científicamente aceptada (Matriz de Importancia elaborada por Conesa, 1997). En complemento, se relevan los impactos ambientales a generar, identificados como potencialmente significativos para cada una de las fases del proyecto. El proceso incluye listar y analizar aquellos impactos negativos que producirán efectos acumulativos, es decir, aquellos impactos negativos que, tras aplicar medidas correctivas, continúen presentando un impacto residual. Una vez identificados y caracterizados los efectos acumulativos principales, se deben comprometer medidas de compensación ambiental para equilibrar ambientalmente la afectación.

Por otra parte, en cuanto al análisis de efectos sinergísticos de otros proyectos en construcción y operación, se realiza un análisis de efectos que considera la existencia de otros proyectos, actividades u obras en el área de influencia indirecta del proyecto (biofísica y social). Para lo anterior, se utiliza una metodología reconocida científicamente; más no especifica cuál.

Avances Perú

El Servicio Nacional de Certificación Ambiental para las Inversiones Sostenibles (SENACE) es el ente encargado de revisar y aprobar los Estudios de Impacto Ambiental detallados (EIA-d) regulados en la Ley 27446, Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental (SEIA), y sus normas reglamentarias, que comprenden los proyectos de inversión pública, privada o de capital mixto, de alcance nacional y multirregional que impliquen actividades, construcciones, obras y otras actividades comerciales y de servicios que puedan causar impactos ambientales significativos. Previo a la elaboración del EIA-d, SENACE evalúa los Términos de Referencia (TdR) para obtener una aprobación de prefactibilidad. Luego durante la elaboración del EIA-d una consultora ambiental realiza un levantamiento de líneas

base para uno o dos periodos estacionales contrastados. Finalmente, se ingresa el proyecto a evaluación, en donde SENACE admite, evalúa, observa y resuelve la aprobación o desaprobación del proyecto.

Al igual que otros países miembros de la REDLASEIA, Perú realiza una identificación y pronóstico de impactos ambientales, aplicando una metodología convencional, científicamente aceptada (Matriz de Importancia elaborada por Conesa, 1997). Posterior a ello, busca identificar los impactos significativos.

Por otra parte, los proyectos de inversión que generan impactos leves son analizados sectorialmente como una DIA; mientras que aquellos que general impactos moderados también son analizados sectorialmente, pero como un EIA sin el nivel de detalle de aquellos proyectos derivados a SENACE.

En cuanto a contar con una normativa o metodología estandarizada para la evaluación de impactos acumulativos, se releva como oportunidad la evaluación ambiental integral y toma de decisiones informada ampliada; y en cuanto a las oportunidades, se visualiza una mejor planificación territorial, así como también el uso y puesta en valor de bases de datos ambientales a nivel institucional.

Para mayor detalle, ver cada una de las presentaciones analizadas en el Anexo 5.

3.2.1.2.6 Guías y Manuales Internacionales

Se realizó una revisión de distintas fuentes de la literatura internacional que permitieron manuales que se utilizan en distintos países y que tienen enfoques variados (general, por industria, a nivel de proyecto o nivel estratégico). A continuación, se listan dichos manuales, los cuales se encuentran adjuntos en el Anexo 6:

- (1997) Considering Cumulative Effects Under the National Environmental Policy Act.
- (2013) Manual de Buena Práctica: Evaluación y Gestión de Impactos Acumulativos (EGIA): Guía para el Sector Privado en Mercados Emergentes (IFC).
- (2013) Guiding Principles for Cumulative Impacts Assessment in Offshore Wind Farms.
- (2015) Cumulative Environmental Impact Assessment Industry Guide Adaptive Strategies.
- (2018) Assessing Cumulative Environmental Effects under the Canadian Environmental Assessment Act, 2012 Interim Technical Guidance.
- (2020) Good Practice Guidance on Cumulative Effects Assessment in Strategic Environmental Assessment.
- (2022) Cumulative Impact Assessment Guidelines for State Significant Projects.
- (2023) Guía Práctica para la Evaluación y Gestión de Impactos Acumulativos en América Latina y El Caribe.

De la revisión de las guías metodológicas para la evaluación de impactos acumulativos se puede concluir que es clave considerar como un primer paso en su evaluación, la

identificación y selección de los objetos de protección que serían susceptibles de ser afectados por este tipo de impacto.

De acuerdo con la Guía IFC (2013), los VEC (que se asimilan a objetos de protección[29]) son atributos ambientales y sociales que se consideran importantes en la evaluación de impactos y riesgos, y pueden ser:

- Características físicas, hábitats, poblaciones de fauna silvestre (por ejemplo, biodiversidad),
- Servicios ecosistémicos,
- Procesos naturales (por ejemplo, ciclos de agua y nutrientes, microclimas),
- Condiciones sociales (por ejemplo, salud, economía), o
- Aspectos culturales (por ejemplo, ceremonias espirituales o tradicionales).

Para efectos de la presente consultoría se han acotado los objetos de protección a analizar. Por otra parte, es necesario seleccionar las variables críticas que permitan caracterizar el objeto de protección para poder establecer umbrales y dar un seguimiento medible de la evolución del o los componentes valiosos que estarían siendo afectados y si las medidas tomadas están dando los resultados esperados en el tiempo para mitigar o reducir el impacto acumulativo.

Dentro de los criterios de búsqueda dentro de los manuales indicados se contemplaron las siguientes categorías:

- Detallar y enlistar los componentes valiosos del sistema que debiesen evaluarse, también denominado Objetos de Protección o VECs.
- Lista de impactos acumulativos

A modo referencial se pueden resumir en la siguiente tabla parte de los resultados obtenidos de la revisión de las guías o manuales internacionales. Esta tabla no es exhaustiva, encontrándose el listado completo por documento en el Anexo 6.

Tabla 3-7. Ejemplo de componentes/subcomponentes y variables críticas según manuales internacionales

Objeto de protección	Variables críticas	Referencia
Agua superficial	• Degradación de la calidad del agua debido a múltiples fuentes de descarga. • Degradación de la calidad del agua debido a la contaminación terrestre. • Entrega de sedimentos a una corriente o estuario debido a múltiples fuentes. • Escasez de agua por uso no gestionado o no controlado.	Considering Cumulative Effects Under the National Environmental Policy Act (1997)

[29] Este tema se aborda en el Informe N°1 de la presente consultoría.

Tabla 3-7. Ejemplo de componentes/subcomponentes y variables críticas según manuales internacionales

Objeto de protección	Variables críticas	Referencia
	• Deterioro de los usos recreativos del agua debido a la contaminación y a la sobreexplotación.	
	• Normas de calidad.	Manual de Buena Práctica: Evaluación y Gestión de Impactos Acumulativos: Guía para el Sector Privado en Mercados Emergentes (2013)
Agua subterránea	• Calidad del agua. • Nivel freático.	Considering Cumulative Effects Under the National Environmental Policy Act (1997)
	• Normas de calidad.	Manual de Buena Práctica: Evaluación y Gestión de Impactos Acumulativos: Guía para el Sector Privado en Mercados Emergentes (2013)
Suelo	• Fertilidad. • Productividad. • Salinidad. • Pérdida de suelo. • Deforestación. • Fragmentación.	Considering Cumulative Effects Under the National Environmental Policy Act (1997)
	• Normas de calidad.	Manual de Buena Práctica: Evaluación y Gestión de Impactos Acumulativos: Guía para el Sector Privado en Mercados Emergentes (2013)
Humedales	• Superficie de hábitat. • Capacidad de control de inundaciones. • Acumulación de toxinas en columna de sedimentos. • Reducción de caudal aportante al humedal.	Considering Cumulative Effects Under the National Environmental Policy Act (1997)
Hábitat	• Fragmentación debido a limpieza de terrenos, tala agricultura y desarrollo urbano. • Degradación de ecosistemas sensibles, como los bosques antiguos, por la extracción, crecimiento forestal, desarrollo residencial y recreacional. • Pérdida de peces y vida silvestre debido a la creación de múltiples barreras para su migración.	Considering Cumulative Effects Under the National Environmental Policy Act (1997)
Ecosistemas	• Tamaño de poblaciones y/o comunidades. • Diversidad. • Productividad.	Considering Cumulative Effects Under the National Environmental Policy Act (1997)
Recursos Históricos y Arqueológicos	• Alteración de sitios culturales debido a la erosión, construcción, arado y nivelación de terrenos, y vandalismo.	Considering Cumulative Effects Under the National Environmental Policy Act (1997)

Tabla 3-7. Ejemplo de componentes/subcomponentes y variables críticas según manuales internacionales

Objeto de protección	Variables críticas	Referencia
Factores Socioeconómicos y Estructura Comunitaria:	• Fragmentación de distritos históricos debido al desarrollo no coordinado y mala planificación. • Sobrecarga de servicios sociales debido a cambios repentinos y no planificados en la población. • Desestabilización de mercados laborales debido a los cambios en los trabajadores durante las fases de "auge" y "declive". • Cambios en la dinámica comunitaria debido al desplazamiento incremental de miembros críticos de la comunidad debido a proyectos comerciales o inmobiliarios planificados. • Pérdida de barrios o comunidades, en particular aquellos valorados por su carácter, por el desarrollo incremental.	Considering Cumulative Effects Under the National Environmental Policy Act (1997)
Aire	Óxidos de nitrógeno (NOx).	Good Practice Guidance on Cumulative Effects Assessment in Strategic Environmental Assessment (2020)
	Normas de calidad.	Manual de Buena Práctica: Evaluación y Gestión de Impactos Acumulativos: Guía para el Sector Privado en Mercados Emergentes (2013)

Fuente: Elaboración propia.

En términos generales, se aprecia que en los manuales revisados existe un volumen importante de información de utilidad, que contiene menciones y/o listados de objetos de protección, variables ambientales, metodologías y criterios. La dificultad radica en integrar la información debido a los distintos objetivos que cumple cada manual, su nivel de acción, contexto, etc. Ahora bien, de un análisis general es posible apreciar que el foco de los distintos manuales es en metodologías generales más que específicas, lo cual puede ser un reflejo de la naturaleza misma del problema en cuanto a la gran diversidad de posibilidades y la fuerte dependencia que tiene la evaluación ambiental (en términos amplios) de las condiciones locales. En línea con lo anterior, la información obtenida resulta de utilidad para el nivel de selección de objetos de protección y macro variables.

3.2.2 ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE IAS A ABORDAR EN EL MARCO DEL SEIA

A partir de la selección y análisis interno de los antecedentes relevados en el acápite 3.1, se confeccionó y aplicó la Encuesta online (QuestionPro) y el Taller multidisciplinario online (Miró), en los cuales participó el Comité Ejecutivo del SEA, el equipo de asesores estratégicos de ECOS, en apoyo de los especialistas asignados por ambas partes.

3.2.2.1 Encuesta

La encuesta se aplicó entre viernes 20 y el martes 24 de octubre de 2023, y fue derivada a cada uno de los participantes del Taller Multidisciplinario según el detalle de la **Tabla 3-8**.

Tabla 3-8. Listado de Participantes en Encuesta según Objeto de Protección

		Módulo Abiótico			Módulo Biótico			
Profesional	**Empresa**	**Aire**	**Agua**	**Salud de la población**	**Suelo**	**Flora**	**Fauna**	**Ecosistemas**
Patricio Walker	ECOS		x					
Vivian Hernández	ECOS	x		x				
Cristian Pérez	ECOS							x
Tamara Matamala	ECOS	x		x				
Pamela Pérez	ECOS							x
Maritza Rodríguez	ECOS	x		x				
Ivonne Quintana	ECOS	x		x				
Valentina Escanilla	ECOS		x					
Nicolas Millie	ECOS		x					
Cristian Jorquera	ECOS				x			
Paula Carraha	ECOS					x		
Karin Burgos	ECOS						x	
Sofía Ramos	ECOS						x	
Dominique Luengo	ECOS						x	
Camila Ramírez	SEA	x		x				
Claudio Castillo	SEA	x		x				
Rodrigo Rosales	SEA	x		x				
Federico Ander Fuhren	SEA					x	x	x
Ricardo Latorre	SEA					x	x	x
Felipe Rojas	SEA					x	x	x
Santiago Hormazábal	SEA		x		x	x	x	x
Gabriel Mendoza	SEA						x	
Gonzalo Jiménez	SEA		x					
Jocelyn Morales	SEA				x			
Rodrigo Barrientos	SEA		x					
María Francisca Muñoz	SEA		x		x			

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presentan los resultados de su aplicación, según Objeto de Protección y aspecto analizado: 1) Impactos acumulativos; 2) Variables críticas o relevantes para la evaluación de impactos acumulativos y 3) Metodologías o herramientas para la evaluación de impactos acumulativos.

3.2.2.1.1 Aire

La encuesta del OP "Aire" fue desarrollada por 6 participantes (N=6) y se dividió en: "Impactos sobre la calidad del aire", "Impactos sobre la salud de la población" e "Impactos sobre la salud de receptores naturales".

Los resultados de la encuesta respecto a impactos acumulativos para este OP se presentan en la Figura 3-25, la cual indica que todos los impactos se encuentran clasificados en las categorías "De acuerdo" y "Muy de acuerdo", siendo validados previamente a la discusión en el Taller.

Figura 3-25. Resultados Encuesta – Impactos Acumulativos para Objeto de Proyección "Aire"

Statement	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Indiferente	De acuerdo	Muy de acuerdo	Overall
Impactos sobre la calidad del aire: Aumento en la concentración de material particulado (MP2,5 y MP10).	0 0%	0 0%	0 0%	1 16.67%	5 83.33%	6 100%
Impactos sobre la calidad del aire: Aumento en la concentración de gases (CO, NO2 y SO2)	0 0%	0 0%	0 0%	1 16.67%	5 83.33%	6 100%
Impactos sobre la calidad del aire: Aumento en la concentración de gases de efecto invernadero regulados (HC y COVs)	0 0%	0 0%	0 0%	2 33.33%	4 66.67%	6 100%
Impactos sobre la calidad del aire: Aumento en la concentración de gases odoríferos	0 0%	0 0%	0 0%	1 16.67%	5 83.33%	6 100%
Impactos sobre la salud de la población: Superación de límites establecidos por Normas primarias de calidad ambiental	0 0%	0 0%	0 0%	1 16.67%	5 83.33%	6 100%
Impactos sobre la salud de receptores naturales: Superación de límites establecidos por Normas secundarias de calidad ambiental	0 0%	0 0%	0 0%	2 33.33%	4 66.67%	6 100%

Min Max

Fuente: Elaboración propia a partir de Encuesta online en QuestionPro

Asimismo, dentro de los comentarios en la encuesta se relevan dos (2) impactos acumulativos propuestos de manera complementaria, con el objetivo de revisarlos en el Taller, los que se presentan en la sección 3.2.2.2.1. Dichos impactos son los siguientes:

1. Impactos sobre la salud de la población: Exposición prolongada a contaminantes cancerígenos y no cancerígenos (Ej: COVs, PAHs, etc)

2. Impactos sobre la salud de la población: Exposición prolongada a metales pesados (Ej: Arsénico).

En relación con las variables críticas o relevantes, los resultados de la encuesta realizada se presentan en la Figura 3-26, cuyos resultados indican que el porcentaje de respuestas en su mayoría están en las categorías "De acuerdo" y "Muy de acuerdo". Sin embargo, cabe indicar que tres (3) variables, si bien presentaron en su mayoría respuestas "De acuerdo" y "Muy de acuerdo", también fueron categorizadas "En desacuerdo" e "Indiferente". Lo anterior, será analizado grupalmente en el Taller, cuyos resultados se presentan en la sección 3.2.2.2.1.

Figura 3-26. Resultados Encuesta – Variables críticas o relevantes para Objeto de Proyección "Aire"

Statement	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Indiferente	De acuerdo	Muy de acuerdo	Overall
Calidad del aire existente	0 0%	0 0%	0 0%	1 16.67%	5 83.33%	6 100%
Emisiones de contaminantes	0 0%	0 0%	0 0%	1 16.67%	5 83.33%	6 100%
Meteorología	1 16.67%	0 0%	0 0%	0 0%	5 83.33%	6 100%
Uso de la tierra	0 0%	1 16.67%	1 16.67%	2 33.33%	2 33.33%	6 100%
Tráfico y transporte	0 0%	1 16.67%	0 0%	2 33.33%	3 50%	6 100%
Fuentes de emisión	0 0%	0 0%	0 0%	1 16.67%	5 83.33%	6 100%
Condiciones locales (cercanía a cuerpos de agua, valles, microclimas, presencia de inversiones térmicas)	0 0%	0 0%	1 16.67%	2 33.33%	3 50%	6 100%

Min Max

Fuente: Elaboración propia a partir de Encuesta online en QuestionPro

Asimismo, dentro de los comentarios en la encuesta se relevan dos (2) variables para ser revisadas en el Taller. Dicho análisis se aborda en la misma sección señalada previamente. Las variables propuestas son:

1. Análisis de interacciones entre contaminantes (aditivas, sinergias, antagónicas, entre otros).
2. Estado de los proyectos que pudieran contribuir al potencial impacto acumulativo (RCA aprobada, en calificación, en fase de operación, etc).

Finalmente, para las metodologías propuestas (Figura 3-27), los resultados indican que el porcentaje de respuestas en su mayoría están en las categorías "De acuerdo" y "Muy de

acuerdo". Pese a lo anterior, cuatro (4) familias metodológicas también fueron votadas en categorías "Muy en desacuerdo", "En desacuerdo" e "Indiferente". Por lo anterior, serán analizadas grupalmente en el Taller, cuyos resultados se presentan en la sección 3.2.2.2.1.

Figura 3-27. Resultados Encuesta – Metodologías para Objeto de Proyección "Aire"

Statement	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Indiferente	De acuerdo	Muy de acuerdo	Overall
Modelación	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	6 100%	6 100%
Análisis de tendencias	1 16.67%	0 0%	1 16.67%	2 33.33%	2 33.33%	6 100%
Mapeo de superposición y SIG	0 0%	1 16.67%	1 16.67%	0 0%	4 66.67%	6 100%
Análisis de capacidad de carga	0 0%	0 0%	2 33.33%	3 50%	1 16.67%	6 100%
Análisis de ecosistemas	0 0%	0 0%	3 50%	2 33.33%	1 16.67%	6 100%

Min Max

Fuente: Elaboración propia a partir de Encuesta online en QuestionPro.

Asimismo, dentro de los comentarios en la encuesta se releva un (1) comentario para ser revisado en el Taller, el cual se aborda en la sección 3.2.2.2.1. Dicho comentario indica lo siguiente: "Este punto depende mucho de contaminante analizado, por ejemplo: en el caso de olores, por las características de este tipo de contaminantes, en algunos casos la modelación nos es la mejor alternativa o debe ser complementado con otras alternativas como son análisis de retrotrayectorias, narices electrónicas, uso de encuestas, registros de quejas, etc".

3.2.2.1.2 Agua

La encuesta del OP Agua fue desarrollada por 6 participantes (N=6). Se dividió en subcomponentes dadas las características particulares que presenta cada uno y las diferencias que existen entre ellos. En esa línea se definió encuestar por "Aguas subterráneas", "Aguas superficiales" y "Glaciares".

En el caso del subcomponente ambiental "Aguas subterráneas" (Figura 3-28), los resultados de la encuesta respecto a impactos acumulativos (IA) identifican que todos los impactos se encuentran las categorías "De acuerdo" y "Muy de acuerdo", siendo en su mayoría validados previamente a la discusión en el Taller.

Figura 3-28. Resultados Encuesta – Impactos Acumulativos para Objeto de Proyección "Aguas Subterráneas"

Statement	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Indiferente	De acuerdo	Muy de acuerdo	Overall
Cantidad de agua: Cambio en el patrón de infiltración o recarga	0 0%	0 0%	1 16.67%	1 16.67%	4 66.67%	6 100%
Cantidad de agua: Alteración del flujo subterráneo pasante	0 0%	0 0%	1 16.67%	0 0%	5 83.33%	6 100%
Cantidad de agua: Cambio en el volumen embalsado	0 0%	0 0%	0 0%	1 16.67%	5 83.33%	6 100%
Calidad de agua: Cambio en las propiedades físicas	0 0%	0 0%	0 0%	3 50%	3 50%	6 100%
Calidad de agua: Cambio en las propiedades químicas	0 0%	0 0%	0 0%	2 33.33%	4 66.67%	6 100%
Calidad de agua: Cambio en otras propiedades (microbiología, metales pesados)	0 0%	0 0%	0 0%	1 16.67%	5 83.33%	6 100%

Min Max

Fuente: Elaboración propia a partir de Encuesta online en QuestionPro

Cabe señalar que no se identificaron impactos acumulativos adicionales por parte de los participantes.

Los resultados de la encuesta para el subcomponente ambiental "Aguas superficiales" (Figura 3-29), muestran que seis (6) de los impactos identificados están en las categorías "De acuerdo" y "Muy de acuerdo", siendo validados en su gran mayoría previamente a la discusión en el Taller. Asimismo, dentro de los comentarios en la encuesta se relevan tres (3) impactos acumulativos clasificados "En desacuerdo"; por consiguiente, dichos impactos f revisados en el Taller, cuyo análisis de presenta en la sección 3.2.2.2.2.

Figura 3-29. Resultados Encuesta – Impactos Acumulativos para Objeto de Proyección "Aguas Superficiales"

Statement	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Indiferente	De acuerdo	Muy de acuerdo	Overall
Cantidad de agua: Ascenso o descenso del nivel de agua	0 0%	0 0%	0 0%	1 16.67%	5 83.33%	6 100%
Cantidad de agua: Cambio en el volumen embalsado	0 0%	1 16.67%	0 0%	1 16.67%	4 66.67%	6 100%
Cantidad de agua: Alteración del régimen de caudales	0 0%	0 0%	0 0%	2 33.33%	4 66.67%	6 100%
Cantidad de agua: Modificación o eliminación del cuerpo de agua	0 0%	1 16.67%	0 0%	1 16.67%	4 66.67%	6 100%
Calidad de agua: Cambio en las propiedades físicas	0 0%	0 0%	0 0%	3 50%	3 50%	6 100%
Calidad de agua: Cambio en las propiedades químicas	0 0%	0 0%	0 0%	2 33.33%	4 66.67%	6 100%
Calidad de agua: Cambio en otras propiedades (microbiología, metales pesados, eutrofización)	0 0%	0 0%	0 0%	1 16.67%	5 83.33%	6 100%
Microcuenca: Modificación de la hidrodinámica lacustre	0 0%	1 16.67%	1 16.67%	0 0%	4 66.67%	6 100%
Microcuenca: Modificación de la red de drenaje	0 0%	0 0%	0 0%	2 33.33%	4 66.67%	6 100%
Microcuenca: Alteración de cauces y riberas	0 0%	0 0%	1 16.67%	0 0%	5 83.33%	6 100%

Min Max

Fuente: Elaboración propia a partir de Encuesta online en QuestionPro

Cabe señalar que no se identificaron propuestas de impactos acumulativos adicionales por parte de los participantes.

Los resultados de la encuesta para el subcomponente ambiental "Glaciares" (Figura 3-30), muestra que dos (2) impactos acumulativos fueron categorizados en "De acuerdo" y "Muy de acuerdo". Cabe señalar que para dos (2) impactos propuestos se obtuvo como respuesta "En desacuerdo"; por consiguiente, dichos impactos serán revisados en el Taller, cuyo análisis de presenta en la sección 3.2.2.2.2.

Figura 3-30. Resultados Encuesta – Impactos Acumulativos para Objeto de Proyección "Glaciares"

Statement	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Indiferente	De acuerdo	Muy de acuerdo	Overall
Cantidad de agua: Pérdida de masa de agua del glaciar	0 0%	0 0%	0 0%	1 20%	4 80%	5 100%
Cantidad de agua: Modificación de la superficie de un glaciar	0 0%	1 20%	0 0%	1 20%	3 60%	5 100%
Cantidad de agua: Cambio en el aporte hídrico del glaciar a su cuenca inmediata	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	5 100%	5 100%
Calidad de agua: Cambio en las propiedades físicas del hielo o nieve (MPS, introducción de contaminantes a través de aguas de contacto u otros medios)	0 0%	1 20%	0 0%	2 40%	2 40%	5 100%

Min Max

Fuente: Elaboración propia a partir de Encuesta online en QuestionPro

Por otra parte, no se identificaron propuestas impactos acumulativos adicionales por parte de los participantes.

En relación con las variables críticas o relevantes para el subcomponente "Aguas superficiales", los resultados de la encuesta realizada se presentan en la Figura 3-31. Los resultados indican que el porcentaje de respuestas en su mayoría están en las categorías "De acuerdo" y "Muy de acuerdo". Sin embargo, cabe indicar que nueve (9) variables, si bien presentaron en su mayoría respuestas "De acuerdo" y "Muy de acuerdo", también fueron clasificadas en categorías "En desacuerdo" e "Indiferente". Lo anterior será analizado grupalmente en el Taller, cuyos resultados se presentan en la sección 3.2.2.2.2.

Figura 3-31. Resultados Encuesta – Variables Críticas o Relevantes en Objeto de Proyección "Aguas Subterráneas"

Statement	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Indiferente	De acuerdo	Muy de acuerdo	Overall
Cantidad de agua: Caudales de extracción (m3/s)	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	6 100%	6 100%
Cantidad de agua: Volumen embalsado (hm3)	0 0%	0 0%	1 16.67%	3 50%	2 33.33%	6 100%
Cantidad de agua: Nivel de agua (nivel bpm o cota en msnm)	0 0%	0 0%	0 0%	1 16.67%	5 83.33%	6 100%
Cantidad de agua: Permeabilidad del medio	0 0%	1 16.67%	2 33.33%	1 16.67%	2 33.33%	6 100%
Cantidad de agua: Dirección flujo subterráneo (piezometría)	0 0%	0 0%	1 16.67%	1 16.67%	4 66.67%	6 100%
Cantidad de agua: Recarga	0 0%	0 0%	0 0%	2 33.33%	4 66.67%	6 100%
Calidad de agua: Temperatura	0 0%	1 16.67%	1 16.67%	2 33.33%	2 33.33%	6 100%
Calidad de agua: Iones mayoritarios	0 0%	0 0%	1 16.67%	2 33.33%	3 50%	6 100%
Calidad de agua: Conductividad eléctrica (CE)	0 0%	0 0%	1 16.67%	2 33.33%	3 50%	6 100%
Calidad de agua: pH	0 0%	0 0%	1 16.67%	2 33.33%	3 50%	6 100%
Calidad de agua: Nutrientes (N, P)	0 0%	0 0%	1 16.67%	1 16.67%	4 66.67%	6 100%
Calidad de agua: Metales pesados	0 0%	0 0%	0 0%	1 16.67%	5 83.33%	6 100%
Calidad de agua: Compuestos orgánicos	0 0%	0 0%	1 16.67%	2 33.33%	3 50%	6 100%
Calidad de agua: Trazadores específicos por actividad (por ejemplo (SO4 en minería)	0 0%	0 0%	0 0%	1 16.67%	5 83.33%	6 100%

Min Max

Fuente: Elaboración propia a partir de Encuesta online en QuestionPro

Por otra parte, no se identificaron propuestas de variables críticas adicionales por parte de los participantes.

En relación con las variables críticas o relevantes para el subcomponente "Aguas superficiales", los resultados de la encuesta realizada se presentan en la Figura 3-32. Los resultados indican que el porcentaje de respuestas en su mayoría están en las categorías "De acuerdo" y "Muy de acuerdo". Sin embargo, cabe indicar que siete (7) variables, si bien presentaron en su mayoría respuestas "De acuerdo" y "Muy de acuerdo", también fueron votadas en categorías "En desacuerdo" e "Indiferente". Lo anterior será analizado grupalmente en el Taller, cuyos resultados se presentan en la sección 3.2.2.2.2.

Figura 3-32. Resultados Encuesta – Variables Críticas o Relevantes en Objeto de Proyección "Aguas Superficiales"

Statement	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Indiferente	De acuerdo	Muy de acuerdo	Overall
Cantidad de agua: Caudal (m3/s)	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	6 100%	6 100%
Cantidad de agua: Volumen embalsado (m3)	0 0%	1 16.67%	0 0%	2 33.33%	3 50%	6 100%
Cantidad de agua: Nivel o cota del espejo de agua	0 0%	0 0%	0 0%	1 16.67%	5 83.33%	6 100%
Cantidad de agua: Variables meteorológicas (Precipitaciones, Evaporación)	0 0%	0 0%	2 33.33%	0 0%	4 66.67%	6 100%
Calidad de agua: Temperatura	0 0%	1 16.67%	2 33.33%	2 33.33%	1 16.67%	6 100%
Calidad de agua: Sólidos suspendidos totales (SST)	0 0%	0 0%	0 0%	3 50%	3 50%	6 100%
Calidad de agua: Conductividad eléctrica (CE)	0 0%	0 0%	2 33.33%	2 33.33%	2 33.33%	6 100%
Calidad de agua: Composición química de sedimentos	0 0%	0 0%	1 16.67%	2 33.33%	3 50%	6 100%
Calidad de agua: Oxígeno disuelto	0 0%	0 0%	0 0%	2 33.33%	4 66.67%	6 100%
Calidad de agua: pH	0 0%	0 0%	2 33.33%	1 16.67%	3 50%	6 100%
Calidad de agua: Nutrientes (N, P)	0 0%	0 0%	0 0%	2 33.33%	4 66.67%	6 100%
Calidad de agua: Metales pesados	0 0%	0 0%	0 0%	1 16.67%	5 83.33%	6 100%
Calidad de agua: Compuestos orgánicos	0 0%	0 0%	0 0%	3 50%	3 50%	6 100%
Calidad de agua: Coliformes totales	0 0%	0 0%	0 0%	2 33.33%	4 66.67%	6 100%
Calidad de agua: Trazadores específicos por actividad (por ejemplo (SO4 en minería)	0 0%	0 0%	0 0%	2 33.33%	4 66.67%	6 100%
Microcuenca: Morfología del cauce	0 0%	0 0%	0 0%	3 50%	3 50%	6 100%
Microcuenca: Superficie drenante (ha)	0 0%	1 16.67%	0 0%	2 33.33%	3 50%	6 100%
Microcuenca: Actividades humanas	0 0%	0 0%	0 0%	1 16.67%	5 83.33%	6 100%
Microcuenca: Uso de suelo	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	6 100%	6 100%

Min Max

Fuente: Elaboración propia a partir de Encuesta online en QuestionPro

Por otra parte, no se identificaron propuestas de variables críticas adicionales por parte de los participantes.

En relación con las variables críticas o relevantes para el subcomponente "Glaciares", los resultados de la encuesta realizada se presentan en la Figura 3-33, cuyo resultado indica que el porcentaje de respuestas en su mayoría están en las categorías "De acuerdo" y "Muy de acuerdo". Sin embargo, cabe indicar que tres (3) de dichas variables también fueron votadas en categorías "En desacuerdo" e "Indiferente". Lo anterior será analizado grupalmente en el Taller, cuyos resultados se presentan en la sección 3.2.2.2.2.

Figura 3-33. Resultados Encuesta – Variables Críticas o Relevantes en Objeto de Proyección "Glaciares"

Statement	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Indiferente	De acuerdo	Muy de acuerdo	Overall
Cantidad de agua: Caudal drenante (m3/s)	0 0%	0 0%	1 20%	0 0%	4 80%	5 100%
Cantidad de agua: Albedo	0 0%	0 0%	0 0%	2 40%	3 60%	5 100%
Cantidad de agua: Volumen (hm3)	0 0%	1 16.67%	0 0%	1 16.67%	4 66.67%	6 100%
Cantidad de agua: Superficie (km2)	0 0%	0 0%	0 0%	3 50%	3 50%	6 100%
Calidad de agua: Depositación de MPS	0 0%	0 0%	0 0%	1 20%	4 80%	5 100%
Composición de MPS	0 0%	0 0%	1 20%	2 40%	2 40%	5 100%

Min Max

Fuente: Elaboración propia a partir de Encuesta online en QuestionPro

Por otra parte, no se identificaron propuestas de variables críticas adicionales por parte de los participantes.

Finalmente, para las metodologías propuestas (Figura 3-34), cuyos resultados indican que el porcentaje de respuestas en su mayoría están en las categorías "De acuerdo" y "Muy de acuerdo", las cuales han sido validadas previamente a la discusión en el Taller. Pese a lo anterior, cinco (5) familias metodológicas también fueron votadas en las categorías "En desacuerdo", e "Indiferente". Por lo anterior serán analizadas grupalmente en el Taller, cuyos resultados se presentan en la sección 3.2.2.2.2.

Figura 3-34. Resultados Encuesta – Metodologías para la evaluación de Impactos Acumulativos en el Objeto de Proyección "Agua"

Statement	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Indiferente	De acuerdo	Muy de acuerdo	Overall
Cuestionarios, entrevistas y paneles	0 0%	2 33.33%	1 16.67%	3 50%	0 0%	6 100%
Listas de chequeo	0 0%	2 33.33%	1 16.67%	3 50%	0 0%	6 100%
Matrices	0 0%	1 16.67%	1 16.67%	4 66.67%	0 0%	6 100%
Redes y diagramas de sistemas	0 0%	0 0%	0 0%	3 50%	3 50%	6 100%
Modelación	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	6 100%	6 100%
Análisis de tendencias de variables críticas	0 0%	0 0%	0 0%	2 33.33%	4 66.67%	6 100%
Mapeo de superposición y SIG	0 0%	1 16.67%	1 16.67%	0 0%	4 66.67%	6 100%
Análisis de capacidad de carga	0 0%	0 0%	0 0%	2 33.33%	4 66.67%	6 100%
Análisis de ecosistemas	0 0%	1 16.67%	1 16.67%	0 0%	4 66.67%	6 100%
Seguimiento de índices ecológicos	0 0%	0 0%	0 0%	3 50%	3 50%	6 100%

Min Max

Fuente: Elaboración propia a partir de Encuesta online en QuestionPro

Por último, se indica que los participantes no realizaron propuestas metodologías adicionales para el componente hídrico.

3.2.2.1.3 Suelo

La encuesta del OP "Suelo" fue desarrollada por 3 participantes (N=3), y se enfocó en los "Impactos sobre la cantidad y calidad de suelo".

Los resultados de la encuesta (Figura 3-35) indica que el porcentaje de respuestas en su mayoría están en las categorías "De acuerdo" y "Muy de acuerdo". Sin embargo, cabe indicar que dos (2) variables, si bien presentaron en su mayoría respuestas "De acuerdo" y "Muy de acuerdo", también fue clasificada en categoría "Indiferente". Lo anterior será analizado grupalmente en el Taller, cuyos resultados se presentan en la sección 3.2.2.2.3.

Figura 3-35. Resultados Encuesta – Impactos Acumulativos para Objeto de Proyección "Suelo"

Statement	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Indiferente	De acuerdo	Muy de acuerdo	Overall
Cantidad y calidad de suelo: Pérdida de suelo	0 0%	0 0%	1 33.33%	0 0%	2 66.67%	3 100%
Cantidad y calidad de suelo: Activación de procesos erosivos	0 0%	0 0%	1 33.33%	0 0%	2 66.67%	3 100%
Cantidad y calidad de suelo: Alteración de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo	0 0%	0 0%	0 0%	1 33.33%	2 66.67%	3 100%

Min Max

Fuente: Elaboración propia a partir de Encuesta online en QuestionPro

Asimismo, dentro de los comentarios en la encuesta se relevan cinco (5) impactos ambientales adicionales para ser revisados en el Taller, los cuales se abordan en la misma sección señalada previamente. Dichos impactos ambientales propuestos son:

1. Pérdida de suelo por degradación; erosión; o presencia de contaminantes.
2. Pérdida de la capacidad del suelo para sustentar la biodiversidad por degradación; erosión; o presencia de contaminantes.
3. Pérdida de la capacidad de regeneración o renovación del recurso suelo.
4. Pérdida de suelos escasos, únicos o representativos.
5. Cambio de uso de suelo.

En relación con las variables críticas o relevantes, los resultados de la encuesta realizada se presentan en la Figura 3-36, identificando que el porcentaje de respuestas en su mayoría están en las categorías "De acuerdo" y "Muy de acuerdo". Sin embargo, cabe indicar que nueve (9) de dichas variables también fueron clasificadas en categoría "Muy en desacuerdo". Lo anterior será analizado grupalmente en el Taller, cuyos resultados se presentan en la sección 3.2.2.2.3.

Figura 3-36. Resultados Encuesta – Variables críticas o relevantes para Objeto de Proyección "Suelo"

Statement	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Indiferente	De acuerdo	Muy de acuerdo	Overall
Textura	1 33.33%	0 0%	0 0%	2 66.67%	0 0%	3 100%
Estructura	1 33.33%	0 0%	0 0%	2 66.67%	0 0%	3 100%
Materia orgánica	1 33.33%	0 0%	0 0%	2 66.67%	0 0%	3 100%
pH	0 0%	0 0%	0 0%	2 66.67%	1 33.33%	3 100%
Presencia de contaminantes (metales pesados, productos químicos tóxicos, residuos sólidos y sustancias orgánicas)	0 0%	0 0%	0 0%	1 33.33%	2 66.67%	3 100%
Clase de suelo	0 0%	0 0%	0 0%	1 33.33%	2 66.67%	3 100%
Uso de suelo	0 0%	0 0%	0 0%	1 33.33%	2 66.67%	3 100%
Erodabilidad	0 0%	0 0%	0 0%	1 33.33%	2 66.67%	3 100%
Pendiente	0 0%	0 0%	0 0%	1 33.33%	2 66.67%	3 100%
Superficie	0 0%	0 0%	0 0%	2 66.67%	1 33.33%	3 100%
Profundidad efectiva	0 0%	0 0%	0 0%	2 66.67%	1 33.33%	3 100%
Pluviometría	0 0%	0 0%	0 0%	2 66.67%	1 33.33%	3 100%
Régimen hídrico	0 0%	0 0%	0 0%	1 33.33%	2 66.67%	3 100%
Nivel freático	0 0%	0 0%	0 0%	1 33.33%	2 66.67%	3 100%
Humedad del suelo	1 33.33%	0 0%	0 0%	2 66.67%	0 0%	3 100%
Potencial REDOX	0 0%	0 0%	0 0%	2 66.67%	1 33.33%	3 100%
Patrón de aireación	1 33.33%	0 0%	0 0%	2 66.67%	0 0%	3 100%
Salinidad	1 33.33%	0 0%	0 0%	1 33.33%	1 33.33%	3 100%
Sodicidad	1 33.33%	0 0%	0 0%	2 66.67%	0 0%	3 100%
Alcalinidad	0 0%	0 0%	0 0%	3 100%	0 0%	3 100%
Cobertura vegetal	0 0%	0 0%	0 0%	1 33.33%	2 66.67%	3 100%

Figura 3-36. Resultados Encuesta – Variables críticas o relevantes para Objeto de Proyección "Suelo"

Diversidad de microorganismos	1 33.33%	0 0%	0 0%	1 33.33%	1 33.33%	3 100%
Diversidad de microinvertebrados	1 33.33%	0 0%	0 0%	1 33.33%	1 33.33%	3 100%

Min Max

Fuente: Elaboración propia a partir de Encuesta online en QuestionPro

Cabe destacar que los participantes no presentaron variables críticas adicionales como propuesta para su posterior análisis durante el Taller.

Finalmente, para las metodologías propuestas (Figura 3-37) los resultados indican que el porcentaje de respuestas en su mayoría están en las categorías "De acuerdo" y "Muy de acuerdo", siendo validados previamente a la discusión en el Taller. Pese a lo anterior, cinco (5) familias metodológicas también fueron votadas en las categorías "En desacuerdo" o "Indiferente". Por lo anterior, serán analizadas grupalmente en el Taller, cuyos resultados se presentan en la sección 3.2.2.2.3.

Figura 3-37. Resultados Encuesta – Metodologías para Objeto de Proyección "Suelo"

Statement	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Indiferente	De acuerdo	Muy de acuerdo	Overall
Cuestionarios, entrevistas y paneles	0 0%	0 0%	2 66.67%	1 33.33%	0 0%	3 100%
Listas de chequeo	0 0%	0 0%	1 33.33%	2 66.67%	0 0%	3 100%
Matrices	0 0%	0 0%	0 0%	3 100%	0 0%	3 100%
Redes y diagramas de sistemas	0 0%	0 0%	0 0%	2 66.67%	1 33.33%	3 100%
Modelación	0 0%	0 0%	1 33.33%	1 33.33%	1 33.33%	3 100%
Análisis de tendencias de variables críticas	0 0%	0 0%	0 0%	1 33.33%	2 66.67%	3 100%
Mapeo de superposición y SIG	0 0%	0 0%	0 0%	1 33.33%	2 66.67%	3 100%
Análisis de capacidad de carga	0 0%	1 33.33%	0 0%	1 33.33%	1 33.33%	3 100%
Análisis de ecosistemas	0 0%	0 0%	0 0%	2 66.67%	1 33.33%	3 100%
Seguimiento de índices ecológicos	0 0%	0 0%	1 33.33%	1 33.33%	1 33.33%	3 100%

Min Max

Fuente: Elaboración propia a partir de Encuesta online en QuestionPro

Cabe destacar que los participantes no presentaron propuestas metodológicas adicionales para su posterior análisis durante el Taller.

3.2.2.1.4 Flora

La encuesta del OP "Flora" fue desarrollada por cinco (N=5) participantes, y fue abordada mediante dos categorías de impactos: "Impactos sobre la cantidad y calidad de flora terrestre", e "Impactos sobre la cantidad y calidad de vegetación terrestre".

Los resultados de la encuesta respecto a impactos acumulativos para este OP se presentan en la Figura 3-38, los cuales indican que todos los impactos se encuentran clasificados en las categorías "De acuerdo" y "Muy de acuerdo", siendo validados previamente a la discusión en el Taller aquellos en donde hubo acuerdo total. Cabe destacar que dos (2) de ellos también fueron clasificados en la categoría "En desacuerdo". Lo anterior, será analizado grupalmente en el Taller, cuyos resultados se presentan en la sección 3.2.2.2.4.

Figura 3-38. Resultados Encuesta – Impactos Acumulativos para Objeto de Proyección "Flora"

Statement	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Indiferente	De acuerdo	Muy de acuerdo	Overall
Cantidad y calidad de flora terrestre: Pérdida de individuos o ejemplares de flora	0 0%	0 0%	0 0%	1 20%	4 80%	5 100%
Cantidad y calidad de flora terrestre: Introducción de especies exóticas	0 0%	0 0%	0 0%	2 40%	3 60%	5 100%
Cantidad y calidad de vegetación terrestre: Pérdida de formación vegetacional	0 0%	1 20%	0 0%	0 0%	4 80%	5 100%
Cantidad y calidad de vegetación terrestre: Fragmentación de formación vegetacional	0 0%	0 0%	0 0%	1 20%	4 80%	5 100%
Cantidad y calidad de vegetación terrestre: Modificación de composición	0 0%	1 20%	0 0%	1 20%	3 60%	5 100%
Cantidad y calidad de vegetación terrestre: Introducción de especies exóticas	0 0%	0 0%	0 0%	3 60%	2 40%	5 100%

Min Max

Fuente: Elaboración propia a partir de Encuesta online en QuestionPro

Asimismo, dentro de los comentarios en la encuesta se relevan dos (2) impactos acumulativos propuestos de manera complementaria, con el objetivo de revisarlos en el Taller, los que se presentan en la sección 3.2.2.2.4. Dichos impactos son los siguientes:

1. Modificación de comunidad o población por cambios en su tamaño, función, estructura, cobertura y densidad.
2. Modificación de formaciones vegetacionales con presencia de ECC, con énfasis en aquellas formaciones de Bosque nativo de Preservación, Formaciones Xerofíticas y Plantaciones Forestales.

En relación con las variables críticas o relevantes, los resultados de la encuesta realizada se presentan en la Figura 3-39, indicando que el porcentaje de respuestas en su mayoría están en las categorías "De acuerdo" y "Muy de acuerdo". Sin embargo, cabe indicar que una (1) variable, si bien presenta en su mayoría respuestas "De acuerdo" y "Muy de acuerdo",

también fue categorizada como "Indiferente". Lo anterior será analizado grupalmente en el Taller, cuyos resultados se presentan en la sección 3.2.2.2.4.

Figura 3-39. Resultados Encuesta – Variables críticas o relevantes para Objeto de Proyección "Flora"

Statement	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Indiferente	De acuerdo	Muy de acuerdo	Overall
Endemismo	0 0%	0 0%	0 0%	1 20%	4 80%	5 100%
Categoría de conservación	0 0%	0 0%	0 0%	1 20%	4 80%	5 100%
Riqueza	0 0%	0 0%	0 0%	2 40%	3 60%	5 100%
Abundancia	0 0%	0 0%	0 0%	1 20%	4 80%	5 100%
Distribución territorial	0 0%	0 0%	0 0%	1 20%	4 80%	5 100%
Representatividad	0 0%	0 0%	0 0%	2 40%	3 60%	5 100%
Valor ecológico o preservación	0 0%	0 0%	0 0%	1 20%	4 80%	5 100%
Sucesión ecológica	0 0%	0 0%	0 0%	2 40%	3 60%	5 100%
Biodiversidad	0 0%	0 0%	0 0%	3 60%	2 40%	5 100%
Especies invasoras	0 0%	0 0%	0 0%	2 40%	3 60%	5 100%
Plagas y enfermedades	0 0%	0 0%	0 0%	1 20%	4 80%	5 100%
Prácticas de manejo forestal y agrícola	0 0%	0 0%	0 0%	1 20%	4 80%	5 100%
Incendios forestales	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	5 100%	5 100%
Temperatura	0 0%	0 0%	0 0%	1 20%	4 80%	5 100%
Precipitación	0 0%	0 0%	0 0%	1 20%	4 80%	5 100%
Cambio en el uso de suelo	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	5 100%	5 100%
Calidad del suelo	0 0%	0 0%	0 0%	1 20%	4 80%	5 100%
Calidad del aire	0 0%	0 0%	1 20%	2 40%	2 40%	5 100%
Calidad del agua	0 0%	0 0%	0 0%	3 60%	2 40%	5 100%

Min Max

Fuente: Elaboración propia a partir de Encuesta online en QuestionPro

Asimismo, dentro de los comentarios en la encuesta se proponen seis (6) variables críticas adicionales para ser revisados en el Taller, cuyo resultado se presenta en misma sección señalada previamente. Las variables adicionales son:

1. Vectores de dispersión (Luz)
2. Capacidad de regeneración.
3. Límite de distribución territorial.
4. Categoría de conservación.
5. Recursos escasos, únicos o representativos.
6. Cambio climático y proyección sobre el componente (ARCLIM MMA).

Finalmente, para las metodologías propuestas, se obtienen los resultados de la Figura 3-40, cuyos resultados indican que el porcentaje de respuestas en su mayoría están en las categorías "De acuerdo" y "Muy de acuerdo", por lo cual aquellas con totalidad de acuerdo se validan previamente a la discusión en el Taller. Cabe señalar que cuatro (4) familias metodológicas también fueron votadas en las categorías "En desacuerdo" e "Indiferente". Por lo anterior, éstas serán analizadas grupalmente en el Taller, cuyos resultados se presentan en la sección 3.2.2.2.4.

Figura 3-40. Resultados Encuesta – Metodologías para Objeto de Proyección "Flora"

Statement	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Indiferente	De acuerdo	Muy de acuerdo	Overall
Cuestionarios, entrevistas y paneles	0 0%	0 0%	2 40%	1 20%	2 40%	5 100%
Listas de chequeo	0 0%	0 0%	0 0%	4 80%	1 20%	5 100%
Matrices	0 0%	0 0%	0 0%	4 80%	1 20%	5 100%
Redes y diagramas de sistemas	0 0%	0 0%	1 20%	0 0%	4 80%	5 100%
Modelación	0 0%	0 0%	1 20%	1 20%	3 60%	5 100%
Análisis de tendencias de variables críticas	0 0%	1 20%	0 0%	0 0%	4 80%	5 100%
Mapeo de superposición y SIG	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	5 100%	5 100%
Análisis de capacidad de carga	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	5 100%	5 100%
Análisis de ecosistemas	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	5 100%	5 100%
Seguimiento de índices ecológicos	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	5 100%	5 100%

Min Max

Fuente: Elaboración propia a partir de Encuesta online en QuestionPro

Asimismo, dentro de los comentarios en la encuesta se proponen trece (13) metodologías o herramientas adicionales, cuyo análisis se aborda en la sección 3.2.2.2.4 como parte de los resultados del Taller. Dichas metodologías son las siguientes:

1. Revisión bibliográfica de casos de estudio
2. Estudios temporales en campo
3. Parcelas de Muestreo Forestal
4. Sistema de Clasificación de la Vegetación en Tipos Forestales
5. Point Quadrat
6. Método de inventarios fitosociológicos de Braun-Blanquet (Relevé)
7. Cuadrantes/Parcelas
8. Método de los cuartos
9. Carta de Ocupación de Tierras (COT)
10. Muestreo para hongos, líquenes y briófitas
11. Transectos Lineales
12. Teledetección (Índices espectrales para vegetación)
13. Índice de Área Foliar (IAF) o Leaf Area Index (LAI)

3.2.2.1.5 Fauna

La encuesta del OP "Fauna" fue realizada por siete (N=7) profesionales, y se centró en "Impactos sobre la cantidad y calidad de fauna".

Los resultados de la encuesta se presentan en la Figura 3-41, indicando que el porcentaje de respuestas en su mayoría están en las categorías "De acuerdo" y "Muy de acuerdo". Sin embargo, cabe indicar que los tres (3) impactos acumulativos propuestos, pese a presentar en su mayoría respuestas "De acuerdo" y "Muy de acuerdo", también fueron clasificados en la categoría "Muy en desacuerdo". Lo anterior será analizado grupalmente en el Taller, cuyos resultados se presentan en la sección 3.2.2.2.5.

Figura 3-41. Resultados Encuesta – Impactos Acumulativos para Objeto de Proyección "Fauna"

Statement	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Indiferente	De acuerdo	Muy de acuerdo	Overall
Calidad y cantidad de fauna: Pérdida de individuos	1 14.29%	0 0%	0 0%	1 14.29%	5 71.43%	7 100%
Calidad y cantidad de fauna: Cambios conductuales	1 14.29%	0 0%	0 0%	1 14.29%	5 71.43%	7 100%
Calidad y cantidad de fauna: Introducción de especies exóticas	1 14.29%	0 0%	0 0%	2 28.57%	4 57.14%	7 100%

Min Max

Fuente: Elaboración propia a partir de Encuesta online en QuestionPro

Asimismo, dentro de los comentarios en la encuesta se proponen seis (6) impactos acumulativos propuestos de manera complementaria, con el objetivo de revisarlos en el Taller, los que se presentan en la sección 3.2.2.2.5. Dichos impactos propuestos corresponden a:

1. Pérdida de especie.
2. Pérdida de hábitat.
3. Fragmentación de hábitat.
4. Alteración de hábitat y/o sitio.
5. Cambio en la composición de especie.
6. Alteración de los ciclos de vida y reproductivos de las especies.

En relación con las variables críticas o relevantes, los resultados de la encuesta realizada se presentan en la Figura 3-42, indicando que el porcentaje de respuestas en su mayoría están en las categorías "De acuerdo" y "Muy de acuerdo". Sin embargo, cabe indicar que todas las variables, si bien presentaron en su mayoría respuestas "De acuerdo" y "Muy de acuerdo", también fueron categorizadas como "Muy en desacuerdo". Lo anterior será analizado grupalmente en el Taller, cuyos resultados se presentan en la sección previamente indicada.

Figura 3-42. Resultados Encuesta – Variables críticas o relevantes para Objeto de Proyección "Fauna"

Statement	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Indiferente	De acuerdo	Muy de acuerdo	Overall
Endemismo	1 14.29%	0 0%	0 0%	2 28.57%	4 57.14%	7 100%
Categoría de conservación	1 14.29%	0 0%	0 0%	2 28.57%	4 57.14%	7 100%
Riqueza	1 14.29%	0 0%	1 14.29%	3 42.86%	2 28.57%	7 100%
Abundancia	1 14.29%	0 0%	0 0%	3 42.86%	3 42.86%	7 100%
Movilidad	1 14.29%	0 0%	1 14.29%	1 14.29%	4 57.14%	7 100%
Distribución territorial	1 14.29%	0 0%	0 0%	1 14.29%	5 71.43%	7 100%
Rol en la trama trófica	1 14.29%	0 0%	0 0%	1 14.29%	5 71.43%	7 100%

Min Max

Fuente: Elaboración propia a partir de Encuesta online en QuestionPro

Asimismo, dentro de los comentarios en la encuesta se relevan ocho (8) variables relevantes complementarias para ser revisadas en el Taller, cuyos resultados se abordan en la misma sección 3.2.2.2.5. Dichas variables relevantes propuestas son:

1. Interacción con flora.

2. Ciclo de vida de especies.
3. Ciclo reproductivo de especies.
4. Estrategias reproductivas (Ej: golondrinas de mar).
5. Migración (Ej: chorlo, fío fio).
6. Fase de hibernación (Ej: reptiles, marsupiales).
7. Especificidad de hábitat (Ej: anfibios).
8. Hábitats Amenazados (Ej: turberas), Protegidos o Únicos.

Finalmente, para las metodologías propuestas (Figura 3-43), los resultados indican que el porcentaje de respuestas en su mayoría fueron clasificados "De acuerdo" y "Muy de acuerdo". Pese a lo anterior, ocho (8) familias metodológicas también fueron votadas en las categorías "Muy en desacuerdo" e "Indiferente". Por lo anterior, serán analizadas grupalmente en el Taller, cuyos resultados se presentan en la sección previamente indicada.

Figura 3-43. Resultados Encuesta – Metodologías para Objeto de Proyección "Fauna"

Statement	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Indiferente	De acuerdo	Muy de acuerdo	Overall
Cuestionarios, entrevistas y paneles	0 0%	0 0%	1 14.29%	3 42.86%	3 42.86%	7 100%
Listas de chequeo	1 14.29%	0 0%	0 0%	5 71.43%	1 14.29%	7 100%
Matrices	1 14.29%	0 0%	1 14.29%	3 42.86%	2 28.57%	7 100%
Redes y diagramas de sistemas	0 0%	0 0%	0 0%	3 42.86%	4 57.14%	7 100%
Modelación	1 14.29%	0 0%	1 14.29%	2 28.57%	3 42.86%	7 100%
Análisis de tendencias de variables críticas	1 14.29%	0 0%	1 14.29%	1 14.29%	4 57.14%	7 100%
Mapeo de superposición y SIG	1 14.29%	0 0%	0 0%	2 28.57%	4 57.14%	7 100%
Análisis de capacidad de carga	1 14.29%	0 0%	0 0%	0 0%	6 85.71%	7 100%
Análisis de ecosistemas	1 14.29%	0 0%	0 0%	0 0%	6 85.71%	7 100%
Seguimiento de índices ecológicos	0 0%	0 0%	0 0%	2 28.57%	5 71.43%	7 100%

Min Max

Fuente: Elaboración propia a partir de Encuesta online en QuestionPro

Asimismo, dentro de los comentarios en la encuesta se relevan cuatro (4) propuestas metodológicas o herramientas para ser revisadas en el Taller, cuyo análisis se aborda en la sección 3.2.2.2.5 Dichas metodologías son las siguientes:

1. Nicho ecológico
2. Modelación de cambio climático

3. Revisión bibliográfica de estudios de caso.
4. Análisis temporal de campo.
5. Conocimiento local.

3.2.2.1.6 Ecosistemas

La encuesta del OP "Ecosistemas" fue desarrollada por seis (N=6) participantes. Los resultados se presentan en la Figura 3-44 e indican que todos los impactos se encuentran clasificados en las categorías "De acuerdo" y "Muy de acuerdo", siendo en su mayoría validados previamente a la discusión en el Taller. Sin embargo, cabe indicar que un (1) impacto, si bien presenta en su mayoría respuestas "De acuerdo" y "Muy de acuerdo", también se obtuvo categorías "En desacuerdo" e "Indiferente". Lo anterior será analizado grupalmente en el Taller, cuyos resultados se presentan en la sección 3.2.2.2.6.

Figura 3-44. Resultados Encuesta – Impactos Acumulativos para Objeto de Proyección "Ecosistemas"

Statement	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Indiferente	De acuerdo	Muy de acuerdo	Overall
Pérdida del hábitat	0 0%	1 16.67%	1 16.67%	0 0%	4 66.67%	6 100%
Fragmentación del hábitat	0 0%	0 0%	0 0%	1 16.67%	5 83.33%	6 100%
Alteración de servicios ecosistémicos	0 0%	0 0%	0 0%	2 33.33%	4 66.67%	6 100%

Min Max

Fuente: Elaboración propia a partir de Encuesta online en QuestionPro

Asimismo, dentro de los comentarios en la encuesta se proponen catorce (14) impactos acumulativos de manera complementaria, con el objetivo de revisarlos en el Taller. El resultado de dicho análisis se presenta en la sección 3.2.2.2.6. A continuación, se indican los impactos acumulativos propuestos:

1. Pérdida de biodiversidad.
2. Alteración de ciclos biogeoquímicos.
3. Alteración de hábitat y/o sitio.
4. Alteración de la capacidad de regeneración.
5. Afectación de áreas protegidas o áreas colocadas bajo protección oficial.
6. Afectación de ecosistemas únicos, escasos o representativos.
7. Afectación de ecosistemas frágiles.
8. Cambios en componentes abióticos de los ecosistemas (ej: agua, aire, entre otros).
9. Invasión de especies exóticas.
10. Pérdida de individuos especies de flora y fauna.
11. Modificación de la cobertura.
12. Composición de formaciones vegetacionales.

13. Disminución de la disponibilidad de alimento o recursos para las especies.
14. Afectación a interacciones mutualistas estrechas.

En relación a las variables críticas o relevantes, los resultados de la encuesta realizada se presentan en la Figura 3-45, indicando que el porcentaje de respuestas en su mayoría están en las categorías "De acuerdo" y "Muy de acuerdo". Sin embargo, cabe indicar que la gran mayoría de las variables propuestas también fueron clasificadas en categorías "En desacuerdo" e "Indiferente". Lo anterior será analizado grupalmente en el Taller, cuyos resultados se presentan en la sección previamente indicada.

Figura 3-45. Resultados Encuesta – Variables críticas o relevantes para Objeto de Proyección "Ecosistemas"

Statement	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Indiferente	De acuerdo	Muy de acuerdo	Overall
Representatividad	0 0%	0 0%	1 16.67%	2 33.33%	3 50%	6 100%
Hot spots	0 0%	0 0%	0 0%	1 16.67%	5 83.33%	6 100%
Estado de conservación del ecosistema	0 0%	0 0%	1 16.67%	0 0%	5 83.33%	6 100%
Cambio climático	0 0%	0 0%	0 0%	1 16.67%	5 83.33%	6 100%
Calidad del agua	0 0%	1 16.67%	0 0%	2 33.33%	3 50%	6 100%
Calidad del suelo	0 0%	1 16.67%	0 0%	3 50%	2 33.33%	6 100%
Presencia de especies invasoras	0 0%	1 16.67%	0 0%	1 16.67%	4 66.67%	6 100%
Presencia de contaminantes	0 0%	1 16.67%	0 0%	1 16.67%	4 66.67%	6 100%
Actividades de restauración y conservación en desarrollo	0 0%	1 16.67%	0 0%	1 16.67%	4 66.67%	6 100%

Fuente: Elaboración propia a partir de Encuesta online en QuestionPro

Asimismo, dentro de los comentarios en la encuesta se proponen dieciocho (18) variables adicionales para ser revisadas en el Taller, cuyos resultados se presentan en la sección 3.2.2.2.6. Dichas variables son:

1. Valor de relevancia indicado en el mapa de ecosistemas terrestres y acuáticos continentales de la plataforma SIMBIO (MMA).
2. Disponibilidad de alimento o recursos para las especies.
3. Presencia de Ecosistemas Frágiles (Ej: bofedales, vegas, humedales, entre otros).
4. Límite de distribución.
5. Representatividad en SNASPE.
6. Funciones ecosistémicas.

7. Sitios RAMSAR
8. Planes RECOGE (también puede ser aplicado a Flora y Fauna de manera separada).
9. Posición ecológica a escala paisaje.
10. Índices de fragmentación (n° de fragmentos, tamaño de fragmentos, tamaño y forma de bordes, grado de aislación de fragmentos, áreas núcleos, entro otros)
11. Endemismo
12. Presencia de suelos frágiles.
13. Ecosistemas de distribución restringida.
14. Presencia de Glaciares.
15. Valor ambiental del territorio.
16. Interacciones mutualistas estrechas.
17. Microclima.
18. Concentración de actividades simultáneas.

Finalmente, para las metodologías propuestas se obtienen los resultados de la Figura 3-46, los cuales indican que el porcentaje de respuestas en su mayoría están en las categorías "De acuerdo" y "Muy de acuerdo". Pese a lo anterior, dos (2) familias metodológicas también fueron votadas en la categoría "Indiferente". Por lo anterior, estas serán analizada grupalmente en el Taller, cuyos resultados se presentan en la sección previamente indicada.

Figura 3-46. Resultados Encuesta – Metodologías para Objeto de Proyección "Ecosistemas"

Statement	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Indiferente	De acuerdo	Muy de acuerdo	Overall
Cuestionarios, entrevistas y paneles	0 0%	0 0%	0 0%	4 66.67%	2 33.33%	6 100%
Listas de chequeo	0 0%	0 0%	0 0%	2 33.33%	4 66.67%	6 100%
Matrices	0 0%	0 0%	1 16.67%	2 33.33%	3 50%	6 100%
Redes y diagramas de sistemas	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	6 100%	6 100%
Modelación	0 0%	0 0%	2 33.33%	0 0%	4 66.67%	6 100%
Análisis de tendencias de variables críticas	0 0%	0 0%	0 0%	1 16.67%	5 83.33%	6 100%
Mapeo de superposición y SIG	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	6 100%	6 100%
Análisis de capacidad de carga	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	6 100%	6 100%
Análisis de ecosistemas	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	6 100%	6 100%
Seguimiento de índices ecológicos	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	6 100%	6 100%

Min Max

Fuente: Elaboración propia a partir de Encuesta online en QuestionPro

Asimismo, dentro de los comentarios en la encuesta se proponen cuatro (4) metodologías o herramientas adicionales para ser revisadas en el Taller, cuyo resultado se presenta en la sección 3.2.2.2.6. Dichas metodologías corresponden a:

1. Metodología propuesta en la Guía Metodológica de Compensación en Biodiversidad.
2. Metodología acorde para determinar y cuantificar los servicios ecosistémicos que un ecosistema particular provee.
3. Revisión bibliográfica de casos de estudio.
4. Análisis temporal de campo.

3.2.2.1.7 Salud de la población

En el caso de "Salud de la población", la encuesta fue contestada por cuatro (4) participantes, quienes indicaron que todos los impactos se encuentran clasificados en las categorías "De acuerdo" y "Muy de acuerdo", siendo validados previamente a la discusión en el Taller (Figura 3-47). Sin embargo, cabe indicar que dos (2) de dichos impactos también fueron categorizados "En desacuerdo". Lo anterior será analizado grupalmente en el Taller, cuyos resultados se presentan en la sección 3.2.2.2.7.

Figura 3-47. Resultados Encuesta – Impactos Acumulativos para Objeto de Proyección "Salud de la Población"

Statement	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Indiferente	De acuerdo	Muy de acuerdo	Overall
Alteración de receptores por aumento de emisiones de material particulado (MP2,5 y MP10)	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	4 100%	4 100%
Alteración de receptores por aumento de gases atmosféricos (CO, NO2, SO2)	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	4 100%	4 100%
Alteración de receptores por aumento de gases de efecto invernadero (HC y COVs)	0 0%	2 50%	0 0%	0 0%	2 50%	4 100%
Alteración de receptores por aumento de gases odoríferos	0 0%	0 0%	0 0%	1 25%	3 75%	4 100%
Alteración de receptores por aumento de emisiones sonoras	0 0%	0 0%	0 0%	2 50%	2 50%	4 100%
Alteración de receptores por aumento de emisiones electromagnéticas	0 0%	0 0%	0 0%	2 50%	2 50%	4 100%
Alteración de receptores por aumento de vibraciones	0 0%	0 0%	0 0%	2 50%	2 50%	4 100%
Alteración de receptores por aumento de emisiones lumínicas	0 0%	1 25%	0 0%	1 25%	2 50%	4 100%
Alteración de receptores por generación de efecto sombra intermitente	0 0%	0 0%	0 0%	2 50%	2 50%	4 100%
Alteración de receptores por exposición a contaminantes	0 0%	0 0%	0 0%	1 25%	3 75%	4 100%

Min Max

Fuente: Elaboración propia a partir de Encuesta online en QuestionPro.[30]

Asimismo, dentro de los comentarios en la encuesta se propone un (1) impacto acumulativo adicional para ser revisado en el Taller, el cual se aborda en la misma sección señalada previamente. Dicho impacto corresponde al:

1. Impacto acumulativo por material particulado sedimentable sobre recursos naturales renovables.

En relación con las variables críticas o relevantes, los resultados de la encuesta realizada se presentan en la Figura 3-48, cuyos resultados indican que el porcentaje de respuestas en su mayoría están en las categorías "De acuerdo" y "Muy de acuerdo". Sin embargo, cabe indicar que cinco (5) de dichas variables también fueron categorizadas "Indiferente". Lo anterior será analizado grupalmente en el Taller, cuyos resultados se presentan en la sección 3.2.2.2.7.

[30] Si bien se muestran como ejemplos de Gases Efecto Invernadero (GEI), éstos corresponden a gases precursores de GEI, que son clasificados como como forzantes climáticos de vida corta.

Figura 3-48. Resultados Encuesta – Variables críticas o relevantes para Objeto de Proyección "Salud de la Población"

Statement	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Indiferente	De acuerdo	Muy de acuerdo	Overall
Concentración de contaminantes atmosféricos	0 0%	0 0%	0 0%	1 25%	3 75%	4 100%
Tiempo de exposición al receptor	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	4 100%	4 100%
Cantidad de receptores	0 0%	1 25%	0 0%	1 25%	2 50%	4 100%
Tipos de receptores	0 0%	1 25%	0 0%	1 25%	2 50%	4 100%
Estilo de vida y hábitos de la población	0 0%	2 50%	0 0%	1 25%	1 25%	4 100%
Condiciones socioeconómicas	0 0%	1 25%	0 0%	2 50%	1 25%	4 100%
Información epidemiológica	0 0%	1 25%	0 0%	2 50%	1 25%	4 100%
Cambio climático	0 0%	0 0%	0 0%	2 50%	2 50%	4 100%
Factores de estrés ambiental (exposición a SUSPEL, radiación solar y contaminación del agua)	0 0%	0 0%	0 0%	2 50%	2 50%	4 100%

Min Max

.

Fuente: Elaboración propia a partir de Encuesta online en QuestionPro

Asimismo, dentro de los comentarios en la encuesta se propone una (1) variable relevante adicional, para ser revisado en el Taller, el cual se aborda en la misma sección señalada previamente. Dicha variable corresponde a:

1. Análisis del estado o fase de otros proyectos que se encuentren potencialmente en el área de influencia del proyecto en evaluación.

Finalmente, para las metodologías propuestas presentadas en la Figura 3-49, los resultados indican que la gran mayoría de las respuestas se encuentran repartidas entre todas las categorías de posibles. Por lo anterior, todas las familias metodológicas serán analizadas grupalmente en el Taller, cuyos resultados se presentan en la sección 3.2.2.2.7.

Figura 3-49. Resultados Encuesta – Metodologías para Objeto de Proyección "Salud de la Población"

Statement	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Indiferente	De acuerdo	Muy de acuerdo	Overall
Listas de chequeo	1 25%	0 0%	2 50%	1 25%	0 0%	4 100%
Matrices	0 0%	1 25%	1 25%	2 50%	0 0%	4 100%
Redes y diagramas de sistemas	0 0%	0 0%	4 100%	0 0%	0 0%	4 100%
Modelación	0 0%	0 0%	0 0%	2 50%	2 50%	4 100%
Análisis de tendencias	0 0%	0 0%	1 25%	1 25%	2 50%	4 100%
Mapeo de superposición y SIG	0 0%	0 0%	1 25%	0 0%	3 75%	4 100%
Análisis de capacidad de carga	0 0%	0 0%	1 25%	1 25%	2 50%	4 100%
Análisis de ecosistemas	1 25%	0 0%	1 25%	1 25%	1 25%	4 100%

Min Max

Fuente: Elaboración propia a partir de Encuesta online en QuestionPro

Cabe señalar que no se identificaron propuestas metodológicas adicionales por parte de los participantes.

3.2.2.2 Taller Multidisciplinario

El Taller se desarrolló el miércoles 25 de octubre de 2023, dividido en dos jornadas de trabajo según grupos de objetos de protección:

- Módulo N°1: Aire, Agua y Salud de la Población.
- Módulo N°2: Suelo, Flora, Fauna, Ecosistemas.
- La encuesta se aplicó entre viernes 20 y el martes 24 de octubre de 2023, y fue derivada a cada uno de los participantes del Taller Multidisciplinario según el detalle de la Tabla 3-9.

Tabla 3-9. Listado de participantes en Taller según Objeto de Protección

		Módulo N°1			Módulo N°2			
Profesional	**Empresa**	**Aire**	**Agua**	**Salud de la población**	**Suelo**	**Flora**	**Fauna**	**Ecosistemas**
Patricio Walker	ECOS		x					
Vivian Hernández	ECOS	x		x				
Cristian Pérez	ECOS							x
Tamara Matamala	ECOS	x		x				
Pamela Pérez	ECOS							x
Maritza Rodríguez	ECOS	x		x				
Ivonne Quintana	ECOS	x		x				
Valentina Escanilla	ECOS		x					
Nicolas Millie	ECOS		x					
Cristian Jorquera	ECOS				x			
Paula Carraha	ECOS					x		
Karin Burgos	ECOS						x	
Sofía Ramos	ECOS						x	
Dominique Luengo	ECOS						x	
Camila Ramírez	SEA	x		x				
Claudio Castillo	SEA	x		x				
Rodrigo Rosales	SEA	x		x				
Federico Ander Fuhren	SEA					x	x	x
Ricardo Latorre	SEA					x	x	x
Felipe Rojas	SEA					x	x	x
Santiago Hormazábal	SEA		x		x	x	x	x
Gabriel Mendoza	SEA						x	
Gonzalo Jiménez	SEA		x					
Rodrigo Barrientos	SEA		x					
María Francisca Muñoz	SEA		x		x			

Fuente: Elaboración propia.

El trabajo de cada jornada fue guiado y registrado en pizarras online colaborativas de la plataforma Miró, cuyo principal input fueron los resultados de la Encuesta. Por tanto, el Taller se enfocó en discutir de manera grupal, por especialidad, los resultados de dicha encuesta, a fin de realizar una validación final de los impactos acumulativos a abordar en el marco del SEIA, así como las variables críticas o relevantes para la evaluación de dichos impactos,

y las familias metodológicas útiles para el proceso. Los resultados del Taller se presentan a continuación:

3.2.2.2.1 Aire

Para el OP Aire, respecto de los aspectos analizados en cuanto a los IA abordados en la Encuesta y el Taller, se relevan los siguientes aspectos:

- Respecto al Impacto sobre la calidad del aire por aumento en la concentración de material particulado, gases atmosféricos y gases odoríferos, se señala que la acumulación de fuentes, junto a la interacción de contaminantes y su persistencia en el tiempo, puede generar un impacto acumulativo progresivo en caso de no aplicar medidas de mitigación, pues la geografía local puede contribuir a su acumulación y la atmósfera tiene una capacidad limitada para disipar contaminantes.
- En cuanto al "Impacto sobre la salud de la población: Superación de límites establecidos por Normas primarias de calidad ambiental", se indica que la exposición prolongada y continua a niveles de contaminantes se considera perjudicial ya que tienen un efecto acumulativo en la salud humana. Lo anterior es recogido en cada estudio que respalda la elaboración y dictación de normas orientadas a regular la concentración de contaminantes atmosféricos.
- Por último, respecto al "Impacto sobre la salud de receptores naturales: Superación de límites establecidos por Normas secundarias de calidad ambiental", se indica que la exposición continua a contaminantes y la persistencia en el tiempo de dicho impacto también puede afectar la salud de los receptores naturales, abarcando la biodiversidad, el equilibrio ecológico y la capacidad de los ecosistemas para mantener sus funciones vitales.

Respecto de los otros impactos acumulativos abordados que si bien fueron validados en la Encuesta (Figura 3-25), más no en el Taller, se encuentra el "Aumento en la concentración de gases atmosféricos regulados" como HC y COVs que pueden ser clasificados como como forzantes climáticos de vida corta. Estos efectos tienen un alcance global, siendo analizados desde la perspectiva del Cambio Climático, el que está considerado dentro de la evaluación ambiental en diferentes ámbitos.

Adicional a los impactos abordados en los comentarios de la Encuesta, se propuso evaluar la posibilidad de incluir impactos acumulativos sobre la salud de la población por exposición prolongada a contaminantes cancerígenos, no cancerígenos y metales pesados (Ej: Arsénico). En atención a lo anterior, se debe mencionar que aquellos contaminantes que son cancerígenos por lo general son abordados por las normas primarias de calidad ambiental o normas de emisión, tanto nacional como de los Estados de Referencia señalados en el RSEIA. Específicamente en cuanto al Arsénico, a la fecha del ejercicio del taller, la norma primaria de calidad atmosférica estaba próxima a su publicación, siendo aprobada por el Consejo de Ministros (17 de noviembre de 2023), por lo que se está a la espera de la firma presidencial (Portal de Planes y Normas - mma.gob.cl). Por tanto, se entiende que la consideración del estado del componente Aire (calidad y olores) y sus normas asociadas,

aborda lo correspondiente a contaminantes cancerígenos en el análisis de impactos acumulativos para la Salud de la Población (ver capítulo 3.2.2.2.7).

Por consiguiente, para el OP Aire, respecto de los IA abordados en la Encuesta y del resultado del Taller, se validan los impactos susceptibles de abordar en el marco del SEIA presentes en la Tabla 3-10.

Continuando con el ejercicio del Taller, en relación con el listado de variables críticas o relevantes abordadas en la Encuesta, se ratifican aquellas que se presentan en la Tabla 3-10, a saber:

- Calidad de aire existente.
- Fuentes de emisión, entendiendo que también se incluyen a proyectos que pudieran contribuir al potencial impacto acumulativo.
- Condiciones locales (cercanía a cuerpos de agua, valles, microclimas, presencia de inversiones térmicas).

Respecto a la variable "Emisión de contaminantes", esta fue descartada ya que este análisis integrado que implicaría recolectar las emisiones de otros proyectos, aun aquellos no ingresados al SEIA, escapa del rango de acción del SEIA, requiriendo del establecimiento de instrumentos de gestión ambiental de orden superior.

En cuanto a las variables "Meteorología" y "Uso de suelo", también fueron descartadas pues dichas variables se vinculan directamente con la descripción del área de influencia (Línea Base); adicional a lo anterior, en el caso de la meteorología, se debe considerar que es un insumo para la obtención de la concentración de contaminantes, por lo que se encontrará inmersa en la descripción y proyección de la condición del componente. Por consiguiente, no guardan relación con las variables críticas necesarias para evaluar los IA.

Por último, la variable "Tráfico y transporte" también fue eliminada, ya que presenta relación directa con el movimiento de vehículos y desplazamientos, que corresponden a actividades recogidas en la condición basal del componente, cuyo resultado se manifiesta en el estado de la Calidad del Aire existente (variable crítica ya validada).

Adicional a los impactos abordados en los comentarios de la Encuesta, se propuso evaluar la posibilidad de incluir las siguientes variables criticas o relevantes:

- Estado de los proyectos que pudieran contribuir al potencial impacto acumulativo (RCA aprobada, en calificación, en fase de operación, etc).
- Análisis de interacciones entre contaminantes (aditivas, sinergias, antagónicas, entre otros).

En relación con los proyectos existentes en el área de emplazamiento del proyecto evaluado, se entiende que estos ya son parte de la evaluación de impacto (actual o tradicional), por tanto, también son abordados o contenidos en una evaluación de IAS, como parte de las etapas de evaluación de impacto (más que como un tipo de impacto en sí). En este caso se adicionan aquellos proyectos que se encuentren en proceso de calificación dentro

del SEIA y las actividades en operación que resulten evidentes respecto de la influencia sobre el estado del componente.

Para el caso del análisis de interacciones, se entiende que esta materia se encuentra abordada en la determinación de concentración de contaminantes atmosféricos, en donde se establece la relación entre emisión y concentración y cuyos resultados apuntan al establecimiento de una sinergia entre las fuentes. Sin embargo, para el caso de gases odoríferos, la composición de estos, desde la fuente o formados de manera secundaria, tiene una alta variabilidad. Esto impide determinar de manera directa o sencilla si la presencia de dos o más fuentes emisoras resultará en una interacción aditiva (la suma de los olores como aumento lineal de concentración de estos gases), sinérgica (generación de un nuevo gas odorífero) o antagónicas (disminución de gases odoríferos por la reacción química de los gases emitidos por las distintas fuentes). A pesar de ello, se considera recomendable abordar esta interacción como parte de las etapas de evaluación de impactos acumulativos.

Por lo tanto, para el OP Aire, respecto de los IA abordados en la Encuesta y del resultado del Taller, se validan las variables criticas o relevantes para la evaluación de impactos acumulativos susceptibles de abordar en el marco del SEIA presentes en la Tabla 3-10**.**

En cuanto al listado de familias metodológicas de evaluación de impactos acumulativos propuestas en la Encuesta, surgieron las siguientes recomendaciones:

- Respecto a la herramienta "Análisis de capacidad de carga", esta se elimina ya que no es factible abordarla dentro del marco de acción del SEIA, requiriendo la existencia de instrumentos de orden superior. Por otra parte, la variable "Análisis de ecosistemas" también se elimina, ya que guarda mayor relación con el OP "Ecosistemas" que con "Aire".
- Adicional a lo presentado anteriormente, se propuso incorporar otras metodologías para el subcomponente olor como análisis de retrotrayectorias[31], narices electrónicas, uso de Encuestas o registros de quejas; sin embargo, estas metodologías no se validan, ya que los proyectos que pudieran contribuir al potencial impacto acumulativo no son posibles de evaluar mediante dichas técnicas.

En el caso del listado de familias metodológicas y/o herramientas de evaluación de impactos acumulativos propuestas en la Encuesta, se validan tres (3) de las metodologías (Modelación, Análisis de tendencias, y Mapeo de superposición y SIG), las cuales también se presentan en la Tabla 3-10**.**

Finalmente, para el OP Aire las recomendaciones trabajadas en el Taller dan cuenta de lo siguiente:

[31] El concepto "Retrotrayectoria" representa el recorrido previo que realiza una masa de aire antes de incidir sobre un área determinada, resultando una herramienta de utilidad para la interpretación de la evolución de los niveles de calidad de aire, pues permite diferencias entre los aportes externos y locales.

- Se pudiese abordar el impacto acumulativo en forma separada para Olores; no obstante, resulta compleja su inclusión considerando la naturaleza de las emisiones odoríferas compuestas, ya que pueden tener variadas formas de interactuar.
- Evaluar si corresponde incluir como variable la Tipología de proyecto (Ej: Minería, Energía, Saneamiento ambiental, etc.) o el estado actual de éste (Ej: Previo a la Construcción, Construcción, Operación, Cierre, Posterior al Cierre), lo anterior respecto a otras actividades que están ubicadas en o cercanas al área de influencia en evaluación.
- Las normas de referencia están consignadas en el artículo 11 del RSEIA como el uso de aquellas internacionales, y en el artículo 5 y 6 para el descarte de los ECC. Adicionalmente, son indicadas en la Guía de evaluación del riesgo para la salud y en la Guía de efectos adversos sobre los RRNN. Pese a lo anterior, se debe considerar que la aplicación de estas podría dificultar la evaluación de impactos acumulativos, debido a la complejidad de las interacciones ambientales, la posibilidad de efectos sinérgicos, y la adaptabilidad a condiciones locales específicas. La evaluación de impactos acumulativos a menudo requiere un enfoque integrado que considere la complejidad del entorno y las interacciones entre diferentes factores.

3.2.2.2.2 Agua

Para el OP Agua, respecto de los aspectos analizados en cuanto a los IA abordados en la Encuesta y el Taller, se aclara lo siguiente:

- Fusionar los impactos "cambio en las propiedades físicas", "cambio en las propiedades químicas" y "cambio en otras propiedades (microbiología, metales pesados)" en uno solo que guarde relación con la calidad del agua en su dimensión amplia. En razon de ello serán agrupados bajo un único impacto denominado "cambio en la calidad del agua (parámetros físicos, químicos y biológicos)", el cual será aplicable para aguas terrestres superficiales, aguas subterráneas y medio marino.
- En el caso de glaciares, fusionar los impactos "cantidad de agua: pérdida de masa de agua del glaciar" y "cantidad de agua: modificación de la superficie de un glaciar" por estar íntimamente relacionados. En razon a lo anterior, se fusionan bajo la categoría "cantidad de agua: pérdida de masa (superficie o volumen)[32].
- En el caso de glaciares, se elimina el impacto "calidad del agua: cambio en las propiedades físicas del hielo o nieve (MPS, introducción de contaminantes a través de aguas de contacto u otros medios)", debido a que los cambios en la calidad del agua pueden ser abordados a través de aguas terrestres superficiales. Se hace presente también que cuando se refiere a glaciares no solamente se está hablando de glaciares blancos, sino también de glaciares rocosos y de permafrost. Al respecto, en el artículo 3 letra a) del RSEIA se hace referencia a los glaciares "que se encuentren incorporados como tales en un Inventario Público a cargo de la

[32] Coherente con la descripción provista en la letra g.5 del artículo 6 del RSEIA.

Dirección General de Aguas", para lo cual debe considerarse que dicho inventario considera glaciares blancos y de roca.
- Incorporar una nueva subcategoría que corresponda a "medio marino".

Por consiguiente, respecto de los IA abordados en la Encuesta y del resultado del Taller para el OP Agua, se validan los impactos susceptibles de abordar en el marco del SEIA presentes en la Tabla 3-11.

En cuanto a las variables críticas o relevantes, surgieron las siguientes recomendaciones:

- Para la variable "cantidad de agua: permeabilidad del medio" se discutió su validación dado que un proyecto en particular dificilmente puede alterar las propiedades del subsuelo. Sin embargo se precisó que el principal alcance está dirigido a aquellos proyectos que reducen la permeabilidad en superficie (por ej: proyectos inmobiliarios que pavimentan e impermeabilizan), disminuyendo la recarga al acuífero.
- Respecto de los grupos de variables de calidad del agua (nutrientes, metales pesados, compuestos orgánicos) se pide precisar para acotar las posibilidades. Al respecto, en cuanto a nutrientes, los más relevantes son usualmente las especies de nitrógeno (N) y de fósforo (P) dado que son los nutrientes limitantes naturalmente en los cuerpos de agua (salvo excepciones muy particulares). Los metales pesados a considerar dependen de la geología local y de la actividad suceptible de generar impacto (en general minería), por lo que es un análisis que debe realizarse caso a caso. Un listado referencial puede ser aquel que considera la SMA como parte de su Res. Ext. N°31/2022 que aprueba la "Instrucción general para la vigilancia ambiental del OP Agua en relación a depósitos de relaves"[33]. Para los compuestos orgánicos no resulta posible proveer de un listado referencial dado el inmenso número de compuestos distintos de interés que pueden proveer de una gran cantidad de industrias, siendo más adecuado que sean considerados según cada caso en particular. Finalmente, se concluye que son variables que actuan como descriptores o indicadores del impacto; más no variables críticas a analizar en la evaluación de impactos acumulativos. Por lo anterior, se incorporan las siguientes variables: "tipo de suelo", "capacidad del suelo para inmovilizar contaminantes", "permeabilidad del suelo", "cercanía de las fuentes", "interacciones entre agua subterránea y superficial" (Ej: precipitaciones, riego), "tipo de fuentes" (Ej: puntual, difusa), "persistencia del contaminante" y "tipo de acuífero".
- Para el caso de "cantidad de agua: variables meteorológicas (precipitaciones, evaporación)" se acuerda eliminar dicha variable puesto que no es suceptible de ser afectada por un proyecto en particular. Esta misma lógica debe seguirse para todas las variables que, siendo relevantes para la evaluación ambiental, pueden ser consideradas bajo una categoría distinta relacionada con "factores externos" (en

[33] As, Al, B, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Zn.

el caso de las variables meteorológicas debieran ser consideradas en el análisis de cambio climático, cuando corresponde).

- Considerar los sedimentos como un elemento relevante para el análisis, ya que se encuentra en estrecha relación con el agua en el caso de las aguas terrestres superficiales y medio marino (proyectos de Centros de Engorda de Salmones, resuspensión por instalación de fondeos y ductos, dragados, vertimientos, entre otros). Las variables que pueden caracterizar a nivel general su comportamiento son el "flujo de sedimentos" y la "composición de los sedimentos" (parámetros físicos, químicos y biológicos).
- En glaciares se propone eliminar "calidad del agua: depositación de MPS" ya que la depositación de MPS es algo que incide principalmente en el albedo, lo cual impacta a su vez en la cantidad de agua (velocidad de derretimiento). A su vez, se propone recoger variables que den cuenta del efecto que puede tener un proyecto en la estabilidad de un glaciar, por ejemplo a través de vibraciones tronaduras, faenas constructivas, cambios a la geomorfología, otros). Para ello se propone agregar "cantidad de agua: estabilidad del glaciar".

Por lo tanto, respecto de los IA abordados en la Encuesta y del resultado del Taller para el OP Agua, se validan las variables criticas o relevantes para la evaluación de impactos acumulativos susceptibles de abordar en el marco del SEIA presentes en la Tabla 3-11.

En cuanto al listado de familias metodológicas de evaluación de impactos acumulativos propuestas en la Encuesta, surgieron las siguientes recomendaciones:

- No validar como metodologías relevantes los "cuestionarios, entrevistas y paneles" ni "listas de chequeo", por no ser métodos utilizados comunmente en la práctica para efectos de la evaluación de impactos sobre el recurso hídrico.
- No validar el "análisis de ecosistemas" por ser una metodología que puede ser abordada por medio de su componente específica; pese a que pueda conectarse con el componente hídrico por medio de relaciones causales.
- No validad "mapeo de superposición y SIG", aun cuando es una herramienta útil para visualizar y contextualizar información relevante del componente (línea de base); más no como una metodología central para la evaluación de impactos.
- Validar las metodologías en base a "modelación", siendo la principal herrramienta utilizada en la práctica para la predicción de los impactos, tanto en agua superficial, como subterránea y medio marino. Como metodologías complementarias o alternativas para la predicción se valida también el uso de "redes y diagramas de sistemas", "matrices", "análisis de tendencias de variables críticas" y "seguimiento de índices ecológicos".
- Para efectos de la evaluación de los impactos se valida el "análisis de capacidad de carga".

Por lo tanto, para el OP Agua, respecto de los IA abordados en la Encuesta y del resultado del Taller, se validan las familias metodológicas y herramientas para la evaluación de

impactos acumulativos susceptibles de abordar en el marco del SEIA presentes en la Tabla 3-11.

En términos generales se plantea el hecho de que el componente hídrico puede tener una estrecha relación con otros componentes bióticos, por lo que resulta importante una visión ecosistémica cuando corresponda.

3.2.2.2.3 Suelo

Para el OP Suelo, respecto de los aspectos analizados en cuanto a los IA abordados en la Encuesta y el Taller, se aclara lo siguiente:

- La "pérdida de suelo" se relaciona a nivel de subcuenca una vez que se instalan los proyectos en una ubicación geográfica dentro de una cuenca. Con ello, se requiere una planificación territorial y la dinámica de cómo se vincula la pérdida de suelo con la interacción entre proyectos.
- La "pérdida de suelo" se relaciona directamente con la velocidad a la cual se generan los procesos de erosión. Se planea la posibilidad de fusionar ambos IA identificados.
- La "alteración de propiedades físicas, químicas y biológicas" depende directamente de los umbrales establecidos en las normas de emisión y normas de calidad. Por lo que se recomienda realizar un seguimiento en el avance del anteproyecto de la norma de suelo, y como ésta interacciona con los aspectos de los IA. Por otro lado, la Alteración de propiedades tanto físicas como químicas, se pueden relacionar directamente con las tipologías de proyectos, según el artículo 3 de la Ley N°19.300 y el RSEIA (Ej: Relaves, escarpes, tronaduras, riego con purines, capacidad de carga del sistema receptor, etc).
- Adicional a los impactos abordados en la Encuesta, se analizó la posibilidad de incorporar el impacto "pérdida de suelos escasos, únicos o representativos". No obstante, lo anterior, dicho impacto fue descartado ya que la condición de escasez, unicidad o representatividad corresponde a una variable que determina la significancia del impacto. Por otra parte, este impacto se entiende abordado por el IA "Pérdida de suelo", ya abordado en el listado propuesto.
- En complemento con lo anterior, se analizó la posibilidad de incorporar el impacto "pérdida de la capacidad del suelo de sustentar biodiversidad", lo cual se puede dar como resultado de la degradación, procesos de erosión y presencia de contaminantes. No obstante, lo anterior, este impacto fue descartado ya la capacidad de sustentar biodiversidad se puede analizar como un impacto acumulativo a mayor escala que a nivel de proyecto, en el marco de evaluación del SEIA.
- Respecto al impacto "cambio de uso de suelo" propuesto, este no se valida ya que corresponde una variable de análisis.

Por consiguiente, de acuerdo con los resultados de la Encuesta y el Taller, en la Tabla 3-12 se presentan los impactos susceptibles de abordar en el marco del SEIA validados por el equipo de especialistas.

Del listado de variables críticas o relevantes abordadas en la Encuesta, se validan las siguientes variables posterior al análisis realizado entre los participantes del Taller:

- Según los resultados de la Encuesta, las variables críticas que se distribuyeron dentro de las categorías "Muy de acuerdo" y "De acuerdo", y por ende validadas, se puede indicar que corresponde a los siguientes parámetros, por orden de importancia: Clase de suelo, Uso de suelo, Erodabilidad, Pendiente, Régimen hídrico, Nivel freático, Cobertura Vegetal, Presencia de contaminantes; en un segundo orden de importancia, las variables que fueron reconocidas de importancia para poder evaluar el Impacto Acumulativo en el OP suelo, fueron: pH, Superficie, Profundidad efectiva, Pluviometría y Potencial REDOX.
- Se incorpora la variable Singularidad del suelo, ya que la pérdida de suelo se intensifica en la medida que el suelo afectado sea escaso, único o representativo.
- Se incorporan las variables Intensidad del viento, Rugosidad de la superficie y Uso de suelo para evaluar el impacto asociado a procesos erosivos.
- Se incorporan las variables Capacidad de intercambio catiónico (CIC), Materia orgánica y Drenaje para evaluar la alteración de las propiedades física, químicas y biológicas del suelo.
- Para el caso de las clasificaciones de Clase de suelo, que guardan directa relación con las capacidades de uso del suelo y el potencial agrícola de un territorio, se releva que corresponde a una variable relevante, disponible de manera preliminar a partir del catastro de CIREN. Dicha clasificación es de carácter referencial y preliminar, pudiendo requerir de análisis en terreno actualizados, pues el catastro regional de Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN) cuenta con datos levantados desde el 2010 en adelante.

Del listado de variables críticas o relevantes abordadas en la Encuesta, no se validan las variables que se relacionan con los resultados de la Encuesta, que se identificaron con:

- Ponderadores de la categoría en "Muy en desacuerdo", correspondiente a un tercio de los resultados, las cuales fueron: Textura, Estructura, Humedad del suelo, Patrón de aireación, Sodicidad, Salinidad, Diversidad de microorganismos y Diversidad de microinvertebrados".
- Para el caso de la Textura y Estructura, estas son parte de la caracterización física intrínsecas del suelo, donde los impactos que se pueden generar asociados a estas variables son de carácter directos y puntuales, por lo que no se relacionarían a procesos de impactos con carácter de acumulación.
- De lo anterior, para las variables Diversidad de Microorganismos y Microinvertebrados, se puede indicar que el motivo de no validar dichas variables es debido a que están vinculados al potencial REDOX.
- Por su parte, la Humedad del suelo se relaciona a que tiene una alta variabilidad en el tiempo, por lo que no sería un buen indicador. En complemento, podría ser fusionada junto con la variable Patrón de aireación, para incorporarlas como una nueva variable, denominada Drenaje.

- Por último, la Sodicidad se relaciona directamente con el pH y la alcalinidad, por lo que ya está vinculado y considerada, en variables relevantes que si fueron validadas.

Por consiguiente, de acuerdo a los resultados de la Encuesta y el Taller, en la Tabla 3-12 se presentan las variables criticas o relevantes para la evaluación de impactos susceptibles de abordar en el marco del SEIA, que fueron validadas por el equipo de especialistas.

Del listado de familias metodológicas y herramientas para la evaluación de impactos acumulativos propuestas en la Encuesta, se validan las siguientes:

- Metodologías que se distribuyeron en las categorías "Muy de acuerdo" y "De acuerdo", correspondientes a: Análisis de tendencias de variables críticas, Mapeo de Superposición y SIG, Matrices, Modelación, Redes y diagramas de sistemas y Análisis de ecosistemas.
- El Análisis de tendencias de variables críticas, se relaciona directamente a la modelación del comportamiento de la alteración de las características fisicoquímicas de los contaminantes y la pérdida de suelo.
- De lo anterior, referido al Mapeo de Superposición y SIG, corresponden a herramientas utilizadas actualmente para la caracterización y cuantificación del área de influencia e impactos ambientales, así como también en la visualización de variables críticas y dinámicas en el tiempo.
- Por otro lado, los Modelos se relacionan directamente con las Matrices, para poder generar la relación entre las variables de importancia y evaluar la correlación que tienen entre las variables críticas.
- Con respecto a las Listas de chequeo y Redes y diagramas de sistemas, estas metodologías son utilizadas para identificar de manera preliminar los posibles impactos directos e indirectos, así como para descartar impactos significativos en una DIA.

En un segundo orden, se relevan las metodologías que se distribuyen en las categorías "De acuerdo" y un tercio con la categoría "Indiferente", los cuales tras ser analizados se validaron grupalmente de igual manera. Estas corresponden a: Seguimiento de índices ecológicos y Capacidad de carga.

- El Seguimiento de índices ecológicos se relaciona directamente con la pérdida de suelo escaso y/o representativo, donde se puede ejemplificar en situaciones particulares tales como los salares, suelos agrícolas escasos a nivel regional, áreas protegidas, etc.
- Por último, para la Capacidad de carga se deben generar modelos de análisis multicriterio para poder evaluar la dinámica de los IA y cómo estos se relacionan con el nivel de la Capacidad de carga.

Del listado de metodologías de evaluación de impactos acumulativos propuestas en la Encuesta, no se validan las metodologías propuestas, con respecto a: Cuestionarios, Entrevistas y Paneles.

Por lo tanto, para el OP Suelo, respecto de los IA abordados en la Encuesta y del resultado del Taller, se validan las familias metodológicas y herramientas para la evaluación de impactos acumulativos susceptibles de abordar en el marco del SEIA presentes en la Tabla 3-12.

Por último, se presentan las siguientes recomendaciones, a modo de realizar una adecuada interrelación entre los IA identificados, como así las variables críticas o relevantes, y las familias metodológicas que serán el vehículo para la toma de decisiones en estas materias:

- Tener en cuenta que no todas las variables críticas se vinculan a todos los impactos, por lo cual resulta necesario discriminar según dimensión a analizar y su prioridad. Respecto a lo anterior, es importante indicar que las variables químicas solo serán relevantes cuando se trate de impactos acumulativos por contaminación de suelos (Ej: pH, REDOX). Por otra parte, las variables físicas inciden en la movilización de contaminantes (Ej. Lixiviación).
- Tener en cuenta que la variable Capacidad de Uso de Suelo (CUS) contiene una dimensión relacionada a la afectación de la seguridad alimenticia humana, lo cual a su vez se relaciona con la generación de suelos frágiles.
- Las variables físicas más relevantes para resaltar son: Régimen hídrico, pluviometría, Uso del suelo, Clase de suelo, Pendiente y Erodabilidad. Por otra parte, las variables químicas más relevantes son: pH, presencia de contaminantes, Drenaje, Potencial REDOX y Salinidad.
- Existen IA dentro de un mismo proyecto, y otros impactos que se generan según la interacción con otros proyectos, generando una afectación mayor. Por lo anterior, es necesario comprender la relación de las dinámicas de proyectos dentro de una subcuenca (unidad mínima).
- Existe la necesidad de instrumentos de primer y segundo orden, a fin de regular el territorio en términos estratégicos. Se adicionan las normas primarias y secundarias para el OP suelo (actualmente no existe), en la medida que sean publicadas.

3.2.2.2.4 Flora

Para el OP Flora, respecto de los aspectos analizados en cuanto a los IA abordados en la Encuesta y el Taller, se aclaran lo siguiente:

- La "Pérdida de individuos o ejemplares de flora" hace referencia a la disminución gradual en el número de plantas o especies vegetales en un área específica a lo largo del tiempo. A diferencia de impactos instantáneos o puntuales, como un evento catastrófico único, la pérdida de individuos de flora a menudo es el resultado de una combinación de factores a lo largo de períodos prolongados.
- La "Introducción de especies exóticas" implica la introducción y propagación de organismos que no son nativos de un ecosistema en particular, y estos organismos pueden tener efectos persistentes y a menudo crecientes sobre la biodiversidad y el equilibrio ecológico a lo largo del tiempo.

Adicional a lo anterior, se validaron los impactos propuestos para "cantidad y calidad de vegetación terrestre", los cuales corresponde a:

- La "Pérdida de formaciones vegetacionales" se genera debido a la naturaleza gradual y progresiva de la disminución en la cobertura y la salud de las comunidades vegetales en un área específica.
- La "Fragmentación de formaciones vegetacionales" se genera debido a los cambios en la estructura espacial y la conectividad de los hábitats vegetales en un área específica. Este proceso ocurre cuando un hábitat continuo y extenso se divide en fragmentos más pequeños y aislados debido a diversas actividades humanas y cambios en el uso del suelo.
- La "Modificación de la composición vegetacional" corresponde a los cambios en la presencia y proporciones relativas de diferentes especies vegetales en un área específica, en donde existen interacciones complejas

Respecto a la "Introducción de especies exóticas", no se valida ya que corresponde a una variable de evaluación más que a un impacto acumulativo en sí.

Por consiguiente, para el OP Flora, respecto de los IA abordados en la Encuesta y del resultado del Taller, se validan los impactos susceptibles de abordar en el marco del SEIA presentes en la Tabla 3-13.

En cuanto a las variables críticas y relevantes para la evaluación de impactos acumulativos, todas aquellas presentadas en la Encuesta fueron validadas, las cuales corresponden a:

- La "Categoría de conservación" se refiere al estado de conservación de una especie, clasificándola en categorías que van desde "preocupación menor" hasta "en peligro crítico", según su riesgo de extinción. Es un indicador de vulnerabilidad y su seguimiento a lo largo del tiempo permite evaluar las tendencias poblacionales de las especies.
- La "Riqueza de especies" se refiere a la cantidad total de especies presentes en un área específica y es un indicador fundamental de la diversidad biológica.
- La "Abundancia" se refiere al número total de individuos de una especie en un área específica y es un indicador clave de la salud y la dinámica de las poblaciones vegetales. Da cuenta de la estabilidad poblacional y la capacidad del ecosistema de recuperar de disturbios naturales o antropogénicos.
- La "Distribución territorial" se refiere a la extensión geográfica de una especie en un área determinada. Funciona como indicar de cambios en el hábitat.
- El "Valor ecológico o preservación" corresponde a la importancia de un área específica en términos de su contribución a la conservación de la biodiversidad y al mantenimiento de funciones ecosistémicas clave.
- La "Sucesión ecológica" hace mención a aquellos cambios graduales y predecibles en la composición y estructura de una comunidad biológica a lo largo del tiempo, por ende sirve como indicador de cambios y se presenta en respuesta a

perturbaciones, indicando cómo las comunidades vegetales responden y se adaptan a estos eventos.

- Las "Especies invasoras" corresponden a aquellas que no son nativas de un ecosistema específico y que, una vez introducidas, tienen la capacidad de propagarse y causar impactos persistentes y perjudiciales en la biodiversidad y el funcionamiento del ecosistema a largo plazo.
- La "Calidad del aire" cobra relevancia en cuanto a la depositación de material particulado sobre las especies vegetales (MPS), lo cual afecta el proceso de fotosíntesis y, por ende, el crecimiento de los individuos ya sea silvestres o con fines agrícolas. En complemento, se entiende que periodos prolongados de contaminación atmosférica pueden afectar a la Flora y Vegetación cuando precipita, generando lluvia ácida, lo cual afecta la producción de clorofila, la capacidad fotosintética y la absorción de nutrientes desde el suelo.
- El "Cambio de uso de suelo" es promotor de la alteración y fragmentación del hábitat, generando cambios en la composición de especies, facilitando la introducción de especies exóticas y alterando la estructura, composición y salud de los ecosistemas. Puede generar a su vez la disgregación de especies de fauna que dependen de especies vegetales para su alimentación y refugio, generando una alteración a nivel comunitario. En complemento, repercute en la pérdida de humedad y, por ende, en las condiciones óptimas para el desarrollo de micobiota.

Luego del análisis de variables criticas o relevantes realizado por los participantes, se eliminaron las siguientes opciones, al no vincularse directamente con la evaluación de impactos acumulativos: Endemismo, Representatividad, Biodiversidad, Plagas y enfermedades, Prácticas de manejo forestal y agrícola, Incendios forestales, Temperatura y Precipitación.

Tras realizar un análisis grupal de las variables críticas o relevantes, se identificaron opciones adicionales relevantes de considerar tales como:

- Efecto borde: Alteraciones y cambios significativos que ocurren en áreas de transición entre dos tipos de hábitat, generando una degradación paulatina entre el área intervenida y su entorno.
- Capacidad de regeneración: Habilidad de las especies vegetales para regenerarse y restablecer sus poblaciones después de perturbaciones o cambios en el entorno.
- Cantidad de agua: Funciona como vector para el transporte de nutrientes, la dispersión de semillas y la polinización de especies.
- Requerimientos y tolerancias de las especies (Autoecología): Estudia las características y el comportamiento de una especie en relación con su propio entorno, ayudando a definir umbrales o límites aceptables.

Por lo tanto, respecto de los IA abordados en la Encuesta y del resultado del Taller para el OP Flora, se validan las variables criticas o relevantes para la evaluación de impactos acumulativos susceptibles de abordar en el marco del SEIA presentes en la Tabla 3-13.

En cuanto a la metodología para la evaluación de impactos acumulativos, se validaron las siguientes opciones propuestas:

- Cuestionarios, entrevistas y paneles
- Redes y diagramas de sistemas
- Modelación
- Análisis de tendencias de variables críticas
- Mapeo de superposición y SIG
- Análisis de capacidad de carga
- Análisis de ecosistemas
- Seguimiento de índices ecológicos.

Respecto a las Listas de chequeo y las Matrices, los especialistas concluyen que no serían tan relevantes para evaluar o predecir los impactos acumulativos; pero sí se considera importante mantener los cuestionarios, entrevistas y paneles para recopilar el conocimiento local.

En complemento, se propuso la incorporación de las siguientes familias metodológicas o herramientas de evaluación de impactos acumulativos, los cuales corresponden a:

- Revisión bibliográfica de casos de estudio.
- Cuadrantes o Parcelas de muestreo forestal.
- Transectas lineales.
- Estudios temporales mediante análisis de campañas estacionales.
- Uso de sistemas de clasificación de la vegetación en tipos forestales.
- Metodología Point Quadrat que permite el recuento de especies registradas en una transecta.
- Inventarios fitosociológicos de Braun – Blanquet (Relevé).
- Carta de Ocupación de Tierras (COT).
- Muestreo para micobiota (hongos, líquenes) y briófitas.
- Metodologías de teledetección para estimación de Índices satelitales de vegetación (Área foliar (IAF) o Leaf Area Index (LAI)).
- Modelación de nicho ecológico.

Por lo tanto, respecto de los IA abordados en la Encuesta y del resultado del Taller para el OP Flora, se validan las familias metodológicas y herramientas para la evaluación de impactos acumulativos susceptibles de abordar en el marco del SEIA presentes en la Tabla 3-13.

Por último, en cuanto a conclusiones y/o recomendaciones para abordar los impactos acumulativos en Flora, se releva lo siguiente:

- La importancia de tener en consideración la calidad de otras componentes ambientales que interactúan con la OP Flora, tales como calidad de agua, calidad de aire y calidad de suelo.
- Dentro de los posibles impactos, no se debe considerar sólo la modificación en la composición de especies; sino que también se debe considerar las modificaciones en el tamaño, función, estructura, cobertura y densidad de comunidades o poblaciones vegetales.
- Respecto de las variables críticas, es relevante considerar las condiciones de representatividad de las especies o formaciones vegetales.

3.2.2.2.5 Fauna

Para el OP Fauna, respecto de los aspectos analizados en cuanto a los IA abordados en la Encuesta y el Taller, se relevan los siguientes aspectos asociados a la cantidad y calidad de fauna:

- Respecto a la "Pérdida de individuos", se refiere a la reducción progresiva en el número de ejemplares de una especie en una zona específica a lo largo del tiempo. A diferencia de eventos instantáneos o focalizados, como un suceso catastrófico único, la disminución de individuos de fauna suele ser el resultado de la interacción compleja de diversos factores a lo largo de períodos prolongados.
- En cuanto a los "Cambios conductuales", estos cambios implican modificaciones en el comportamiento natural de las especies en respuesta a diversos estímulos ambientales o antropogénicos. A lo largo del tiempo, estas alteraciones en la conducta pueden tener consecuencias persistentes y, en muchos casos, agravarse. Por ejemplo, la presencia constante de actividades humanas o la alteración del entorno natural pueden provocar adaptaciones conductuales en la fauna, como cambios en patrones de migración, hábitos alimenticios o interacciones sociales. Estos cambios conductuales pueden tener impactos significativos en la dinámica poblacional y en la interacción general de las especies dentro de su ecosistema.
- Respecto a la "Introducción de especies exóticas", implica la introducción y propagación de organismos que no son nativos de un ecosistema en particular. Las especies exóticas, al establecerse en un nuevo entorno, pueden manifestar características específicas que las distinguen, como un comportamiento competitivo, una capacidad de reproducción rápida y la ausencia de depredadores naturales en el nuevo hábitat. Estas características pueden tener efectos persistentes y a menudo crecientes sobre la biodiversidad y el equilibrio ecológico a lo largo del tiempo.

Adicionalmente, durante el Taller se analizaron los siguientes impactos acumulativos adicionales, los cuales fueron propuestos por los participantes a lo largo de la Encuesta:

- Pérdida de especie, la cual implica la disminución gradual y, en casos extremos, la desaparición total de individuos de una especie en un área específica a lo largo del tiempo. Factores ecológicos intrínsecos, como las restricciones geográficas y

las exigencias específicas del hábitat para la supervivencia y reproducción, pueden desempeñar un papel crucial en este proceso. La pérdida de especies no solo está vinculada a presiones externas, como la degradación del entorno o las actividades humanas, sino también a las limitaciones naturales de adaptación y supervivencia de cada especie en su contexto geográfico particular. Esta pérdida no solo afecta a la biodiversidad, sino que también puede alterar las interacciones ecológicas y desequilibrar la dinámica de los ecosistemas.

- Pérdida de hábitat, este fenómeno implica la degradación progresiva o la desaparición completa de los ambientes naturales indispensables para la supervivencia y reproducción de diversas especies de fauna en un área específica a lo largo del tiempo. Factores como la urbanización acelerada, la expansión agrícola y la deforestación contribuyen significativamente a la pérdida de hábitat. La alteración de estos entornos naturales afecta directamente la disponibilidad de recursos esenciales y refugios, llevando a consecuencias negativas para la fauna, como la reducción de la diversidad biológica, la migración forzada y la disminución de poblaciones. La pérdida de hábitat no solo impacta a las especies individualmente, sino que también compromete la integridad y la salud de los ecosistemas en su conjunto. Pese a lo anterior, este impacto se puede abordar desde el OP "Ecosistemas".
- Fragmentación de hábitat, implica la división o fragmentación de los entornos naturales esenciales para la supervivencia y reproducción de diversas especies animales en una región específica a lo largo del tiempo. La fragmentación de hábitat suele ser el resultado de actividades humanas como la construcción de carreteras, la expansión urbana o la creación de barreras físicas en el paisaje. Este proceso puede tener consecuencias significativas para la fauna, ya que interrumpe las rutas de migración, reduce el acceso a recursos vitales y aumenta el riesgo de aislamiento genético. La fragmentación de hábitat no solo afecta la distribución espacial de las poblaciones, sino que también puede conducir a la pérdida de diversidad biológica y a la disminución de la resiliencia de los ecosistemas ante cambios ambientales. Pese a lo anterior, este impacto se puede abordar desde el OP "Ecosistemas".
- Alteración de hábitat y/o sitio, implica cambios significativos en los ambientes naturales cruciales para la supervivencia y reproducción de diversas especies de fauna en un área específica a lo largo del tiempo. La alteración de hábitat puede manifestarse a través de diversos procesos, como la contaminación, la modificación del relieve, o la introducción de elementos externos que perturban las condiciones originales del entorno. Estas alteraciones pueden afectar negativamente a la fauna al comprometer la disponibilidad de recursos esenciales, deteriorar la calidad del hábitat y aumentar la vulnerabilidad de las poblaciones a amenazas adicionales. La alteración de hábitat y/o sitio no solo impacta a nivel local, sino que también puede tener repercusiones a largo plazo en la salud general de los ecosistemas y en la diversidad biológica asociada. Pese a lo anterior, este impacto se puede abordar desde el OP "Ecosistemas".

- Cambio en la composición de comunidades, implica modificaciones en la presencia relativa de diferentes especies de fauna en un área específica a lo largo del tiempo. Factores como el cambio climático, la introducción de especies invasoras o la alteración del hábitat pueden influir en la distribución y abundancia de las especies, llevando a cambios en la composición faunística de un ecosistema. Estos cambios pueden tener consecuencias significativas, como la competencia entre especies por recursos limitados, la pérdida de nichos ecológicos y la desestabilización de las interacciones biológicas en el ecosistema. El cambio en la composición de especie no solo impacta en la biodiversidad local, sino que también puede tener ramificaciones a nivel global, afectando la dinámica de los ecosistemas y la funcionalidad de las redes tróficas. Pese a lo anterior, este impacto se puede abordar desde el OP "Ecosistemas".
- Alteración de los ciclos de vida y reproductivos de las especies, implica cambios significativos en los patrones naturales de reproducción y desarrollo de diversas especies animales en un área específica a lo largo del tiempo. Factores como la contaminación ambiental, el cambio climático y las perturbaciones antropogénicas pueden afectar los ciclos vitales, desde la reproducción hasta la madurez, de las poblaciones fauna. Estas alteraciones pueden dar lugar a desafíos sustanciales, como la desincronización de eventos reproductivos con los recursos disponibles, la reducción de tasas de reproducción y la disminución de la viabilidad de las poblaciones. La alteración de los ciclos de vida y reproductivos de las especies no solo amenaza la persistencia de poblaciones individuales, sino que también puede tener implicaciones a nivel ecosistémico al alterar las interacciones y dinámicas biológicas. Pese a lo anterior, los ciclos de vida y reproductivos se asocian mejor a la descripción de la componente ambiental y al análisis de significancia de impacto.

Por consiguiente, respecto de los IA abordados en la Encuesta y del resultado del Taller para el OP Fauna, se validan los impactos susceptibles de abordar en el marco del SEIA presentes en la Tabla 3-14.

Continuando con el ejercicio del Taller, en relación con el listado de variables críticas o relevantes abordadas en la Encuesta, se indica lo siguiente:

- "Categoría de conservación", se refiere al estado de conservación de una especie, clasificándola en categorías que van desde "preocupación menor" hasta "en peligro crítico", según su riesgo de extinción. Es un indicador de vulnerabilidad y su seguimiento a lo largo del tiempo permite evaluar las tendencias poblacionales de las especies
- La "Riqueza de especies" se refiere a la cantidad total de especies presentes en un área específica y es un indicador fundamental de la diversidad biológica.
- La "Abundancia" se refiere al número total de individuos de una especie en un área específica y es un indicador clave de la salud y la dinámica de las

poblaciones vegetales. Da cuenta de la estabilidad poblacional y la capacidad del ecosistema de recuperar de disturbios naturales o antropogénicos.

- "Movilidad", indica la capacidad de una especie para desplazarse o migrar a lo largo del tiempo. La movilidad influye en la capacidad de las especies para adaptarse a cambios en el entorno y para buscar recursos críticos, siendo crucial para su supervivencia a largo plazo.
- "Distribución territorial", describe el rango geográfico que ocupa una especie. La distribución territorial es fundamental para entender la extensión de la influencia de una especie en su hábitat y para diseñar estrategias de conservación efectivas.

Luego del análisis de variables criticas o relevantes realizado por los participantes, se eliminaron las siguientes opciones, al no vincularse directamente con la evaluación de impactos acumulativos: Endemismo y Rol en la trama trófica.

Por otra parte, adicional a las variables ya ratificadas, se consideró en el Taller la incorporación de los siguientes aspectos:

- Interacción con flora hace referencia a la estrecha dependencia de la fauna respecto a la flora y su entorno.
- Ciclo de vida de especies.
- Ciclo reproductivo de especies.
- Estrategias reproductivas (Ej: golondrinas de mar).
- Migración (Ej: chorlo, fío fio).
- Fase de hibernación (Ej: reptiles, marsupiales).
- Especificidad de hábitat (Ej: anfibios).
- Hábitats Amenazados (Ej: turberas), Protegidos o Únicos.
- Contaminación lumínica, ya que afecta el desplazamiento de especies con hábitos nocturnos.
- Nivel de ruido, ya que altera la capacidad sensorial de algunas especies.
- Calidad del agua puede generar impactos acumulativos en anfibios.
- Calidad del aire puede generar impactos acumulativos en diversas especies debido a la presencia y exposición prolongada de metales pesados.

En ese sentido y sin desmedro de que estas variables propuestas si pueden estar relacionadas a impactos acumulativos sobre el objeto de protección fauna, se indicó que tienen mayor peso al ser utilizadas como variables críticas a considerar para el objeto de protección Ecosistemas.

Por consiguiente, respecto de los IA abordados en la Encuesta y del resultado del Taller para el OP Fauna, se validan los impactos susceptibles de abordar en el marco del SEIA presentes en la Tabla 3-14.

En el caso del listado de familias metodologías y herramientas de evaluación de impactos acumulativos propuestas en la encuesta, se validan las siguientes:

- Cuestionarios, entrevistas y paneles requiere conocimiento local.
- Lista de chequeo
- Matrices
- Redes y diagramas de sistemas
- Modelación
- Análisis de tendencias de variables críticas
- Mapeo de superposición y SIG
- Análisis de carga
- Análisis de ecosistemas
- Seguimiento de índices ecológicos

Por otra parte, adicional a las familias metodológicas y herramientas ya ratificadas, se consideró en el Taller la incorporación de los siguientes aspectos:

- Revisión bibliográfica de estudios de caso.
- Análisis temporal de campo.

El análisis de Nicho ecológico y la Modelación de cambio climático forman parte del ítem ya propuesto, denominado "Modelación".

Por lo tanto, respecto de los IA abordados en la Encuesta y del resultado del Taller para el OP Fauna, se validan las familias metodológicas y herramientas para la evaluación de impactos acumulativos susceptibles de abordar en el marco del SEIA presentes en la Tabla 3-14.

Por último, en cuanto a conclusiones y/o recomendaciones para abordar los impactos acumulativos en Fauna, se releva lo siguiente:

- La importancia de tener en consideración la calidad de otras componentes ambientales que interactúan con la OP Fauna, tales como la flora y vegetación, calidad de agua, calidad de aire y calidad de suelo.
- Dentro de los posibles impactos, no se debe considerar sólo la modificación en la composición de especies; sino que también se debe considerar las modificaciones en el función, abundancia y biodiversidad de comunidades o poblaciones.
- Respecto de las variables críticas, es relevante considerar las condiciones de representatividad de las especies a afectar.

3.2.2.2.6 Ecosistemas

Para el OP Ecosistemas, respecto de los aspectos analizados en cuanto a los IA abordados en la Encuesta, se aclaran lo siguiente:

- Se reitera la necesidad de incluir la pérdida de biodiversidad, en su sentido amplio, así como mecanismos específicos identificados para este proceso tal como la como la invasión de especies exóticas. En el mismo sentido, se abordó aspectos relacionados con ecosistemas con diferentes grados de singularidad (ej. alteración de hábitat, afectación de áreas protegidas o bajo protección oficial,

afectación de ecosistemas únicos, escasos o representativos, afectación de ecosistemas frágiles). Adicionalmente, se relevó la necesidad de abordar las diferencias entre pérdida, fragmentación y alteración de hábitat.

- Otros aspectos relevados incluyeron los cambios en los componentes abióticos de los ecosistemas (ej. agua, aire, entre otros), alteración de los ciclos biogeoquímicos y la modificación de la cobertura y composición de las formaciones vegetacionales. Respecto del primero y el tercero, estos serán abordados como parte de otros objetos de protección.
- Finalmente, en el marco del análisis de los impactos acumulativos, se relevó la importancia de abordar conceptos tales como alteración significativa, alteración directa e indirecta y acción antrópica, así como valorización y escala de los impactos.

Por consiguiente, respecto de los IA abordados en la Encuesta y del resultado del Taller para el OP Ecosistemas, se validan los impactos susceptibles de abordar en el marco del SEIA presentes en la Tabla 3-15.

En cuanto a las variables críticas o relevantes, surgieron las siguientes recomendaciones:

- Se releva la importancia de las siguientes variables críticas propuestas: Representatividad geográfica de SNASPE, *Hotspot*, Estados de conservación del ecosistema, Cambio climático, Presencia de especies invasoras, Presencia de contaminantes, Actividad de restauración y conservación en desarrollo.
- Tras un análisis grupal, se descartan las variables: Calidad del agua y Calidad del suelo, ya que no representan variables críticas para evaluar impactos en Ecosistemas.
- Mediante la propuesta de variables a través de la Encuesta y Taller, se validan las siguientes: Presencia de ecosistemas frágiles, Vulnerabilidad, Límites de distribución del ecosistema, Categoría de relevancia del ecosistema, Función y estructura del ecosistema, Condición de sitios RAMSAR, Posición ecológica a escala paisaje, Índice de fragmentación del paisaje, Fragilidad del suelo, Endemismo, Dependencia económica de grupos humanos respecto a servicios ecosistémicos y Sucesión ecológica.
- Se hizo referencia a las especies que son parte de los ecosistemas y sus características. En ese sentido se mencionó variables tales como ciclos de vida, abundancias, endemismos y enfermedades como parte consustancial de los procesos de invasiones biológicas, que pueden llevar a procesos de extinción local. También se abordaron otras interacciones biológicas como el mutualismo y dependencia (ej. mariposa del chagual), el rol de las especies sustentadoras de ecosistemas (ej. hongos y líquenes).
- En este punto también se hizo mención especial a las parasitosis que ocurren en ambientes acuáticos. Adicionalmente se abordó la vulnerabilidad y singularidad de las especies de flora y fauna de los diferentes ecosistemas (ej. hongos, líquenes, e invertebrados).

- A nivel de ecosistemas, se relevó características descriptivas que incluyen fragilidad (ej. bofedales, vegas, humedales), vulnerabilidad, límites de distribución, representatividad (o no) en el SNASPE, condición de sitio RAMSAR, valor de relevancia en el mapa de ecosistemas terrestres y acuáticos continentales de la plataforma SIMBIO (MMA), calidad y cantidad de agua, fragilidad del suelo, posición ecológica a la escala de paisaje, entre otros.
- También se mencionaron aspectos que podrían estar relacionados, tales como el medio humando, donde la utilización de los recursos correspondería a una afectación de los ecosistemas, ya que la presión antrópica aumenta la explotación de los recursos naturales.

Por lo tanto, respecto de los IA abordados en la Encuesta y del resultado del Taller para el OP Ecosistemas, se validan las variables criticas o relevantes para la evaluación de impactos acumulativos susceptibles de abordar en el marco del SEIA presentes en la Tabla 3-15.

En cuanto al listado de familias metodológicas o herramientas de evaluación de impactos acumulativos propuestas en la Encuesta, se relevan los siguientes aspectos:

- Se valida la totalidad de las familias metodológicas y herramientas propuestas en la Encuesta y discutidas en el Taller. Estas corresponden a: Cuestionarios, entrevistas y paneles, Listas de chequeo, Matrices, Redes y diagramas de sistema, Modelación, Análisis de tendencias de variables críticas, Mapeo de superposición y SIG, Análisis de capacidad de carga, Análisis de ecosistemas y Seguimiento de índices ecológicos.
- Se relevó la posibilidad de utilizar la revisión bibliográfica, análisis temporal de campo y considerar el ordenamiento territorial.
- Se releva la necesidad de aplicar una metodología que permita determinar y cuantificar los servicios ecosistémicos provistos, considerando cada uno de los componentes del medio ambiente.
- Se solicita contemplar la aplicación de la Guía Metodológica para la Compensación de Biodiversidad (SEA, 2022), pues permite levantar información clave de los ecosistemas y facilita el proceso de predicción y evaluación de impactos ambientales sobre la biodiversidad. Asimismo, entrega lineamientos en cuanto a la formulación de un plan de medidas ambientales que genere idealmente una ganancia en biodiversidad[34].
- En este mismo contexto, se abordaron aspectos relacionados con la presencia de proyectos cercanos y su relación con los cambios de composición de los ecosistemas. Esto en el marco de los efectos sinérgicos que pudieran estar ocurriendo.

Por lo tanto, respecto de los IA abordados en la Encuesta y del resultado del Taller para el OP Ecosistemas, se validan las familias metodológicas y herramientas para la evaluación de

[34] El concepto biodiversidad se presenta como recurso natural renovable (flora, fauna, hongos y otros elementos bióticos) o como variabilidad de los organismos vivos en ecosistemas tales como los que habitan en áreas protegidas, sitios prioritarios para la conservación, humedales protegidos, santuarios de la naturaleza y zonas con valor ambiental.

impactos acumulativos susceptibles de abordar en el marco del SEIA presentes en la Tabla 3-15.

Finalmente, para el OP Ecosistemas, las recomendaciones trabajadas en el Taller dan cuenta de lo siguiente:

- La relación del abordaje del objeto de protección ecosistemas con sus partes componentes (Ej: flora y fauna).
- La distribución de las especies y los ecosistemas.
- La importancia del agua, ecosistemas marinos, y la contaminación sobre éstos.
- Utilizar los recursos aportados por las comunidades locales.
- El tiempo como factor a considerar (pasado, presente y futuro)
- Finalmente, la importancia de precisar conceptos, evitando el uso de conceptos con definiciones tautológicas, comunes en el ámbito medioambiental (Ej; *hots-pot*, vulnerabilidad, singularidad, etc).

3.2.2.2.7 Salud de la población

Para el OP Salud de la población, respecto de los aspectos analizados en cuanto a los IA abordados en la Encuesta y el Taller, se relevan los siguientes aspectos:

- Respecto a la alteración de receptores por aumento en la concentración de material particulado, gases atmosféricos y gases odoríferos, se señala que la acumulación de fuentes, junto a la interacción de contaminantes y su persistencia en el tiempo, puede generar un impacto acumulativo progresivo respecto a la salud respiratoria de la población en caso de no aplicar medidas de mitigación, pues la geografía local puede contribuir a su acumulación y la atmósfera tiene una capacidad limitada para disipar contaminante.
- En cuanto a la Alteración de receptores por aumento de gases odoríferos, es un impacto acumulativo pues las emisiones odoríferas pueden provenir de diversas fuentes, lo cual aumenta la exposición total y genera impactos en la calidad del aire y la experiencia sensorias de los receptores. Pese a lo anterior, se releva que actualmente no existen metodologías de cuantificación para impactos acumulativos de olores compuestos; solo para compuestos simples mediante un compuesto químico específico.
- El impacto "Alteración de receptores por aumento de emisiones sonoras" se considera acumulativo porque implica una acumulación de niveles de ruido en un área determinada a lo largo del tiempo, generando efectos adversos sobre la salud de la población. Dicho efecto se incrementa en entornos urbanos y áreas industriales. La acumulación de múltiples fuentes de ruido contribuye a la exposición total y al impacto acumulativo en la percepción y la salud de los receptores.
- La "Alteración de receptores por aumento de emisiones electromagnéticas" se genera debido a la exposición de dispositivos electrónicos, antenas de comunicación, líneas de transmisión y distribución eléctrica, subestaciones, entre otros. La acumulación de múltiples fuentes puede aumentar la exposición total y temporal y

contribuir a impactos acumulativos en la salud y el bienestar de los receptores. Asimismo, la combinación de exposición a múltiples factores puede contribuir a impactos acumulativos en la salud y el comportamiento de los receptores.

- Respecto a la "Alteración de receptores por aumento de vibraciones", se releva que, Aunque algunos receptores pueden mostrar cierta capacidad de adaptación a vibraciones, la exposición continua y el aumento de la intensidad pueden superar la capacidad de adaptación, generando impactos acumulativos en la salud, percepción y el bienestar de las personas y los ecosistemas.
- La "Alteración de receptores por aumento de emisiones lumínicas" se puede provocar debido a la exposición constante a niveles elevados de iluminación artificial puede tener efectos a largo plazo en la salud humana (modificación en biorritmos) y en el comportamiento de la fauna.
- Se destaca que el efecto sombra intermitente, causado por la obstrucción intermitente de la luz, como la rotación de las aspas de una turbina eólica, puede tener consecuencias acumulativas en los receptores. La persistencia y repetición de este fenómeno pueden contribuir a una experiencia acumulativa para las personas afectadas, modificando la percepción y calidad de vida. Se señala que, aunque cada evento de sombra intermitente puede ser único, la acumulación de estos incidentes puede generar impactos acumulativos. Además, se destaca que la exposición constante a estos eventos puede tener efectos a largo plazo en la salud mental y el bienestar de las personas, especialmente si interfieren con actividades diarias y el descanso.

Respecto al impactos acumulativos propuesto "Alteración de receptores por aumento de gases de efecto invernadero (HC y COVs)" y tal como fue expuesto para Aire (capítulo 3.2.2.1.1 y 3.2.2.2.1), los compuestos identificados pueden ser clasificados como como forzantes climáticos de vida corta. Por otro lado, los GEI, generan impactos que exceden los alcances de los procesos de evaluación ambiental debido a que su efecto es de carácter global y son analizados desde la perspectiva del Cambio Climático.

Adicional a los impactos abordados en la Encuesta, se propuso incluir el impacto sobre recursos naturales renovables; lo anterior, basado en el artículo 5 del RSEIA, que da cuenta de lo que se considera como Riesgo a la Salud de la Población y que indica en su literal "d)" que "*La exposición a contaminantes debido al impacto generado por el manejo de residuos sobre los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire*". No obstante, lo anterior, se entiende para los efectos de este ejercicio que corresponde a un impacto vinculado a otros componentes previamente abordados, por ende, se descarta del análisis en este acápite.

Por otro lado, la Alteración de receptores por exposición a contaminantes cancerígenos se considera un impacto acumulativo debido a los efectos a largo plazo, la bioacumulación, las interacciones sinérgicas, la latencia en el desarrollo del cáncer, la multiplicidad de fuentes y la vulnerabilidad de la población. Estos factores contribuyen a la acumulación de riesgos y consecuencias adversas en la salud de los receptores a lo largo del tiempo. Ya que

existen contaminantes no normados nacional ni internacionalmente, la Guía de Evaluación Ambiental del Riesgo para la Salud de la Población (SEA, 2023) plantea que este tipo de contaminantes se podría predecir y evaluar el impacto según su Anexo I.

Por consiguiente, respecto de los IA abordados en la Encuesta y del resultado del Taller para el OP Salud de la Población, se validan los impactos susceptibles de abordar en el marco del SEIA presentes en la Tabla 3-16.

Continuando con el ejercicio del Taller, en relación con el listado de variables críticas o relevantes abordadas en la Encuesta, se ratifican aquellas que se presentan en la Tabla 3-16, a saber:

- Concentración de contaminantes atmosféricos
- Tiempo de exposición al receptor
- Cantidad de receptores

Respecto de las otras variables críticas o relevantes abordadas en la encuesta, no se validan los Tipos de receptores y Cambio climático.

Por otra parte, adicional a las variables ya ratificadas, se consideró en el Taller la incorporación del siguiente aspecto:

- Análisis del estado o fase de otros proyectos que se encuentren potencialmente en el área de influencia del proyecto en evaluación.

En el caso del listado de familias metodologías y herramientas de evaluación de impactos acumulativos propuestas en la encuesta, se validan las siguientes:

- La Modelación es una herramienta fundamental utilizada para la modelación de dispersión de emisiones.
- Mapeo de superposición y SIG permite realizar análisis espaciales entre diferentes fuentes de contaminación, la distribución de servicios de salud y la ubicación de la población, para cuantificar la exposición acumulativa de la población a diversos factores ambiental, comprendiendo la carga tota de riesgo que enfrenta una población en un área determinada.
- Un Análisis de capacidad de carga ayuda a determinar los límites sostenibles de un entorno en términos de exposición a factores de riesgo para la salud. Esto implica identificar cuánta presión o carga puede soportar el sistema sin afectar adversamente la salud de la población. Por otra parte, la identificación temprana de signos de superación de la capacidad de carga puede ayudar a prevenir impactos irreversibles en la salud de la población. Esto es esencial para evitar daños a largo plazo y mantener la sostenibilidad del entorno.

Respecto de las otras familias metodológicas y herramientas de evaluación de impactos acumulativos propuestas en la encuesta, no se validan los siguientes:

- Lista de chequeos

- Matrices
- Redes y diagramas de sistemas
- Análisis de ecosistemas

Por otro lado, respecto de la sección de Recomendaciones plasmada en la plataforma Miró, se debe tener presente que éstas fueron de carácter libre para los profesionales del SEA, debido a la falta de tiempo al término del Taller. Por lo anterior, pueden presentar variaciones u observaciones respecto del ejercicio final de este análisis.

- Se recomienda que se traten de diferente manera los impactos acumulativos de contaminantes atmosféricos, olores, CEM y lumínica.
- Se reitera que para el OP "Salud de la población" no son aplicables las metodologías que consideren las variaciones ecosistémicas.
- Se considera relevante comprender cómo se comportan los contaminantes y, en caso de ser aditivos, de qué manera se deben sumar (lineal o exponencial). Lo anterior, en referencia a que no todos los contaminantes son de carácter aditivo de tipo directo (Ej: aquellos relacionados con energía o que se propagan).
- Se recomienda no hacer diferencias con respecto a los tipos o cantidad de receptores.
- En ausencia de normas nacionales, se debe analizar la metodología utilizada para la evaluación respecto a normativas de referencia, chequeando que sea homologable al territorio en evaluación, es decir, "que posea similitud en sus componentes ambientales, con la situación nacional y/o local, lo que será justificado razonablemente por el proponente" (artículo 11° de RSEIA).
- Un entendimiento claro de las tendencias puede contribuir a una planificación más efectiva y al desarrollo de políticas que aborden de manera proactiva los impactos acumulativos en la salud, promoviendo así la salud pública a largo plazo.

En relación con lo planteado anteriormente, se sugiere evaluar si la permanencia en el tiempo o la coexistencia de las diferentes actividades corresponden a impactos acumulativos como esencia del componente ambiental. De esta manera es posible que la salud de la población se configure por diferentes variables que provienen de tales componentes. Este tema de análisis difiere de lo señalado en el primer apartado del punteo anterior, por lo que corresponde a una sugerencia a considerar.

En cuanto a la cantidad de receptores o población posiblemente afectada, correspondiente a un conjunto de personas que habitan en un determinado lugar, se proyecta que la evaluación del impacto acumulativo considere escalas en su valoración en cuanto a la cercanía o nivel de afectación de los receptores. Se comprende, por lo tanto, que la magnitud de un impacto acumulativo será mayor o más grave dependiendo de la afectación a un mayor número de personas. Es importante señalar que la existencia de un único afectado no descarta la presencia del impacto acumulativo.

Finalmente, se debe mencionar que la utilización de normativas de referencia es parte de los lineamientos legislativos que se imprimen sobre los procesos de evaluación ambiental y que, si bien se entienden las complejidades que existen en términos comparativos tanto para el evaluador como para los titulares, los lineamientos respecto de la utilización de una normativa v/s la otra, podría ser un aspecto particular a abordar dentro del SEA en tanto no exista una norma nacional específica para el tema. Sin perjuicio de lo anterior, lo planteado en el Taller puede ser revisado en las etapas posteriores de este servicio.

3.2.3 *SISTEMATIZACIÓN DE RESULTADOS*

La sistematización de antecedentes recopilados, considerados relevantes para el objetivo de esta consultoría (Tabla 3-5), se expone detalladamente en el **Anexo 7**, a partir del cual se presentan las siguientes tablas resumen (Tabla 3-10 a Tabla 3-16), destacando los resultados de mayor utilidad y relevancia.

Tabla 3-10. Resumen de información relevante para "Aire"

Aspectos analizados	Descripción
Impacto acumulativo	Impactos sobre la calidad del aire: • Aumento en la concentración de material particulado (MP2,5 y MP10). • Aumento en la concentración de gases (CO, NO2 y SO2). • Aumento en la concentración de gases odoríferos. Impactos sobre la salud de receptores naturales: • Superación de límites establecidos por Normas Secundarias de Calidad Ambiental.
Variable crítica o relevante	• Calidad del aire existente. • Fuentes de emisión. • Condiciones locales (cercanía a cuerpos de agua, valles, microclimas, presencia de inversiones térmicas).
Familia metodológica o herramienta de evaluación de impacto acumulativo	• Modelación. • Análisis de tendencias. • Mapeo de superposición y SIG.
Umbral o nivel de cambio aceptable[35]	Dado por los valores establecidos en las normas primarias de calidad ambiental o las normas de emisión, en caso de no existir normas primarias o secundarias, se pueden considerar normativas de referencia internacionales. Declaración de zona saturada o latente. Planes de prevención y/o descontaminación ambiental.
Estrategia de manejo adaptativo	Considerando que el objeto de protección de las normas de calidad del aire y para la emisión de olores, corresponde a la Salud de las Personas, por tanto, las técnicas de manejo adaptativos existentes y reconocidas que apuntan a la disminución de las emisiones para las fuentes de un determinado sector, bajo la combinatoria de ciertas circunstancias (meteorológicas), son señaladas en OP Salud de la Población.
Vinculación con instrumentos de orden superior	• Norma primaria para MP10: DS N°12/2022 MMA. • Norma primaria para MP2.5: DS N°12/2011 MMA.

[35] Dado por los valores establecidos en las normas primarias de calidad ambiental o las normas de emisión, en caso de no existir normas primarias o secundarias, se pueden considerar normativas de referencia internacionales.

Tabla 3-10. Resumen de información relevante para "Aire"

Aspectos analizados	Descripción
	• Norma primaria para NO2: DS N°114/2002 MINSEGPRES. • Norma primaria para CO: DS N°115/2002 MINSEGPRES (1er orden). • Norma de emisión para contaminantes en planteles porcinos: Decreto N°9/2023 del MMA. • Norma de Calidad del Aire para Material Particulado Sedimentable (MPS) en la cuenca del Río Huasco III Región: D.S. N°04/92 del MINAGRI. • Tratados internacionales. • Convenio de Viena para la Protección de la Capa de Ozono y el Protocolo de Montreal. • Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes y el Convenio de Rotterdam.

Tabla 3-11. Resumen de información relevante para "Agua"

Aspectos analizados	Descripción
Impacto acumulativo	Aguas subterráneas: • Cantidad de agua: - Cambio en el patrón de infiltración o recarga - Alteración del flujo subterráneo pasante - Cambio en el volumen embalsado - Cambio en los niveles de agua subterránea • Calidad de agua - Cambio en los parámetros físicos, químicos y biológicos
	Aguas terrestres superficiales: • Cantidad de agua: - Ascenso o descenso del nivel de agua - Cambio en el volumen embalsado - Alteración del régimen de caudales - Modificación o eliminación del cuerpo de agua • Calidad de agua - Cambio en los parámetros físicos, químicas y biológicos • Microcuenca: - Modificación de la hidrodinámica lacustre - Modificación de la red de drenaje - Alteración de cauces y riberas • Flujo de sedimentos: - Cambio en el flujo de sedimentos • Características de los sedimentos - Cambio en los parámetros físicos, químicos, biológicos
	Glaciares (blancos y rocosos): • Cantidad de agua - Pérdida de masa (superficie o volumen) - Cambio en el aporte hídrico del glaciar a su cuenca inmediata - Estabilidad del glaciar
	Medio Marino: • Columna de agua - Cambio en los parámetros físicos, químicas y biológicos • Flujo de sedimentos:

Tabla 3-11. Resumen de información relevante para "Agua"

Aspectos analizados	Descripción
	- Cambio en el flujo de sedimentos • Características de los sedimentos - Cambio en los parámetros físicos, químicas y biológicos
Variable crítica o relevante	Aguas subterráneas: • Cantidad de agua: - Caudales de extracción (m3/s) - Volumen embalsado (hm3) - Nivel de agua (nivel bpm o cota en msnm) - Permeabilidad del medio - Dirección flujo subterráneo (piezometría) - Recarga • Calidad de agua: - Temperatura - Iones mayoritarios (cationes: Ca, Mg, Na y P; aniones: HCO3, SO4 y Cl) - Conductividad eléctrica (CE) - pH - Tipo de suelo - Capacidad del suelo para inmovilizar contaminantes - Permeabilidad del suelo - Cercanía de las fuentes - Interacciones entre agua subterránea y superficial (Ej: precipitaciones, riego) - Tipo de fuentes (Ej: puntual, difusa) - Persistencia del contaminante - Tipo de acuífero.
	Aguas terrestres superficiales: • Cantidad de agua - Caudal (m3/s) - Volumen embalsado (m3) - Nivel o cota del espejo de agua • Calidad de agua - Temperatura - Conductividad eléctrica (CE) - pH - Turbulencia (oxigenación) - Flora fijadora de contaminantes - Tipo de fuente - Capacidad reguladora de la ribera y ecotono - Uso de suelo circundante al cuerpo de agua - Conectividad del cuerpo de agua • Microcuenca: - Morfología del cauce - Superficie drenante (ha) - Uso de suelo - Presencia de vegetación. - Intensidad de precipitación - Servicios ecosistémicos de regulación de crecidas.

Tabla 3-11. Resumen de información relevante para "Agua"

Aspectos analizados	Descripción
	- Actividades humanas (Ej. Actividades que influyan en el flujo de sedimentos). • Flujo y Características de los sedimentos: - Gasto sólido (Kg/s o m3/s) - Parámetros físicos (propiedades relacionadas con transporte y suspensión/sedimentación) - Parámetros químicos (pH, Redox, composición) - Bioindicadores
	Glaciares: • Cantidad de agua: - Caudal drenante (m3/s) - Albedo (adimensional) - Tasa de depositación de MPS - Volumen (hm3) - Superficie (km2) - Vibración · Tipos de vibración generadas: continua, impulsiva o intermitente. · Frecuencia de la emisión (espectro). · Magnitud, valor o nivel de vibración generado (ppv, rms, otro).
	Medio Marino: • Columna de agua - Temperatura - Sólidos suspendidos totales (SST) - Salinidad - Oxígeno disuelto - pH - Corrientes - Batimetría - Oleaje • Flujo y característica de los sedimentos - Aporte de sedimentación - Parámetros físicos (propiedades relacionadas con transporte y suspensión/sedimentación) - Parámetros químicos (pH, Redox, composición) - Bioindicadores, en el caso de procesos de sedimentación extensiva (Ej: vertimiento).
Familia metodológica o herramienta de evaluación de impacto acumulativo	• Modelación • Redes y diagramas de sistemas • Matrices • Análisis de tendencias de variables críticas • Seguimiento de índices ecológicos • Análisis de capacidad de carga
Umbral o nivel de cambio aceptable	Se pueden determinar de forma preventiva a partir análisis de capacidad de carga sitio específicos (estudios complejos) o mediante el nivel de afectación de objetos de protección dependientes del recurso hídrico.

Tabla 3-11. Resumen de información relevante para "Agua"

Aspectos analizados	Descripción
	Se pueden establecer límites en función de los usos del recurso a partir de los parámetros y umbrales de la NCh. 1.333 o la NCh, 409 (solo aguas subterráneas y aguas terrestres superficiales). Se pueden establecer límites en función de la condición natural y un rango de variación o tolerancia aceptado. Notar que la condición natural puede ser dinámica, y es recomendable considerar también los efectos del cambio climático. Las Normas Secundarias de Calidad Ambiental (NSCA) ofrecen valores de referencia para los cuerpos normados (muy baja cobertura a nivel nacional).
Estrategia de manejo adaptativo	Planes de alerta temprana para las variables de calidad y cantidad en aguas subterráneas. Se puede aplicar una metodología análoga para aguas superficiales y medio marino.
Vinculación con instrumentos de orden superior	• Normas Secundarias de Calidad Ambiental (NSCA). • Planes de Descontaminación (actualmente solo existe uno en desarrollo para el Lago Villarrica). • Planes Estratégicos de Recursos Hídricos en Cuencas (art. 293 Bis del DFL N°1122/1981. Código de Aguas). • Planes de Manejo para Recursos Naturales Renovables (art. 42, Ley N°19.300). • Planes de Alerta Temprana (PAT). • Decretos que declaran Zona de Escasez Hídrica • Limitación de ejercicio de derechos por la DGA

Tabla 3-12. Resumen de información relevante para "Suelo"

Aspectos analizados	Descripción
Impacto acumulativo	• Cantidad de suelo: - Pérdida de suelo (sustitución de uso por construcción de obras) - Activación de procesos erosivos • Calidad de suelo: - Alteración de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo
Variable crítica o relevante	Pérdida de suelo: • Clase de uso de suelo • Uso de suelo • Superficie • Singularidad del suelo (escaso, único o representativo). Activación de procesos erosivos: • Erodabilidad (textura, estructura, pedregosidad, presencia de raíces) • Pendiente • Pluviometría (fuerza erosiva y duración de lluvias, índice Fournier) • Cobertura vegetal • Intensidad del viento • Rugosidad de la superficie

Tabla 3-12. Resumen de información relevante para "Suelo"

Aspectos analizados	Descripción
	• Usos de suelo (ganadería) Alteración de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo: • CIC (adsorción) • Materia orgánica • Drenaje • pH • Potencial REDOX • Régimen hídrico (lluvias, riego) • Profundidad efectiva • Nivel freático • Presencia de contaminantes (metales pesados, productos químicos tóxicos, residuos sólidos y sustancias orgánicas).
Familia metodológica o herramienta de evaluación de impacto acumulativo	• Pérdida de suelo: - Mapeo de superposición y SIG • Activación de procesos erosivos: - Mapeo de superposición y SIG. - Análisis de tendencias de variables críticas. - Redes y diagramas de sistemas. • Alteración de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo: - Matrices - Modelación - Análisis de capacidad de carga - Análisis de ecosistemas - Seguimiento de índices ecológico - Listas de chequeo - Redes y diagramas de sistemas
Umbral o nivel de cambio aceptable	• Pérdida de suelo: - Determinación de un umbral, a través de la acumulación de conocimiento de los seguimientos de proyectos evaluados vía SEIA a nivel nacional. - Evaluar en términos de ecología del paisaje, planificación territorial, pérdida de suelos de determinada clase de uso de suelos a nivel de sub-subcuenca. • Activación de procesos erosivos: - Dado por el nivel de riesgo de activación de procesos erosivos. • Alteración de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo: - Se pueden establecer límites en función de los usos del recurso a partir de los parámetros y umbrales de la NCh. 1.333, y estas como se interrelacionan la composición química de los estratos de los horizontes de suelo, en los casos de alternación de las propiedades fisicoquímicas del suelo.
Estrategia de manejo adaptativo	• Pérdida de suelo: - Sin información. • Activación de procesos erosivos: - Medidas de mitigación para control de erosión cuando se detecta erosión actual y potencial, y cuando el nivel de riesgo de activación de procesos erosivos es alto.

Tabla 3-12. Resumen de información relevante para "Suelo"

Aspectos analizados	Descripción
	- Monitoreo de erosión y funcionamiento de Taludes, siembra, mallas de protección, *mulch*; Obras de infiltración y de conducción de escorrentías superficiales; Estructuras para reducir la energía cinética de la escorrentía superficial de las aguas lluvias. - Poda o despunte de árboles sin modificar la cobertura vegetal (Para casos de tendido eléctrico). • Alteración de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo: - Planes de alerta temprana para las variables de calidad de los suelos, para los casos de alteración de las propiedades fisicoquímicas del suelo, una vez definidos los umbrales.
Vinculación con instrumentos de orden superior	Existe la necesidad de instrumentos de primer y segundo orden, a fin de regular el territorio en términos estratégicos. • Pérdida de suelo y Activación de procesos erosivos: - Planes Estratégicos a nivel de IPT y como estos definan umbrales para la utilización de los suelos definidos según las Capacidades de Uso de Suelo a nivel de Cuenca. • Alteración de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo: - Normas Secundarias de Calidad Ambiental (NSCA), anteproyecto recién ingresado durante el 2023, el cual debiese consignar umbrales y manejos adaptativos para los Impactos Acumulativos.

Tabla 3-13. Resumen de información relevante para "Flora"

Aspectos analizados	Descripción
Impacto acumulativo	• Cantidad y calidad de flora terrestre - Pérdida de individuos o ejemplares de flora - Introducción de especies exóticas • Cantidad y calidad de vegetación terrestre - Pérdida de formación vegetacional - Fragmentación de formación vegetacional - Modificación de composición vegetacional
Variable crítica o relevante	• Categoría de conservación • Riqueza • Abundancia • Distribución territorial • Valor ecológico o de preservación • Sucesión ecológica • Especies invasoras • Cambio en el uso de suelo • Calidad del aire • Capacidad de regeneración • Cantidad de agua • Requerimiento y tolerancia de especies (autoecología) •
Familia metodológica o herramienta de evaluación de impacto acumulativo	• Cuestionarios, entrevistas y paneles • Redes y diagramas de sistemas • Modelación • Análisis de tendencias de variables críticas

Tabla 3-13. Resumen de información relevante para "Flora"

Aspectos analizados	Descripción
	• Mapeo de superposición y SIG • Análisis de capacidad de carga • Análisis de ecosistemas • Seguimiento de índices ecológicos • Revisión bibliográfica de casos de estudio. • Cuadrantes o Parcelas de muestreo forestal. • Transectas lineales • Uso de sistemas de clasificación de la vegetación en tipos forestales. • Metodología Point Quadrat que permite el recuento de especies registradas en una transecta. • Inventarios fitosociológicos de Braun – Blanquet (Relevé). • Carta de Ocupación de Tierras (COT) • Muestreo para micobiota (hongos, líquenes) y briófitas. • Metodologías de teledetección para estimación de Índices satelitales de vegetación (Área foliar (IAF) o Leaf Area Index (LAI)) • Modelación de nicho ecológico.
Umbral o nivel de cambio aceptable	Umbrales definidos por Instrumentos de conservación de especies y por Instrumentos de planificación territorial.
Estrategia de manejo adaptativo	Revegetación, seguimiento de la regeneración natural, selección adecuada del sitio de compensación por ejemplo analizando los pisos vegetacionales y los efectos adversos del cambio climático (mapas de especies Arclim), etc.
Vinculación con instrumentos de orden superior	• Ley N°20.283/2008. MINAGRI. Ley sobre recuperación del bosque nativo y fomento forestal. • Decreto N°29/2012. MMA. Reglamento de Clasificación de Especie (RCE). • Planes de Recuperación, Conservación y Gestión de Especies (RECOGE).

Tabla 3-14. Resumen de información relevante para "Fauna"

Aspectos analizados	Descripción
Impacto acumulativo	• Calidad y cantidad de fauna: - Pérdida de individuo o especie. - Cambios conductuales - Introducción de especies exóticas
Variable crítica o relevante	• Categoría de conservación • Riqueza • Abundancia • Movilidad • Distribución territorial
Familia metodológica o herramienta de evaluación de impacto acumulativo	• Cuestionarios, entrevistas y paneles • Listas de chequeo • Matrices • Redes y diagramas de sistemas • Modelación

Tabla 3-14. Resumen de información relevante para "Fauna"

Aspectos analizados	Descripción
	• Análisis de tendencias de variables críticas • Mapeo de superposición y SIG • Análisis de capacidad de carga • Análisis de ecosistemas • Seguimiento de índices ecológicos • Revisión bibliográfica de estudios de caso. • Análisis temporal de campo.
Umbral o nivel de cambio aceptable	Umbrales definidos por Instrumentos de conservación de especies y por Instrumentos de planificación territorial.
Estrategia de manejo adaptativo	Repoblación, mediante la incorporación de especies silvestres clave o paragua, seguimiento de la repoblación natural, selección adecuada del sitio de compensación por ejemplo analizando los pisos vegetacionales y la proyección del efecto adverso del cambio climático (mapas de especies Arclim), etc.
Vinculación con instrumentos de orden superior	• Ley N°19.473/1996. SAG. Ley de Caza y su Reglamento (D.S. N°5/1998, SAG). • Reglamento de Clasificación de Especie (RCE). • Ley 18.892/1989 y Decreto N°430/1992 Ley General de Pesca y Acuicultura. • Convención sobre la Diversidad Biológica. • Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES). • Guía para la Evaluación de Impacto Ambiental de Proyectos de Energía Eólica en Chile. • Guía para la Evaluación de Impacto Ambiental de Proyectos de Energía Fotovoltaica. • Guía para la Conservación de la Biodiversidad en Áreas de Influencia. • Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES). • Convención sobre la Diversidad Biológica (CDB). • Convención de Ramsar. • Convención de Bonn. • Convención de Berna. • Convención de Washington. • Planes de Recuperación, Conservación y Gestión de Especies (RECOGE).

Tabla 3-15. Resumen de información relevante para "Ecosistemas"

Aspectos analizados	Descripción
Impacto acumulativo	• Pérdida de biodiversidad en los distintos niveles de organización (ecosistemas, especies y genes). • Afectación de ecosistemas a través de procesos de degradación y fragmentación, que se traducen, entre otros, en afectación a los servicios de provisión y de regulación. • Fragmentación y pérdida de hábitat • Alteración de ciclos biogeoquímicos. • Alteración de la capacidad de regeneración. • Invasión de especies exóticas.

Tabla 3-15. Resumen de información relevante para "Ecosistemas"

Aspectos analizados	Descripción
	• Pérdida de individuos especies de flora y fauna.
Variable crítica o relevante	• Representatividad biogeográfica en el SNASPE. • Condición de *hotspots*[36]. • Estado de conservación del ecosistema. • Presencia de especies invasoras. • Presencia de contaminantes. • Actividades de restauración y conservación en desarrollo. • Presencia de ecosistemas frágiles o vulnerables (Ej: bofedales, vegas, humedales). • Límites de distribución del ecosistema[37]. • Categoría de relevancia del ecosistema. • Función y estructura del ecosistema. • Interacción entre especies. • Condición de sitios RAMSAR. • Posición ecológica a escala paisaje. • Índice de fragmentación del paisaje[38]. • Fragilidad del suelo. • Endemismos. • Estado de sucesión ecológica.
Familia metodológica o herramienta de evaluación de impacto acumulativo	• Cuestionarios, entrevistas y paneles. • Listas de chequeo. • Matrices. • Redes y diagramas de sistemas. • Modelación. • Análisis de tendencias de variables críticas. • Mapeo de superposición y SIG. • Análisis de capacidad de carga. • Análisis de ecosistemas. • Seguimiento de índices ecológicos. • Revisión bibliográfica de casos de estudio. • Análisis temporal de campo. • Ordenamiento territorial. • Metodología para cuantificación de servicios ecosistémicos (por definir). • Guía Metodológica para Compensación de Biodiversidad.
Umbral o nivel de cambio aceptable	Dado por estudios específicos de capacidad de carga o estudios ecosistémicos. Podrían utilizarse umbrales o indicadores para ilustrar qué tipo de eventos pueden ocurrir si el desarrollo alcanza cierto nivel o intensidad. Definir estándares y umbrales para sistemas terrestres puede ser más desafiante que para el aire o el agua (Ver Anexo 7).
Estrategia de manejo adaptativo	No se reconocen criterios para manejo adaptativo, debido a, entre otros, que los ecosistemas varían de manera no lineal y son inherentemente impredecibles (Ver Anexo 7).

[36] En español son "puntos calientes", referidos a la riqueza de biodiversidad.

[37] Ver descripción de la variable en Plataforma SIMBIO.

[38] Ver Guía Metodológica de Compensación de Biodiversidad (Segunda Edición, 2022), en el parámetro descriptor de condición A.2.

Tabla 3-15. Resumen de información relevante para "Ecosistemas"

Aspectos analizados	Descripción
Vinculación con instrumentos de orden superior	• Políticas Nacionales de Biodiversidad e instrumentos asociados (Ej: PN de Áreas Protegidas, PN para la protección de especies amenazadas, Estrategia Nacional de Biodiversidad, Estrategia Nacional para la conservación y uso racional de humedales, entre otras). • Ley N°20.283/2008. MINAGRI. Ley sobre recuperación del bosque nativo y fomento forestal. • Ley N°19.473/1996. SAG. Ley de Caza y su Reglamento (D.S. N°5/1998, SAG). • Ley 18.892/1989 y Decreto N°430/1992 Ley General de Pesca y Acuicultura.

Tabla 3-16. Resumen de información relevante para "Salud de la población"

Aspectos analizados	Descripción
Impacto acumulativo	Incremento del riesgo para la salud de la población: • Alteración de receptores por aumento de emisiones de material particulado (MP2,5 y MP10). • Alteración de receptores por aumento de gases atmosféricos (CO, NO2, SO2, COV). • Alteración de receptores por aumento de gases odoríferos. • Alteración de receptores por aumento de emisiones sonoras. • Alteración de receptores por aumento de emisiones electromagnéticas. • Alteración de receptores por aumento de vibraciones. • Alteración de receptores por aumento de emisiones lumínicas. • Alteración de receptores por generación de efecto sombra intermitente. • Alteración de receptores por exposición a contaminantes.
Variable crítica o relevante	• Concentración de contaminantes atmosféricos. • Tiempo de exposición al receptor. • Cantidad de receptores.
Familia metodológica o herramienta de evaluación de impacto acumulativo	• Modelación. • Mapeo de superposición y SIG. • Análisis de capacidad de carga.
Umbral o nivel de cambio aceptable	Dado por los valores establecidos en las normas primarias de calidad ambiental o normas de los estados de referencia.
Estrategia de manejo adaptativo	Las técnicas de manejo adaptativo en aire, que son reconocidas apuntan a la disminución de las emisiones para las fuentes de un determinado sector, bajo la combinatoria de ciertas circunstancias (meteorológicas). Lo anterior es recogido en los Planes de prevención y/o descontaminación, como en algunas normas de emisión, lo anterior, en razón a las mejores técnicas y tecnologías disponibles para reducir o abatir las emisiones.
Vinculación con instrumentos de orden superior	Normas Primarias de Calidad Ambiental: • Norma de calidad del aire para MP2,5 (D.S. N° 12/2011 del MMA). • Norma de calidad del aire para MP10 (D.S. N° 12/2022 del MMA). • Norma de calidad del aire para SO2 (D.S. N° 104/2018 del MMA). • Norma de calidad del aire para NO2 (D.S. N° 114/2002 del Minsegpres). • Norma de calidad del aire para CO (D.S. N° 115/2002 del Minsegpres). • Norma de calidad del aire para Plomo (D.S. N° 136/2000 del Minsegpres).

Tabla 3-16. Resumen de información relevante para "Salud de la población"

Aspectos analizados	Descripción
	• Norma de calidad del aire para O3 (D.S. N° 112/2002 del Minsegpres). • Norma de calidad del aire para compuestos orgánicos volátiles (COV) Benceno (D.S. N°5/2023). Norma de emisión para fundiciones de cobre y fuentes emisoras de arsénico (D.S. N°28/2013 MMA). Norma de Emisión para Centrales Termoeléctricas (D.S. N°13/2011). Planes de prevención y/o de descontaminación.

3.3 OBJETIVO ESPECÍFICO 3

3.3.1 MARCO METODOLÓGICO PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS ACUMULATIVOS

3.3.1.1 Análisis de Alcance de Impactos Acumulativos

De la revisión de guías y manuales internacionales queda de manifiesto que la relación entre la evaluación ambiental de proyectos y la evaluación de impactos acumulativos puede adquirir varias formas. En algunos casos la evaluación de impactos acumulativos se incluye como parte de la evaluación de proyectos, aunque en otros puede ser considerada como un ejercicio complementario (IFC 2013, BID Invest 2023, entre otros). Ciertamente la regulación de cada país juega un rol fundamental a la hora de definir esta interrelación.

Es importante tener presente también la advertencia realizada por el Council on Environmental Quality (1997), quien señala que no es necesario incluir en una evaluación ambiental todos los posibles efectos acumulativos identificados durante la fase de definición del alcance, ya que algunos pueden ser irrelevantes o intrascendentes para las decisiones sobre la acción propuesta y las alternativas. En efecto, se recalca que **el análisis de los efectos acumulativos debe considerar solamente aquellos que sean relevantes, evitando producir análisis superficiales de una larga lista de cuestiones que tienen poca relevancia para los efectos de la acción propuesta o las decisiones finales que se busque adoptar como parte del procedimiento**.

Esto es del todo razonable, ya que una evaluación de impactos acumulativos es un ejercicio ciertamente más complejo que una evaluación de impactos ambientales habitual, y si no existen razones fundadas para incorporarla, podría traducirse en esfuerzos importantes (tanto del Titular como de la Administración) que no traerán beneficios ambientales claros, y podría producir además un uso de recursos innecesarios en el proceso de evaluación ambiental en el SEIA.

Teniendo a la vista lo anterior, y considerando la regulación del SEIA y los pronunciamientos de los Tribunales Ambientales y de la Corte Suprema (analizados en el Informe OE2), **se**

propone realizar un análisis de alcance[39] de impactos acumulativos previo al ingreso al SEIA, que tenga como objetivo evaluar si existe un "problema" de impactos acumulativos en el territorio que podría ser agravado por el proyecto en evaluación, o bien la irrupción del proyecto en el territorio podría significar un deterioro considerable de la condición ambiental de un objeto de protección ambiental producto de su interacción con otros proyectos o actividades**. Este análisis debiera ser documentado y luego presentado y justificado en la evaluación ambiental desde el ingreso del proyecto, para ser evaluado en su mérito**. **Se aclara que este análisis no debe conformar un capítulo nuevo o distinto en la presentación de una DIA o EIA**, sino que sus resultados deben estar incorporados como parte de los distintos capítulos en que tiene incidencia, y que se detallan más adelante[40].

De esta forma, debiesen distinguirse dos etapas: una primera que es previa al ingreso al SEIA y de exclusiva responsabilidad del Titular, donde se realizará el análisis de alcance y se documentará la metodología y resultados obtenidos. **Los resultados debieran apuntar en la dirección de establecer la aplicabilidad de incluir los impactos acumulativos que sean relevantes en el territorio donde se emplazará el proyecto, o bien a descartarlo**. Especial atención deberá prestarse a los Instrumentos de Planificación Territoriales aplicables, y en especial a la Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) asociada a ellos.

La segunda etapa consiste en el ingreso formal al SEIA, presentando una DIA o un EIA según corresponda, e incluyendo el análisis de alcance señalado para justificar la inclusión o descarte de impactos acumulativos. Claro está que, si en el análisis de alcance se concluye que existe la necesidad de evaluar los impactos acumulativos en determinado Objeto de Protección, la DIA o EIA presentado debe incluir dicho análisis. Para el caso de las DIAs el análisis debe incorporarse en relación con el descarte de los efectos, características o circunstancias del artículo 11 de la Ley N°19.300, en tanto, para los EIA debe verse reflejado en las líneas de base, predicción y evaluación de impactos, plan de medidas, plan de seguimiento ambiental y otras secciones en que cobre sentido establecer una vinculación. Esto permitirá dar cuenta de lo indicado en el recientemente publicado Criterio de Evaluación "Alcances y principios metodológicos para la evaluación de los impactos ambientales" (SEA, 2023), que requiere expresamente considerar los impactos sinérgicos y acumulativos como parte del proceso de identificación de impactos.

Esta lógica en dos etapas es además consistente con el concepto de Componente Ecosistémico Valorado (o VEC por sus siglas en inglés), que presupone que la evaluación se realiza sobre objetos de protección "valorados", es decir, que han sido analizados y ponderados, para luego filtrar aquellos en que se realizarán los estudios en función de su relevancia.

En este punto debe hacerse una distinción entre los impactos que pueden acumularse con otros, y un problema de impactos acumulativos. Lo primero se refiere a las características propias de un impacto, por ejemplo, la pérdida de suelo. Este es un **impacto inherentemente acumulable**, ya que mientras más infraestructura se emplace en un lugar mayor será

[39] En la literatura internacional esta etapa se conoce como "scoping".
[40] En el caso de las DIAs, este análisis tiene particular incidencia en la argumentación relacionada con el descarte de los efectos, características o circunstancias del artículo 11 de la Ley 19.300.

la pérdida de suelo, y ésta se va incrementando conforme se van desarrollando futuras obras. En general, la mayoría de los impactos presenta esta característica, siendo más bien una excepción aquellos que no se comportan de esa forma (por ejemplo, una descarga térmica en un curso de agua que se disipa y cuyo efecto se pierde en un radio acotado desde la fuente). Basar la necesidad de **generar un análisis de impactos acumulativos en esta característica inherente a una gran cantidad de potenciales impactos sería un error**, puesto que obligaría en la mayoría de los casos a evaluar impactos acumulativos en circunstancias en que no sería realmente relevante realizar este ejercicio.

Ahora bien, un problema de impactos acumulativos ya consolidado puede ser sencillo de percibir, ya que implica una acumulación de impactos ambientales que puede intensificar el deterioro en un determinado territorio, mermando los objetivos ambientales deseables que se orientan al resguardo de los objetos de protección. Este es el caso de las llamadas "zonas de sacrificio", donde sus habitantes pueden experimentar problemas ambientales y sociales reconocidos, algunos de los cuales han motivado la creación de Programas de Recuperación Ambiental y Social (PRAS)[41]. Existen otras zonas que son reconocidas por la fragilidad de sus componentes ambientales y el aumento de los impactos, por ejemplo, los sitios de anidación del gaviotín chico (*Sternula lorata*) en la zona industrial de Mejillones, que también ameritarían un análisis de impactos acumulativos. Sería de utilidad que se proveyera de un paquete de criterios que permita orientar a los Titulares en la identificación de las condiciones que ameritan activar un análisis de impactos acumulativos en determinados componentes como parte de un proceso de evaluación ambiental en el SEIA. Esto podría estar apoyado en otros instrumentos sectoriales que tengan la función de actuar en estos casos (por ejemplo, declaraciones de zona saturada, declaración de zona de escases hídrica, etc.). En cualquier caso, si se dan estas condiciones, debe prestarse especial atención al analizar si un determinado proyecto generará los efectos adversos del artículo N°11 de la Ley 19.300, lo cual deberá considerar la acumulación con los otros proyectos o actividades en el territorio.

Por último, se debe recalcar el hecho de que el SEIA es un instrumento de tercer orden, que no tiene un rol en la planificación territorial ni en la asignación de recursos, por lo que debiera evitarse que una evaluación de impactos acumulativos termine intentando suplir esta función que no le corresponde. Esto es materia de la Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) de los planes e instrumentos de planificación territorial[42] como se detallará más adelante en el presente informe.

Por ejemplo, si un proyecto se emplaza en un territorio con una baja densidad de proyectos o actividades, no resultaría adecuado limitar su desarrollo dentro del SEIA en base al hecho de que podrían generarse impactos acumulativos en el futuro (materia de la planificación territorial). Por otra parte, si un recurso está al límite de su capacidad de carga, se generará una seria limitación para el ingreso de proyectos en el futuro, aun cuando podrían ser más

[41] Más información en https://pras.mma.gob.cl/
[42] La EAE tiene por objetivo la incorporación de consideraciones ambientales del desarrollo sustentable al proceso de formulación de planes e instrumentos de ordenamiento territorial (ver artículo N°2 y 3° del Reglamento de la EAE).

eficientes y generar mayor valor para la sociedad que proyectos más antiguos ya emplazados en el lugar, lo cual no puede ser abordado por una evaluación de impactos acumulativos en el SEIA (es más bien problema de asignación de recursos). **El espíritu de reconocer y evaluar los impactos acumulativos en el SEIA debiera ser análogo al objetivo habitual, es decir, evaluar estos impactos y, en caso de ser significativas, proponer medidas de mitigación, reparación o compensación adecuadas para hacerse cargo de ellos, en lo que corresponda a la responsabilidad del proyecto**[43].

3.3.1.2 Metodología general

Durante el desarrollo de la presente consultoría se han consultado distintas fuentes de información tanto nacional como internacional, destacándose la revisión de guías y manuales publicados por distintos países (Estados Unidos, Reino Unido, Canadá, Australia, entre otros) e instituciones no gubernamentales (IFC, 2013; BID Invest, 2023). Estos han sido descritos en el numeral 3.4 del Informe OE1, y en el numeral 3.1 del Informe OE2.

De particular interés resulta la comparación entre las metodologías más reconocidas presentada en la Tabla 3-1 del primer informe, donde puede apreciarse que los documentos de referencia se plantean en base a pasos metodológicos que difieren en número y nivel de detalle, pero que pueden ser homologados entre sí. De esta forma queda en evidencia la consistencia entre los distintos enfoques, lo cual llama a seguir los mismos lineamientos compartidos por los distintos países y organismos.

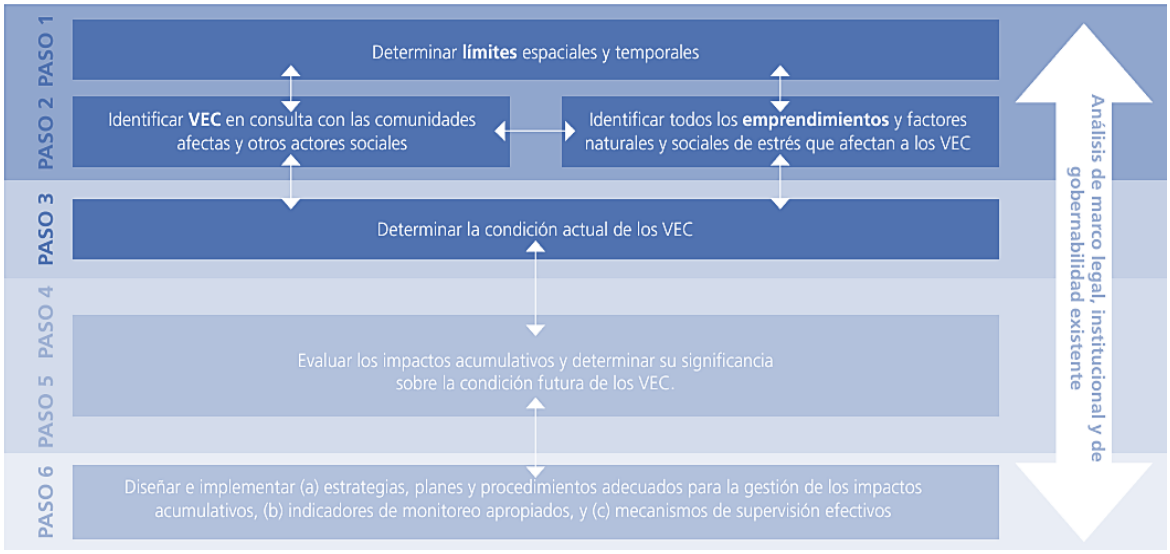
En el Anexo N°6 del Informe OE2 se presenta el resultado de la revisión detallada de las guías y manuales. Llama la atención el hecho de que la guía más reciente publicada (BID Invest, 2023) se basa en la metodología de seis (6) pasos descrita en la guía del IFC (2013). Es más, en dicha guía se indica que "el proceso de EGIA[44] está en continua evolución y no existe una práctica única aceptada a nivel mundial. Sin embargo, en la última década, la guía desarrollada por la IFC (2013) ha sido considerada como un buen punto de partida para este tipo de evaluación" (BID Invest, 2023).

Por otra parte, al ser una metodología no-gubernamental resulta conveniente para efectos de abordar la problemática sin la distorsión de algún marco regulatorio en particular. En atención a lo anterior es que dicha aproximación será considerada como la referencia para efectos del marco metodológico. A continuación, se presenta la Figura 3-50 que contiene la metodología de 6 pasos del IFC (2013), la Figura 3-51 que contiene el marco metodológico del SEIA y la Figura 3-52 que contiene una interpretación de la metodología IFC realizada por BID Invest (2023).

Al comparar las figuras de reconocen etapas análogas, aun cuando la forma de representarlas y vincularlas sea diferente. Si uno se basa en representación del BID Invest (2023) se aprecian aún más los puntos en común de esta metodología con el SEIA.

[43] Si bien los impactos acumulativos ocurren por múltiples fuentes, trasciende de la responsabilidad y capacidad de un titular proponer medidas que involucren a otros actores ajenos a su proyecto.
[44] Se refiere a "Evaluación y Gestión de Impactos Acumulativos".

Figura 3-50. Pasos Metodológicos del IFC

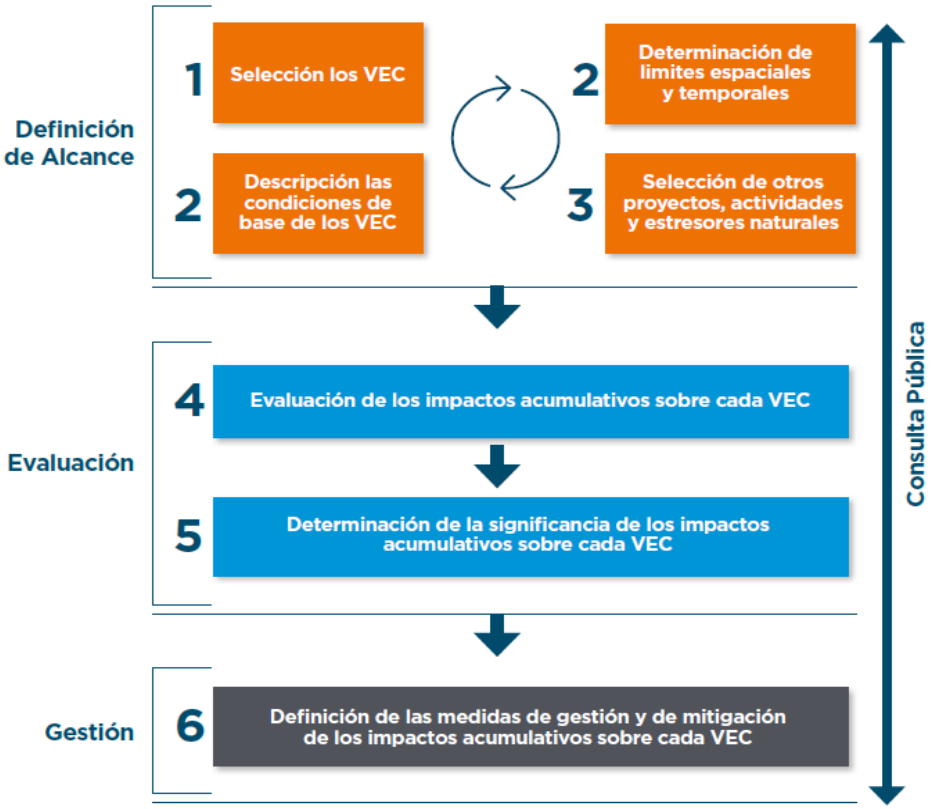


Fuente: International Finance Corporation (2013).

Figura 3-51. Marco metodológico del SEIA

Fuente: Criterios de evaluación en el SEIA (2023).

Figura 3-52. Reordenamiento de los Pasos Metodológicos del IFC por BID Invest



Fuente: BID Invest (2023).

Tal como lo indica el IFC, de forma transversal a los pasos especificados se debe analizar el marco legal existente (entre otros aspectos). En esta línea, en la Tabla *3-17* se presenta la relación entre los 6 pasos y las etapas centrales del procedimiento de evaluación ambiental. En la misma tabla se presenta una recopilación de las guías y criterios que el SEA ha publicado a noviembre de 2023, fruto de lo cual queda en evidencia que existe una importante densidad de documentos dirigidos a los distintos pasos de la metodología general. Como ya se ha expuesto en el Informe OE1, las metodologías del SEIA son en general aplicables a la evaluación de impactos acumulativos, por lo que toda la documentación técnica publicada (guías, criterios, instructivos) puede ser de gran utilidad para abordar con mayor detalle los aspectos metodológicos requeridos.

Tabla 3-17. Etapas del proceso de Evaluación Ambiental según fuentes internacionales[45]

Etapas Evaluación Ambiental	IFC (2013)	Guías metodológicos publicados por el SEA[46]
Descripción del proyecto. Descripción de los efectos, características o circunstancias del art. 11° de la Ley (EIA) o los antecedentes necesarios que justifiquen la inexistencia de éstos (DIA).	1. Identificar los VECs y determinar límites espaciales y temporales del análisis.	• Guías de descripción de proyecto (14). • Criterio de evaluación en el SEIA: Introducción a proyectos de hidrógeno verde (SEA, 2023). • Criterio de evaluación en el SEIA: Descripción integrada de proyectos para la generación de hidrógeno verde en el SEIA (SEA, 2023). • Criterio de evaluación en el SEIA: Introducción a proyectos de almacenamiento de energía (SEA, 2023)
Delimitación de áreas de influencia.		• Guías para la descripción del área de influencia (SEA, 2017). • Criterio de evaluación en el SEIA: Criterios técnicos para campañas de terreno de fauna terrestre y validación de datos (SEA, 2022). • Criterio de evaluación en el SEIA: Cambio climático en la evaluación ambiental del recurso hídrico (SEA, 2023).
Descripción de áreas de influencia (línea de base o caracterización ambiental).	2. Identificar todos los proyectos, actividades y factores naturales y sociales de estrés que afectan a los VEC.	
	3. Establecer la condición de línea de base de los VEC.	
Predicción de los impactos ambientales.	4. Evaluar los impactos acumulativos sobre los VEC.	• Guías relacionadas al artículo 11 de la Ley N°19.300. • Guías sobre metodologías y modelos. • Guía de evaluación de impacto ambiental: Riesgo para la salud de la población: artículo 11 de la Ley N° 19.300 letra A) (SEA, 2023). • Criterio de evaluación en el SEIA: Efecto sombra intermitente en parques eólicos (SEA, 2021). • Criterio de evaluación en el SEIA: Evaluación de impactos por ruido sobre fauna nativa (SEA, 2022). • Criterio de evaluación en el SEIA: Evaluación del efecto sinérgico asociado a impactos por ruido sobre la salud de la población (SEA, 2022). • Criterio de evaluación en el SEIA: Predicción y evaluación de impacto por ruido submarino (SEA, 2022). • Criterio de Evaluación en el SEIA: Contenidos técnicos para la evaluación ambiental del recurso hídrico (SEA, 2022). • Criterio de evaluación en el SEIA: Contenidos técnicos para la evaluación del impacto sobre la libre circulación, conectividad y tiempos de desplazamiento en proyectos inmobiliarios (SEA, 2022).
Evaluación de los impactos ambientales.	5. Evaluar la significancia de los impactos acumulativos previstos.	

[45] Para ver más referencias sobre los pasos metodológicos referirse a la Tabla 3-1 del Informe OE1.
[46] La fecha de corta para la revisión de la información disponible es el 29 de noviembre de 2023. Existen una serie de otros documentos denominados "criterios" que también son relevantes y apuntan a distintas etapas.

Tabla 3-17. Etapas del proceso de Evaluación Ambiental según fuentes internacionales[45]

Etapas Evaluación Ambiental	IFC (2013)	Guías metodológicos publicados por el SEA[46]
		• Criterio de evaluación en el SEIA: Evaluación ambiental de proyectos de salmonicultura en mar localizados en o próximo a un área protegida (SEA, 2023). • Criterio de evaluación en el SEIA: Consideraciones para la predicción y evaluación de las emisiones de ruido audible asociado al efecto corona en proyectos de transmisión eléctrica (SEA, 2023) • Criterio de evaluación en el SEIA: Evaluación de impactos por radiación electromagnética en proyectos de transmisión eléctrica (SEA, 2023). • Criterio de evaluación en el SEIA: Impacto de emisiones en zonas saturadas por material particulado respirable MP10 y material particulado fino respirable MP2,5 (SEA, 2023). • Criterio de evaluación en el SEIA: Alcances y principios metodológicos para la evaluación de los impactos ambientales (SEA, 2023). • Guía para la predicción y evaluación de impacto ambiental en Humedales en el SEIA (SEA, 2023).
Medidas de mitigación, reparación o compensación[47].	6. Diseñar e implementar medidas de manejo para la gestión de los impactos acumulativos significativos (incluye seguimiento y gestión adaptativa).	No existen guías de esta categoría específica (salvo la Guía para compensación de la biodiversidad en el SEIA (SEA, 2023), pero el tema se aborda en guías de otras categorías, publicadas el 2022. • Criterio de evaluación en el SEIA: Aplicación de una perturbación controlada. • Criterio de evaluación en el SEIA: Aplicación de la medida de rescate y relocalización.
Plan de seguimiento de las variables ambientales[48].		No existen guías de esta categoría específica, pero el tema se aborda en guías de otras categorías. • Criterio de Evaluación en el SEIA: Contenidos técnicos para la evaluación ambiental del recurso hídrico (SEA, 2022).
Compromisos Ambientales Voluntarios (CAV).		No existen guías de esta categoría específica, pero el tema se aborda en guías de otras categorías.

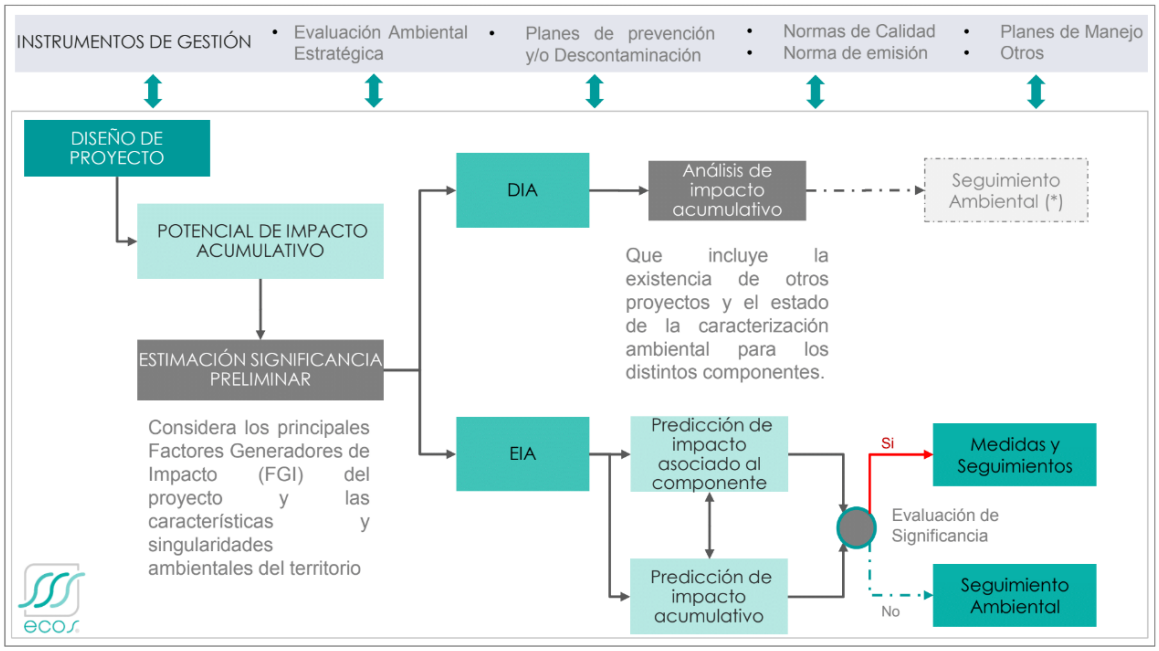
Fuente: Elaboración propia.

Como puede apreciarse, todos los pasos se encuentran incorporados en la práctica del SEIA, lo cual no es sorprendente, puesto que la EGIA persigue los mismos objetivos ambientales que el SEIA, y los impactos son de la misma naturaleza en ambos casos[49].

[47] En ciertos casos podrían ser también aplicables Compromisos Ambientales Voluntarios.
[48] En ciertos casos podrían ser también aplicables Compromisos Ambientales Voluntarios.
[49] La similitud entre los impactos y metodologías se discute con mayor detalle en el Informe OE1.

Siguiendo la lógica de procesos, se presenta a continuación un esquema general que apunta a exponer de forma simplificada las etapas y su interrelación, recogiendo también lo que hoy existe en un proceso de evaluación ambiental (ver Figura 3-53).

Figura 3-53. Marco metodológico general para la EGIA



Fuente: Elaboración propia.

Conforme a lo señalado en la Figura 3-53, se propone en este flujo una etapa previa al ingreso de un proyecto a evaluación ambiental. Esta etapa ya fue descrita en el numeral 3.1.1. En el caso en que no se reconozcan impactos significativos y corresponda ingresar por la vía de una DIA, será necesario incorporar igualmente un seguimiento ambiental relacionado con los impactos acumulativos[50], ya que la generación de información y la disponibilización[51] de ésta es un aspecto esencial para reconocer, cuantificar y evaluar la generación de este tipo de impactos en el territorio, lo cual es una responsabilidad que deben asumir quienes contribuyen al impacto, independiente de la vía de ingreso. Debe recordarse que este tipo de impactos se puede generar por la combinación de múltiples fuentes de menor relevancia, por lo que analizadas por separado podría concluirse que no es necesario adoptar medidas ni levantar información (bajo la forma de un CAV típicamente).

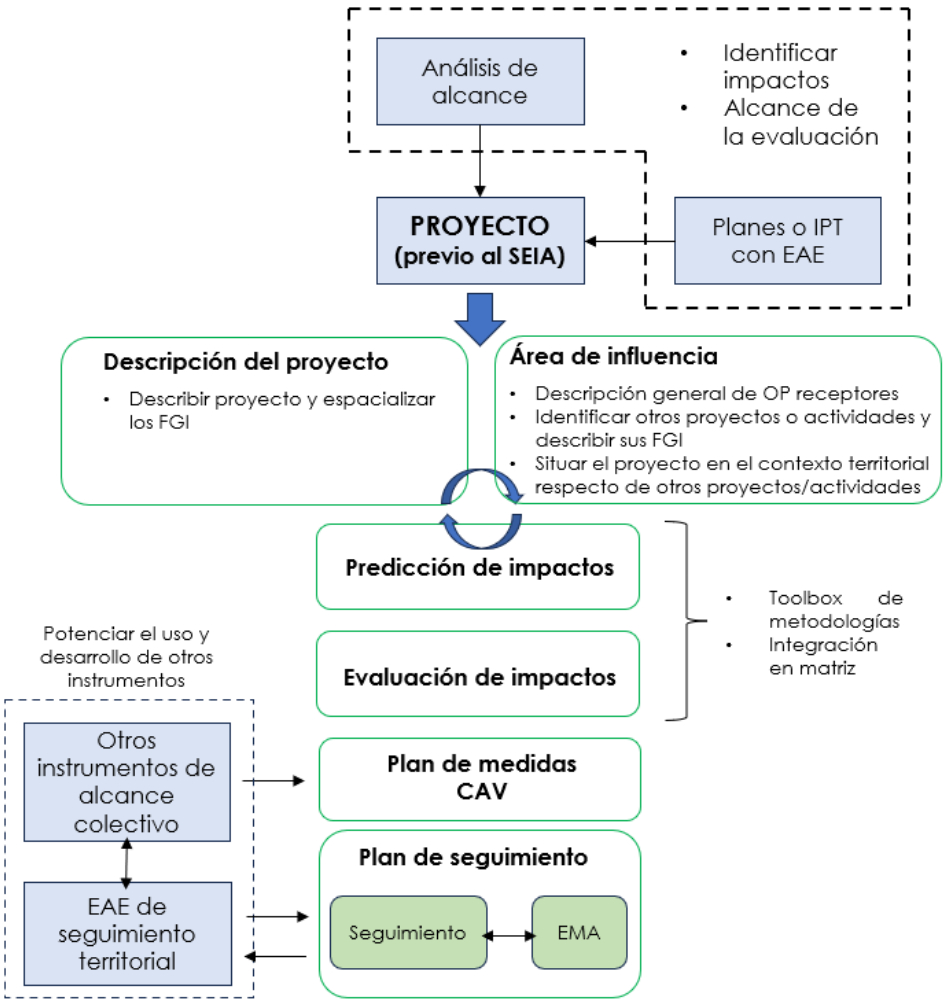
Por otro lado, en el caso de los Estudio de Impacto Ambiental (EIA), se entiende que existirán los impactos actualmente comprendidos en los procesos de evaluación ambiental, en conjunto con los potenciales Impactos Acumulativos, entendiendo por ello que las medidas a proponer por los titulares pueden abarcar en forma separada o conjunta los tipos de

[50] En la práctica habitual para las DIAs se considera como parte de los Compromisos Ambientales Voluntarios.
[51] La SMA es el organismo al cual se reporta la información ambiental generada, quedando dichos antecedentes publicados y de libre acceso en el Sistema Nacional de Información Ambiental (SNIFA).

impactos detectados en el proceso. Al igual que en el caso de las DIAs, y con mayor razón aun para los EIAs, la generación de información de seguimiento ambiental es un aspecto clave.

Ahora bien, respecto del proceso más detallado dentro del SEIA se propone el esquema indicado en la Figura 3-54.

Figura 3-54. Marco metodológico específico para la EGIA



Fuente: Elaboración propia.

Es importante reconocer que no es un objetivo del informe describir cada uno de los pasos en detalle, puesto que existe abundante información publicada por el SEA sobre aspectos metodológicos que son comunes a la EGIA. Por ello, en las siguientes secciones el foco estará en describir los aspectos más relevantes que son distintivos:

1. **Análisis de alcance previo al SEIA**: descrito en el numeral 3.3.1.1. Se aclara que es un ejercicio de exclusiva responsabilidad del Titular que debe realizarse previo al ingreso al SEIA, y cuyos resultados deben estar plasmados en los distintos capítulos de la DIA o EIA donde tiene incidencia. Su objetivo es evaluar si existe un problema de impactos acumulativos en el territorio que podría ser agravado por el proyecto en evaluación, o bien la irrupción del proyecto en el territorio podría significar un deterioro considerable de la condición ambiental de un objeto de protección ambiental producto de su interacción con otros proyectos o actividades**.** Especial atención deberá prestarse a los Instrumentos de Planificación Territoriales aplicables, y en especial a la Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) asociada a ellos.
2. **Descripción del proyecto**: esta es una etapa en la que se caracteriza el propio proyecto en evaluación, por lo que no presenta mayores diferencias entre ambas metodologías.
3. **Delimitación de áreas de influencia**: este es un aspecto diferenciador crítico, ya que al considerar otros proyectos y los efectos combinados en los objetos de protección resulta necesario revisar el área de estudio considerada preliminarmente para cada componente y analizar si es necesario ampliarla, lo cual puede a su vez terminar en la definición de un área de influencia distinta a la que hubiese resultado con el proceso habitual.
4. **Descripción de áreas de influencia**: este es un aspecto en que existe gran coincidencia entre ambas metodologías, ya que los objetos de protección y atributos ambientales son los mismos, y por lo tanto las metodologías para caracterizarlos no cambian. No obstante, se requiere hacer un énfasis adicional en ciertas características de los objetos de protección especialmente relevantes para la delimitación del área de influencia (**proceso iterativo**) y la identificación y descripción de los otros proyectos o actividades que puedan contribuir a los impactos acumulativos (en especial sus Factores Generadores de Impactos – FGI), junto con los factores externos que puedan incidir en ellos (factores naturales como antrópicos), lo cual es un aspecto crítico para el ejercicio global de impactos acumulativos. Además de la descripción de los demás proyectos o actividades relevantes, tiene que hacerse un análisis más detallado que permita **situar al proyecto en evaluación en su contexto territorial**, considerando su interacción con estos otros proyectos o actividades.
5. **Predicción y evaluación de impactos acumulativos**: dependiendo del objeto de protección el enfoque puede ser más o menos similar a lo que se realiza rutinariamente, por lo cual será necesario establecer ciertos criterios y ahondar en aquellas diferencias metodológicas que deben ser consideradas. Para ello se cuenta con un "*Toolbox*" o un paquete de metodologías que pueden ser aplicadas según las características propias de cada caso, todo lo cual debe ser integrado finalmente en una matriz de evaluación.
6. **Planes de seguimiento**: este aspecto es de suma relevancia puesto que uno de los principales requerimientos para abordar los impactos acumulativos es contar con información territorial, que debe provenir de las distintos proyectos o actividades que inciden en los impactos identificados. De esta forma, la generación de

información y su posterior análisis es crucial, y no debe estar limitada por el tamaño o alcance del proyecto. Según las recomendaciones internacionales, es clave incorporar un Esquema de Manejo Adaptativo (EMA) como parte del plan se seguimiento para hacer frente a la incertidumbre inherente al proceso, por lo que se trabajará en desarrollar este punto de una forma en que pueda ser aplicado a varios componentes.

Un aspecto que se aborda de forma transversal es la relación del procedimiento de evaluación ambiental con otros instrumentos de gestión complementarios que pueden jugar un rol importante para abordar la problemática de forma integral. Su utilidad va desde la identificación de impactos acumulativos hasta el diseño de programas de monitoreo y medidas de aplicación colectiva. Si bien este tema trasciende al SEIA, resulta necesario fomentar la identificación y el desarrollo de estos instrumentos, y proveer de mecanismos de retroalimentación con el SEIA y la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA).

A continuación, se desarrollan en distintas secciones los puntos clave ya señalados.

3.3.1.3 Herramientas y Metodologías

Tal como se señaló en el Informe OE1, conceptualmente la evaluación de impacto ambiental y la evaluación de impactos acumulativos son muy similares y las metodologías desarrolladas para el primero son, en general, plenamente aplicables al segundo. Por lo tanto, para una evaluación de impactos acumulativos es recomendable utilizar un enfoque metodológico a nivel general como el descrito en el numeral anterior, pero basándose en una combinación de diversas metodologías individuales ya probadas y aplica-das rutinariamente a nivel del SEIA. Algunos ejemplos de los métodos o herramientas utilizados como parte de la evaluación de impactos acumulativos se incluyen en la Tabla 3-18 a continuación. Asimismo, la relación entre ellas y cómo pueden combinarse para configurar una evaluación de impactos acumulativos se representa en la Figura 3-55.

Tabla 3-18. Análisis de familias metodológicas primarias

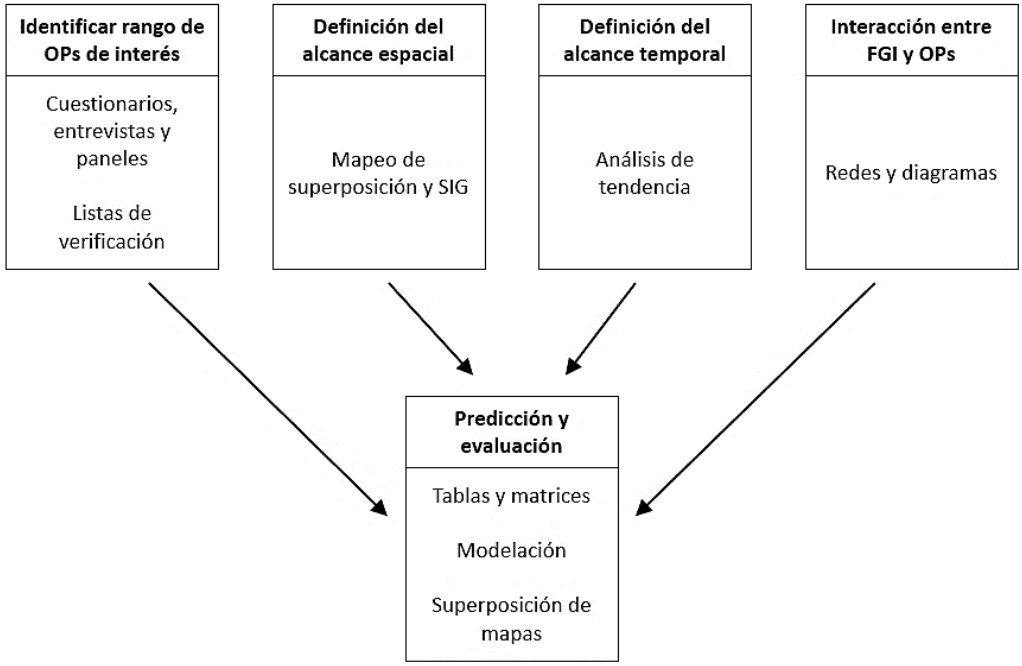
Familia de metodologías primarias	Descripción	Usos	Fortalezas	Debilidades
Cuestionarios, entrevistas y paneles	Útil para recopilar información sobre múltiples acciones y objetos de protección necesarios para abordar los efectos acumulativos. Sesiones de *brainstorming*, entrevistas con personas con conocimiento experto, buscar consenso grupal para establecer actividades que permitan identificar las cuestiones importantes respecto de los efectos acumulativos en el área o región de estudio.	Definición de alcances e identificación de IA.	Aproximación flexible. Puede lidiar con información subjetiva.	No permite cuantificar toda la información científica de importancia. La comparación de alternativas es subjetiva.
Listas de verificación	Resulta útil para identificar efectos acumulativos al proporcionar una lista de efectos comunes o probables y superponer múltiples proyectos o acciones y objetos de protección. Sin embargo, la lista de verificación no debe utilizarse en reemplazo de la delimitación exhaustiva del alcance y la conceptualización de los efectos acumulativos. Al utilizar la lista es fundamental que los profesionales no se limiten exclusivamente a los ítems incluidos en la lista inicial.	Definición de alcances e identificación de IA. Predicción, a nivel descriptivo, de potenciales impactos acumulativos. Ejemplo en **Anexo 1**.	Enfoque sistemático y conciso.	Puede ser inflexible. No aborda en profundidad las interacciones o las relaciones causa-efecto.
Matrices	Utilizan un formato tabular para organizar y cuantificar las interacciones entre los proyectos o actividades existentes y razonablemente previsibles, y los objetos de protección. También se pueden utilizar para combinar los valores en celdas individuales y evaluar los efectos de múltiples acciones en componentes específicos, ecosistemas y comunidades humanas (objetos de protección).	Definición de alcances e identificación de IA. Predicción, a nivel descriptivo, de potenciales impactos acumulativos.	Presentaciones exhaustivas. Permite comparar alternativas. Aborda múltiples proyectos de forma simultánea. Puede abordar consideraciones espaciales y temporales.	Puede resultar engorroso. No aborda relaciones causa-efecto complejas.
Diagramas de red	Útil para aproximarse a las relaciones causa-efecto que dan lugar a efectos acumulativos. Puede utilizarse para analizar los múltiples efectos relacionados de diversos proyectos o acciones, y rastrear los efectos indirectos sobre los objetos de protección que se acumulan a partir de los impactos directos sobre otros objetos de protección. Los modelos conceptuales también pueden incluirse dentro de este método.	Definición de alcances e identificación de IA. Predicción, a nivel descriptivo, de potenciales impactos acumulativos. Predicciones cuantitativas.	Facilita la conceptualización del problema. Aborda las relaciones causa-efecto. Identifica los efectos directos e indirectos que pueden acumularse. Puede abordar consideraciones espaciales y temporales.	Se genera un problema para comparar los efectos debido a las distintas unidades.
Modelación	La modelación es una técnica robusta para cuantificar las relaciones causa-efecto que se traducen en impactos acumulativos, y puede adquirir la forma de ecuaciones matemáticas descriptivas (por ejemplo, modelos descriptivos de erosión) o bien de simulaciones computacionales que permitan integrar múltiples fuentes y evaluar varios escenarios.	Predicciones cuantitativas.	Entrega resultados concretos Aborda las relaciones causa-efecto. Metodología cuantitativa. Puede integrar las dimensiones temporales y espaciales.	Requiere de una cantidad importante de datos de entrada. Puede ser costosa. Se pierde trazabilidad en caso de considerar un número muy grande de variables y fuentes

Tabla 3-18. Análisis de familias metodológicas primarias

Familia de metodologías primarias	Descripción	Usos	Fortalezas	Debilidades
Análisis de tendencia	Esta metodología analiza el estado de un objeto de protección a través del tiempo y usualmente se traduce en una representación gráfica de las condiciones históricas y proyecciones futuras. Permite determinar los cambios que pueden ocurrir en la ocurrencia de FGI y es útil para describir la línea de base y proyectar futuros impactos acumulativos.	Definición de alcances e identificación de IA. Predicciones cuantitativas.	Puede integrar las dimensiones temporales y espaciales. Ayuda a identificar problemas territoriales. Útil para la determinación de la línea de base.	Requiere de una cantidad importante de datos en sistemas complejos. La definición de umbrales puede ser altamente subjetiva.
Mapeo de superposición y SIG	Estos métodos pueden incorporar información espacial y temporal en los estudios de efectos acumulativos y son útiles para delimitar el área de estudio, analizar indicadores a nivel de paisaje, e identificar zonas donde los impactos acumulativos podrían manifestarse con mayor intensidad. La superposición de mapas puede basarse tanto en la acumulación de FGI en ciertas áreas o en la idoneidad de ciertas áreas para el desarrollo. Esta superposición puede ser también utilizada para evaluar la sostenibilidad relacionada a ciertos objetos de protección.	Definición de alcances e identificación de IA. Predicción, a nivel descriptivo, de potenciales impactos acumulativos. Predicciones cuantitativas.	Permite incluir patrones espaciales y análisis de proximidad de FGI. Material visual para comunicación efectiva. Permite optimizar alternativas. Ejemplo de uso en Ejemplo en **Anexo 2**.	Limitado a la generación de efectos por localización. Puede no abordar explícitamente la generación de impactos indirectos Puede ser difícil evaluar la magnitud de los impactos.

Fuente: Adaptado y traducido de Council on Enviromental Quality (1997) y Bid Invest (2023).

Figura 3-55. Modelo conceptual para combinar métodos en un análisis de impactos acumulativos



Fuente: Adaptado y traducido de Council on Enviromental Quality (1997).

A través de los métodos o herramientas anteriores, resulta posible abordar los siguientes aspectos (entre otros):

- Recopilar información sobre el amplio rango de proyectos o acciones e impactos de consideración: cuestionarios, entrevistas y paneles.
- Identificar posibles impactos acumulativos a través de los FGI de proyectos o actividades y los posibles OP afectados: listas de verificación.
- Combinar los efectos de distintos proyectos o acciones para determinar la acumulación de impactos en los distintos OP: matrices.
- Reconocer cómo se propagan y acumulan los efectos directos e indirectos de varias acciones en los distintos OP: diagramas de red.
- Cuantificar las relaciones de causa y efectos que llevan a la generación de impactos acumulativos: modelación.
- Evaluar el estado de OPs en el tiempo, establecer líneas de base, identificar la ocurrencia de impactos acumulativos y proyectar su evolución futura: análisis de tendencia.
- Incorporar la variable espacial al análisis de impactos acumulativos, definir límites, evaluar métricas de paisaje e identificar áreas donde podrían concentrarse los impactos: mapeo de superposición y SIG.

De forma complementaria a estos métodos o herramientas de amplia aplicación se pueden considerar otros de carácter específico, dentro de los cuales se incluyen los análisis de capacidad de carga y análisis ecosistémicos que pueden ser aplicables para los OP priorizados, y también los análisis de impacto económico y social, aplicables para otros OPs relacionados con el medio humano. A continuación, en la Tabla 3-19 se provee de una descripción de los dos primero.

Tabla 3-19. Análisis de familias metodológicas específicas

Familia de metodologías específicas	Descripción	Usos	Fortalezas	Debilidades
Análisis de capacidad de carga	Estos análisis permiten identificar umbrales ambientales y provee de mecanismos para monitorear el uso incremental de la capacidad remanente del sistema. En un contexto ecológico, la capacidad de carga se define como el umbral por debajo del cual las funciones a nivel de poblaciones y ecosistemas pueden sostenerse. En un contexto social, la capacidad de carga de una región se mide por el nivel de servicios deseado por la población.	• Definición de alcances e identificación de IA. • Predicciones cuantitativas. • Evaluación de la sostenibilidad. • Evaluación de significancia de los impactos.	• Medición de impactos acumulativos en contraste con umbrales definidos. • Aborda los efectos a nivel de sistema. • Aborda factores temporales.	• Rara vez resulta posible medir directamente la capacidad. • Puede involucrar múltiples umbrales. • Se requiere información a nivel regional que muchas veces no existe o bien es incompleta.
Análisis ecosistémico	Estos análisis abordan explícitamente temas de biodiversidad y sostenibilidad a nivel ecosistémico. El enfoque ecosistémico utiliza delimitaciones naturales (como cuencas o ecorregiones) y aplica indicadores ecológicos (como patrones a nivel de paisaje). Considera una perspectiva regional amplia y un enfoque holístico que son requeridos para la evaluación de los impactos acumulativos[52].	• Definición de alcances e identificación de IA. • Predicciones cuantitativas.	• Considera una escala regional y un espectro amplio de componentes ambientales e interacciones. • Puede integrar las dimensiones temporales y espaciales. • Aborda la sostenibilidad a nivel ecosistémico	• Limitado a sistemas naturales. • A menudo se requiere de especies sustitutas para representar el sistema. • Muy intensivo en el requerimiento de información. • Los indicadores a nivel de paisaje son un tema aun en desarrollo.

Fuente: Adaptado y traducido de Council on Enviromental Quality (1997).

[52] Mayor información sobre lo que involucra el "Enfoque Ecosistémico" puede encontrarse en: https://portals.iucn.org/library/efiles/documents/CEM-003-Es.pdf

De acuerdo con el CEQ (1997), existen dos aspectos en los cuales las metodologías anteriores cobran especial relevancia:

1. La necesidad de abordar los impactos en un recurso respecto de su sostenibilidad.
2. Cuando el problema de impactos acumulativos se relaciona con ecosistemas y comunidades.

Por último, de acuerdo con BID Invest (2023)

"*desafortunadamente,* ***no existe una única herramienta para realizar una EGIA****. Un análisis exhaustivo suele requerir una combinación de herramientas, cada una de ellas con sus propias características y destinadas a diferentes situaciones y etapas (por ejemplo, análisis de alcance frente al análisis de impacto, lo regional frente a local, la política frente al proyecto, y la selección de medidas de mitigación y de gestión).* ***La combinación óptima de herramientas depende, entre otros factores, de la naturaleza del problema, de la índole de los VEC, de la finalidad del análisis, del acceso a los datos y de su calidad, de la disponibilidad de recursos, de las preferencias de la comunidad y del tipo de impactos que se vayan a abordar****.*

(…)

Debido a que ninguna de las metodologías disponibles es capaz de satisfacer todos los requisitos antes descritos, una buena EGIA, usualmente, utiliza una combinación de ellas. ***También es frecuente observar la utilización de metodologías ad hoc que se estructuran y utilizan para ajustarse a las circunstancias propias del proceso de EGIA. En estos casos, es indispensable describir previamente la metodología y detallar sus particularidades*** *(supuestos de partida y, sobre todo, sus limitaciones), caso contrario será muy difícil establecer si los resultados del proceso de EGIA que la utilice son lo suficientemente robustos como para permitir estructurar sobre él un buen plan de mitigación de impactos acumulativos* (énfasis agregado)".

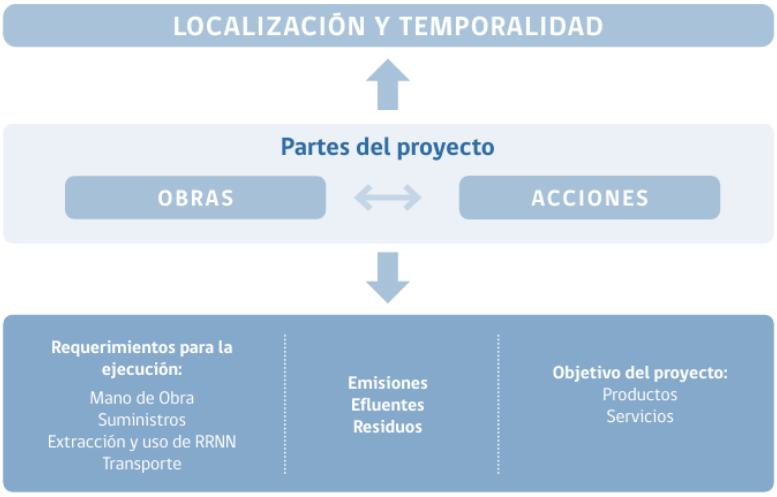
Lo anterior no hace más que relevar el hecho de que existen varias metodologías que pueden ser aplicadas, y la dificultad radica en seleccionar las más idónea para cada caso, o bien una combinación de varias de éstas, acompañando una debida justificación técnica.

3.3.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

De acuerdo con el criterio de evaluación en el SEIA "Alcances y principios metodológicos para la evaluación de los impactos ambientales" (SEA, 2023), los impactos ambientales son causados por los **Factores Generadores de Impacto (FGI)**, entendiéndose por aquellos a los elementos del proyecto o actividad, en consideración a su localización y temporalidad, así como por sus emisiones, efluentes, residuos, explotación, extracción, uso o intervención de recursos naturales, mano de obra, suministros o insumos básicos y productos o servicios generados, según correspondan, que por sí mismos, generan alteración en el medio ambiente y que son identificables en cada una de las fases del proyecto (véase Figura 3-56). Dichos factores deben ser detallados por los titulares en el capítulo de Descripción de Proyecto

tanto en un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) o una Declaración de Impacto Ambiental (DIA), conforme lo mandata el artículo 18, literal c), y artículo 19, literal a), respectivamente, ambos del Reglamento del SEIA (DS.40/2012). Es importante señalar que un mismo factor puede generar más de un impacto ambiental[53], lo cual se representa en el diagrama de la Figura 3-56.

Figura 3-56. Factores que determinan impactos ambientales de un proyecto



Fuente: Guía Área de influencia en el SEIA (SEA, 2022).

Tal como se discutió en el numeral 3.3.1.1 del presente informe, muchos de los tipos de impactos que pueden generarse a partir de los FGI tiene la propiedad de ser acumulables, lo cual no los hace necesariamente relevantes para una determinada evaluación ambiental. Lo que les da la relevancia es la generación de un problema de impactos acumulativos en el territorio, otorgando entonces una relevancia especial a la descripción de los FGI relacionados.

Si bien la determinación de esa condición se debe realizar caso a caso, ya que depende del proyecto y de las características de su emplazamiento, a continuación, se listan algunos ejemplos a modo referencial de impactos acumulativos y FGI asociados (ver Tabla 3-20), extraídos desde Council on Environmental Quality (1997).

Tabla 3-20. Ejemplos de impactos acumulativos y Factores Generadores de Impactos (FGI)

Objeto de protección	FGI y manifestación de impactos acumulativos
Aire	**Emisiones atmosféricas**: • Transporte a larga distancia de contaminantes atmosféricos que provoquen la acidificación o eutrofización de los ecosistemas. • Degradación de la calidad del aire regional.

[53] "Criterio de evaluación en el SEIA: Evaluación ambiental de proyectos de salmonicultura en mar localizados en o próximos a un área protegida" (SEA, 2023).

Tabla 3-20. Ejemplos de impactos acumulativos y Factores Generadores de Impactos (FGI)

Objeto de protección	FGI y manifestación de impactos acumulativos
	• Gases de efecto invernadero que provoquen la modificación del clima.[54]
Agua	**Emisiones líquidas**: • Afectación de grandes masas de agua con vertidos de sedimentos, contaminantes térmicos y tóxicos. • Profundización del nivel de agua subterránea. • Contaminación de las aguas subterráneas. • Cambios en los regímenes hidrológicos de los principales ríos y estuarios.
Suelo	**Infraestructura**: • Disminución de la cantidad en superficie y calidad por contaminación de los suelos.
Fauna	**Cambio de uso de suelo**: • Pérdida de hábitats naturales o del carácter histórico debido al desarrollo residencial, comercial e industrial. • Fragmentación de hábitats por la construcción de infraestructuras o cambios en el uso del suelo. **Explotación de recursos naturales**: • Degradación del hábitat a causa del pastoreo, la explotación maderera y otros usos consuntivos. **Interacción con infraestructura**: • Perturbación de las poblaciones migratorias de peces y fauna silvestre.
Salud de la población	**Descarga o disposición de residuos o sustancias peligrosas[55]**: • Movilización de sustancias persistentes o bioacumuladas a través de la cadena alimentaria. • Contención y eliminación a largo plazo de residuos peligrosos.

Fuente: Adaptado y traducido de Council on Environmental Quality (1997).

Lo anterior cobra aún más relevancia cuando los FGI del proyecto pueden afectar objetos de protección de especial importancia, por ejemplo, aquellos considerados únicos, escasos o representativos, de acuerdo con los lineamientos establecidos por el SEA en sus guías.

3.3.3 ÁREA DE INFLUENCIA

En la recientemente publicada "Guía Área de Influencia en Humedales en el SEIA" (SEA, 2023) se hace el reconocimiento explícito de que "*según lo establecido en el artículo 18 letra e) del Reglamento del SEIA, dentro de los atributos de los componentes ambientales que se debe describir se encuentran los contenidos listados en la letra e.11), correspondientes a "proyectos o actividades que cuenten con Resolución de Calificación Ambiental vigente, aun cuando no se encuentren operando (…)".* ***Esto último se debe considerar teniendo a la vista los potenciales impactos acumulativos y sinérgicos***" (énfasis agregado).

[54] En este punto señalado en la referencia bibliográfica se debe precisar para el caso de Chile que la "Guía metodológica para la consideración del cambio climático en el SEIA" (segunda edición) indica que el SEIA no es el instrumento de mitigación, sino de adaptación, por lo que lo señalado por el documento "Council on Environmental Quality" (1997), no aplica a la realidad del sistema chileno.

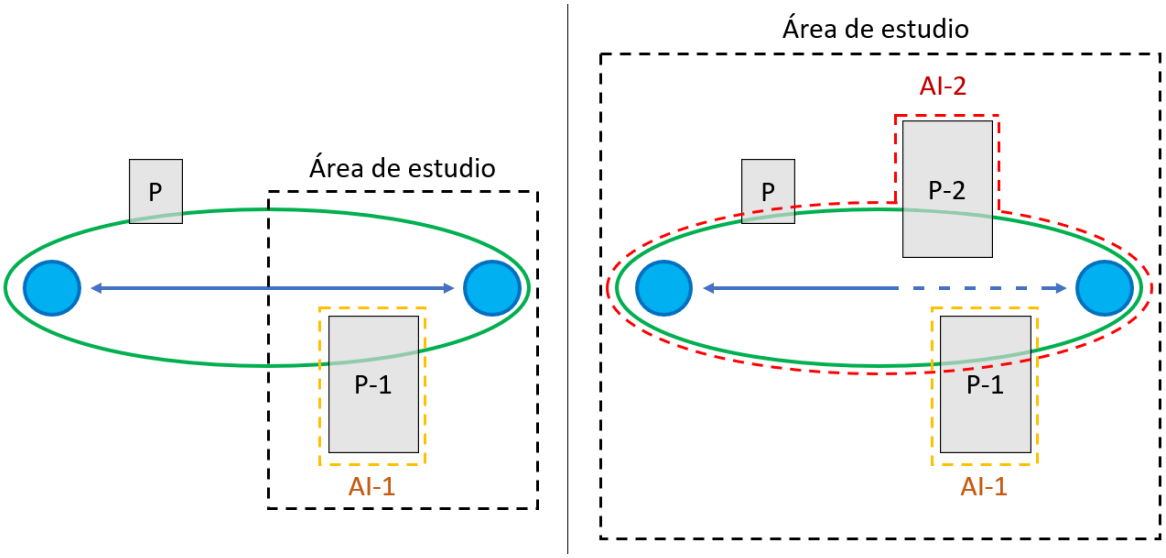
[55] En este punto señalado por "Council on Environmental Quality" (1997), se indica que se debe ajustar a la realidad chilena, la que es recogida en la "Guía para la evaluación ambiental del riesgo para la salud de la población (segunda edición)", cuyos lineamientos difieren respecto de la referencia bibliográfica.

Para la determinación de los "otros" proyectos se requiere previamente contar con un área de estudio[56] sobre la cual levantar información, la cual debe ser delimitada en función de ciertos criterios relacionados, sobre todo, con los objetos de protección presentes en el área y sus características propias, los cuales se describen más adelante en el documento. Es importante destacar que los objetos de protección y sus atributos ambientales son los mismos que se consideran en la evaluación ambiental de proyectos, y por lo tanto las metodologías para caracterizarlos -y que han sido descritas en varios documentos técnicos del SEA no cambian. No obstante, se requiere hacer un énfasis adicional en ciertas características de los objetos de protección especialmente relevantes para la delimitación del área de estudio en un contexto de impactos acumulativos, lo cual se traduce en proceso iterativo que involucra tanto la delimitación del área de estudio como la descripción de ésta.

A modo de ejemplo, en la Figura 3-57 se plantea el siguiente problema: existe una especie de fauna terrestre que se encuentra en categoría de conservación y cuya población tiene un hábitat delimitado entre dos humedales, los cuales están conectados por un corredor (por ejemplo, quebrada). Ambos humedales cumplen funciones específicas y esenciales en el ciclo de vida de dicha especie, y ya existe un proyecto P en el entorno, aunque de alcance limitado. Si un proyecto (P-1) se emplaza en una porción del corredor, y ello no limita el desplazamiento de los individuos entre ambos humedales, el impacto podría no ser considerado significativo y el área de influencia podría ser acotada a las inmediaciones de las obras del proyecto. En este caso el área de estudio sobre la cual se realizará la caracterización ambiental puede ser relativamente acotada, e involucrar el entorno del proyecto y eventualmente la zona húmeda más cercana (donde podría comprometerse un seguimiento para confirmar el descarte de efectos significativos). Distinto es el escenario en caso de emplazarse un segundo proyecto (P-2), o más proyectos, ya que se podría generar una fragmentación del hábitat, la que a su vez podría impactar en la ruta de desplazamiento de los individuos, poniendo en riesgo la viabilidad de la población. En este caso, al evaluar los impactos acumulativos se debe tener como objeto de protección clave a la especie en cuestión, por lo que el análisis debiera estar enfocado en comprender las distintas presiones a las cuales está sometida. Para ello es fundamental comprender la biología y la ecología de la especie, fruto de lo cual se debiera considerar como área de estudio el hábitat restringido de ésta, ampliando así dicha área respecto del escenario anterior. Al ampliar el área pueden aparecer proyectos adicionales que debiesen ser incorporados y descritos, y los impactos resultantes con el efecto "adicional" del proyecto podrían tener un mayor alcance, traduciéndose en un área de influencia mayor.

[56] Es importante aclarar que el Área de Estudio puede ser mayor o igual al Área de Influencia, y resulta necesaria su conceptualización para el levantamiento de la información, no obstante, no es una exigencia formal en el marco del SEIA. Mayores detalles sobre el rol del área de estudio en la delimitación del Área de Influencia se pueden encontrar en las Guías del SEA, por ejemplo, en la Guía Área de Influencia en Humedales en el SEIA (en específico en su numeral 3.2).

Figura 3-57. Impactos acumulativos y aumento del alcance territorial del análisis



Fuente: Elaboración propia.

Es importante notar que, en este ejemplo, las áreas de influencia no se traslapan considerando los proyectos individualmente, pero al ser analizadas en conjunto, pueden generar una interferencia mayor a su superposición, lo cual dice relación con la naturaleza del objeto de protección analizado (probablemente el desplazamiento de ciertas especies de fauna terrestre puede ser inhibido, aun cuando no existe un bloqueo físico total del paso, debido a los efectos de borde).

En esta misma línea, en BID Invest (2013) se señala que "*recordando que el propósito fundamental de una EGIA que se realiza desde la perspectiva de un proyecto es el determinar cómo otras acciones (proyectos) podrían exacerbar las condiciones ambientales futuras de las en que se desarrollará, una buena determinación de las áreas de influencia directa e indirecta del proyecto (…) es vital, dado que ésta se convierte automáticamente en el límite espacial preliminar*[57] *para la EGIA a ser realizada desde la óptica de un proyecto*".

En lo que sigue se describen los aspectos metodológicos a considerar tanto en la delimitación como en la descripción del área de estudio.

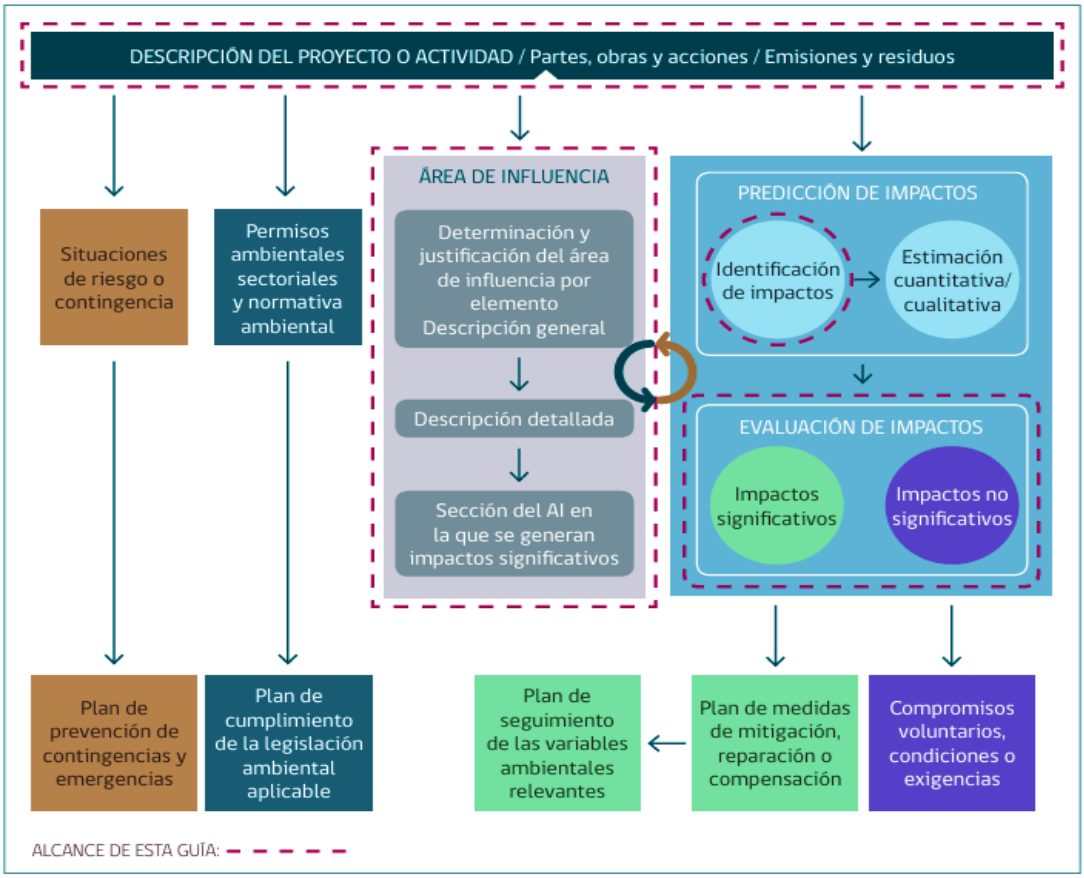
3.3.3.1 Determinación del Área de Influencia

La delimitación del área de influencia es un aspecto diferenciador clave con la evaluación de impactos ambientales tradicional, ya que al considerar otros proyectos y los efectos combinados en los objetos de protección resulta necesario ampliar el área de estudio, lo cual puede a su vez terminar en la definición de un área de influencia distinta a la que hubiese resultado con el proceso tradicional.

[57] En contadas ocasiones habrá que ajustar este límite geográfico.

Tal como ha planteado el SEA en sus metodologías, la delimitación del área de influencia resulta de un proceso iterativo que involucra tanto otros eslabones metodológicos del proceso de evaluación ambiental, como la descripción del proyecto, la identificación de los potenciales impactos y la determinación de su significancia (ver Figura 3-58). Respecto de lo último, la implicancia radica en la necesidad de levantar información de la condición basal para lo cual se deberá realizar una descripción general y detallada (esta última asociada a los impactos significativos).

Figura 3-58. Elementos para la delimitación y descripción del área de influencia en el SEIA



Fuente: Guía Área de influencia en el SEIA (SEA, 2022).

Este proceso iterativo es también recogido en la metodología del IFC (2013), y en una adaptación de BID Invest (2023) se puede apreciar mejor su naturaleza, tal como se muestra en la Figura 3-59.

Figura 3-59. Proceso iterativo para la definición del alcance de la evaluación de impactos acumulativos

Fuente: BID Invest (2023)

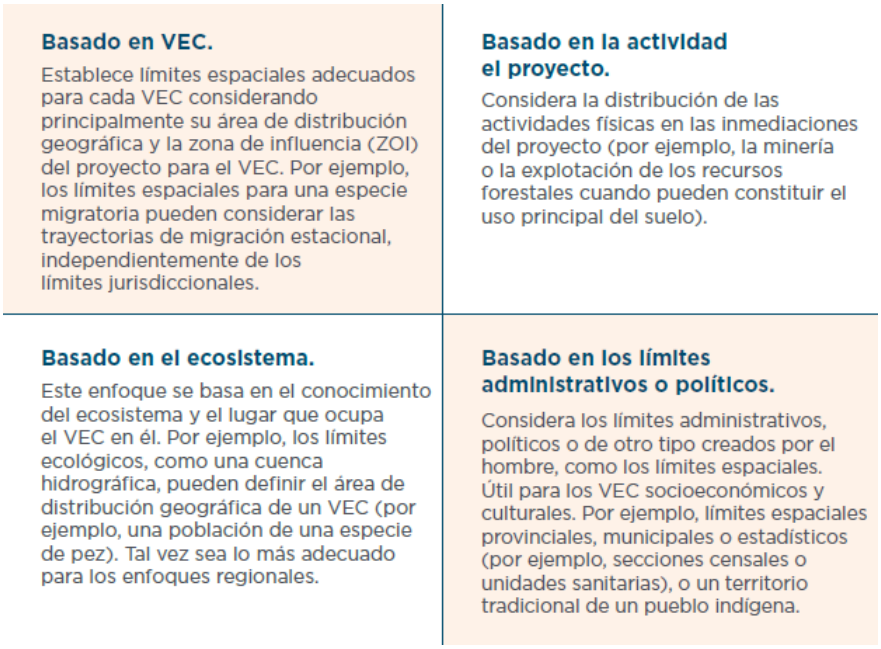
Como ya se ha dicho, en el caso de los impactos acumulativos se requiere considerar un área de estudio, por cuanto el foco ya no solo está en el proyecto en evaluación, sino que también en otros proyectos que pueden afectar el mismo objeto de protección y, sobre todo, en el objeto de protección en sí mismo. De esta forma, la delimitación del área de influencia depende de:

i. Las características de las partes, obras o acciones de un proyecto que contribuirán al impacto acumulativo.
ii. La escala y naturaleza de los impactos potenciales resultantes entre del proyecto con otros proyectos futuros relevantes[58].
iii. Las características particulares del o los objetos de protección ambiental involucrados.

Dado que el objeto de protección juega un rol fundamental en la definición de los límites del área de estudio y consecuentemente en la delimitación del área de influencia, resulta fundamental contar con criterios que permitan orientar en las metodologías más adecuadas según los posibles casos. En esta línea el BID Invest (2023) se ha basado en las directrices de la autoridad ambiental canadiense (CEAA, 2018) para proponer las siguientes alternativas de criterios que pueden ser considerados (Figura 3-60).

[58] Más adelante se realiza una propuesta de cómo se tendrán que entender los proyectos "futuros" para efectos del SEIA.

Figura 3-60. Criterios para establecer los límites espaciales de los VEC (Objetos de Protección)



Fuente: BID Invest (2023)

Por ejemplo, el área de estudio seleccionada para la evaluación del impacto acumulativo sobre la biodiversidad puede basarse en el rango y distribución de las especies amenazadas incluidas dentro de la biorregión relevante, y centrarse únicamente en aquellas especies que están en riesgo de sufrir daños graves o irreversibles debido al impacto acumulativo generado por uno o varios proyectos. En el caso de un área de estudio seleccionada para la evaluación del impacto acumulativo sobre los niveles de ruido ambiental, ésta solo puede incluir lugares específicos donde los impactos acústicos del proyecto puedan superponerse con los impactos acústicos de otros proyectos, resultando en impactos acústicos materiales en los receptores susceptibles de ser afectados (NSW Department of Planning, Industry and Environment, 2020).

El CEQ (1997) reafirma el hecho de que las zonas potencialmente impactadas dependen del componente y del medio. Para el componente agua señalan que el área de estudio podría ser delimitada en base al sistema hidrológico potencialmente afectado por el proyecto. Para aire lo relacionan con la cuenca hidrográfica en la cual se localiza el proyecto, mientras que para suelo recomiendan considerar una distancia a fijar desde los límites del proyecto. En términos más generales, señalan que los límites del análisis para un recurso natural específico podrían estar condicionado por su dependencia respecto de otros elementos del medio ambiente. A modo indicativo proveen de un listado de posibles criterios "de entrada" al análisis, extraída desde Council on Environmental Quality (1997) el cual se reproduce en la Tabla 3-21.

Tabla 3-21. Áreas de estudio que podrían considerarse

Objeto de protección	Posibles áreas de estudio
Calidad del aire	• Área metropolitana • Cuenca atmosférica
Calidad del agua	• Cuerpo de agua superficial (río, lago, etc) • Cuenca hidrográfica • Estuario • Acuífero • Partes de los anteriores
Flora y vegetación	• Cuenca • Formaciones vegetales • Rango de distribución • Ecosistema
Fauna	Residente: • Hábitat • Ecosistema Migratoria: • Zonas de reproducción • Rutas migratorias • Zonas de hibernación • Área de distribución total de las unidades de población afectadas Recursos pesqueros: • Cuerpo de agua superficial (río, lago, etc) • Cuenca hidrográfica • Estuario • Partes de los anteriores • Zona de desove • Rutas migratorias
Suelo*	• Comunidad • Área Macrozona • Comuna • Región
Zona costera	• Zona costera • Cuenca hidrográfica

* Si bien este cuadro adaptado de una cita bibliográfica es de utilidad incluir como área de estudio área rural y área urbana.

Fuente: Adaptado de Council on Environmental Quality (1997).

De acuerdo con la práctica del SEIA, y según los criterios que se han asentado a nivel nacional para ciertos objetos de protección, se ha construido en base a criterio experto la Tabla 3-22, que permite ahondar en un mayor nivel de detalle a la hora de proveer orientaciones para acotar las áreas de estudio.

Tabla 3-22. Orientaciones para acotar el Área de Estudio

Objeto de protección	Tipo de criterio según DIB Invest (2023)	Recomendaciones para el SEIA
Aire (Calidad)	Basado en la actividad del proyecto	Utilizar los límites obtenidos de la modelación de calidad del aire por contaminante de interés, emanados por el proyecto, lo cual se encuentra metodológicamente regulado por los lineamientos de las

Tabla 3-22. Orientaciones para acotar el Área de Estudio

Objeto de protección	Tipo de criterio según DIB Invest (2023)	Recomendaciones para el SEIA
		guías que provee el SEA. Se considera que el resultado del ejercicio pueda señalar Clústeres[59] dónde se combinan en la concentración de contaminantes, considerando diversas fuentes cuya espacialidad máxima esté delimitada por el alcance proveniente de la modelación de la dispersión de contaminantes asociadas al proyecto.
Agua	Basado en el Objeto de Protección	Considerar las cuencas o subcuencas hidrográficas para aguas superficiales, los sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común (SHACs) o parte de ellos para aguas subterráneas, y las bahías o fiordos para medio marino. En esencia, la delimitación física de cuerpo de agua representa un criterio de entrada, luego del cual la modelación permitirá acotar más el área.
Suelos	Basado en la actividad del proyecto Basado en el ecosistema, a escala paisaje parche vegetacional	Considerar las áreas de emplazamiento de las obras dentro de una subcuenca, junto con un buffer[60] en función del área de influencia del proyecto. Incluir también sectores sin obras, pero sujetos a intervención (tránsito de vehículos, intervención directa como uso de empréstito, otros).
Flora	Basado en el Objeto de Protección Basado en el ecosistema a escala de paisaje parche vegetacional	Considerar lo siguiente: • Distribución de la especie de flora objeto de protección. • Distribución de formaciones vegetacionales. • Distribución de los Pisos Vegetacionales • Uso de suelo. • Estacionalidad: Cambios en la distribución de las poblaciones de especie durante un año (según tipo de crecimiento).
Fauna	Basado en el Objeto de Protección Basado en el ecosistema	Las características ecológicas de las especies son aquellas que permiten identificar y delimitar el AI de cada una de ellas. De lo anterior se destacan las siguientes: • Ambiente específico de la especie (tipo de hábitat y sus características específicas). • Rango de movilidad: Asociado al área que la especie tiene en sus desplazamientos habituales para poder reproducirse, buscar alimento o como refugio. • Uso de Refugio: Características del paisaje como la vegetación, cuevas, madrigueras. • Interacciones con otras especies (por ejemplo, que comparten un mismo nicho ecológico). • Estacionalidad: Cambios en la distribución espacial de la especie durante el año (migraciones).
Ecosistemas	Basado en el ecosistema	Se debe considerar la delimitación de ecosistemas, por ejemplo, a través de sus componentes físicos o composición de especies que lo caracterizan. Por ejemplo, un humedal está definido por sus bordes (lagos, ríos, etc), los pisos vegetacionales quedan definidos por la composición de especies (conjunto de comunidades vegetales zonales con estructura y fisionomía uniforme, situadas bajo condiciones meso climáticamente homogéneas, que ocupan una posición

[59] Clúster corresponde al resultado de un análisis territorial que agrupa variables y/o características en común dentro de un área definida, que para este caso corresponde a una determinada concentración de algún contaminante atmosférico.
[60] El área de influencia el objeto de protección "Suelo" corresponde a un buffer o polígono definido en función de las obras del proyecto para las fases de construcción, operación y cierre.

Tabla 3-22. Orientaciones para acotar el Área de Estudio

Objeto de protección	Tipo de criterio según DIB Invest (2023)	Recomendaciones para el SEIA
		determinada a lo largo de un gradiente de elevación, a una escala espacio-temporal específica), y servicios ecosistémicos (control de oxígeno e inundaciones, funciones económicas y ambientales provistas para la población)
Salud de la Población	Basado en la actividad del proyecto	Calidad del aire, olores, ruido, vibraciones y sombra intermitente: Los límites obtenidos de la modelación de cada componente (metodologías conocidas o reconocidas en los lineamientos de las guías que provee el SEA). Electromagnetismo: Si bien existe la metodología para la obtención del alcance del electromagnetismo, este se realiza desde la perspectiva de la seguridad del tendido eléctrico. Sin perjuicio de ello, es posible suscribir como criterio de alcance la determinación de la franja de servidumbre o seguridad requerida para las instalaciones de proyectos de transmisión. Lo anterior en concordancia con el Reglamento de Seguridad de las Instalaciones Eléctricas (Decreto 109/2017 del Ministerio de Energía), y los lineamientos de la Res. Ex. N°33.277/2020, de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC), la que fue modificada por la Res. Ex. N° 11.682/2022, del mismo organismo del Estado, cuyo objetivo es definir la franja y las distancias de seguridad en el diseño de las líneas de transporte y de distribución de energía eléctrica, incluyendo las de alumbrado público. Lumínicas: Desde la perspectiva de la salud de la población (modificación de biorritmos: fatiga, insomnio o ansiedad), no se establecen criterios para la delimitación del área de influencia. Exposición a contaminantes: En el caso de gases no normados, se podrían utilizar los criterios relacionados a calidad de aire. En el caso de otras sustancias, no se visualizan criterios existentes que puedan definir el alcance del área de influencia.

Fuente: Elaboración propia en base a recomendaciones de Informe OE2 e Informe OE3.

Por último, se ha de tener en consideración que el área de estudio elegida para cada caso debe ser lo suficientemente amplia como para contener todos los impactos acumulativos relevantes. Por el contrario, tampoco debe ser innecesariamente grande ni incluir áreas donde los impactos acumulativos probablemente sean insignificantes en relación con la condición inicial del objeto de protección relevante. Una buena delimitación espacial del impacto ayuda a mejorar el enfoque de la evaluación del impacto acumulativo y a reducir la complejidad de la evaluación.

3.3.3.2 Descripción del Área de influencia

Tal como se señaló más arriba, las metodologías para la descripción del área de influencia presentan una coincidencia importante entre la evaluación de impactos ambientales tradicional y la evaluación de impactos acumulativos, puesto que los objetos de protección y

atributos ambientales son los mismos, y por lo tanto las metodologías para caracterizarlos no cambian.

No obstante, **el aspecto diferenciador que se describirá recae en la descripción de los otros proyectos o actividades que puedan contribuir a los impactos acumulativos, tengan o no Resolución de Calificación Ambiental (RCA), lo cual es un aspecto crítico para llevar a cabo con éxito la evaluación de impactos acumulativos**.

De acuerdo con la definición de impactos acumulativos adoptada por el SEA y provista para esta consultoría, éstos se entenderán como el resultado de los efectos sucesivos, incrementales y/o combinados de una acción, proyecto o actividad en una zona, territorio o componente determinado, que se pueden sumar a los **efectos de otros emprendimientos existentes, planificados y/o razonablemente previsibles, se encuentren con autorización ambiental o sin ella**.

La determinación de proyectos o actividades existentes forma parte del ejercicio que se realiza rutinariamente en el SEIA. De hecho, en el artículo 18.e.11 del RSEIA se entrega una orientación clara al respecto, exigiendo que se incluyan "*los proyectos o actividades que cuenten con Resolución de Calificación Ambiental vigente, aun cuando no se encuentren operando. Para estos efectos,* ***se considerarán todos los proyectos o actividades que se relacionen con los impactos ambientales del proyecto en evaluación****, contemplando los términos en que fueron aprobados dichos proyectos o actividades, especialmente en lo relativo a su ubicación, emisiones, efluentes y residuos, la extracción, explotación o uso de recursos naturales renovables autorizados ambientalmente y cualquier otra información relevante para definir la línea de base del Estudio de Impacto Ambiental*" (énfasis agregado). Tal como ya se indicó, en la Guía Área de Influencia en Humedales en el SEIA (SEA, 2023), se complementa lo anterior señalando específicamente que el objetivo tras la identificación de los otros proyectos se relaciona con considerar "***los potenciales impactos acumulativos y sinérgicos***". Ahora bien, resulta claro que lo relevante de esta descripción es identificar los FGI asociados a los proyectos que sean incorporados al análisis.

Sumado a lo anterior resulta necesario delimitar que para la evaluación de impactos acumulativos **podría resultar necesario levantar información adicional de proyectos o actividades que podrían contribuir a la acumulación, y que no necesariamente cuentan con RCA**[61]. Para ello resultan aplicables los criterios establecidos en el artículo 18.e.9 del RSEIA, según el cual debe describirse "[e]l uso del territorio y su relación con la planificación territorial que incluirá, entre otros:

- Descripción del uso de suelo y de la capacidad de uso de suelo;
- Los instrumentos de planificación territorial vigentes, así como otros instrumentos de ordenamiento territorial relevantes;

[61] Este es el caso, por ejemplo, de un proyecto que no cuenta con RCA, pero sí cuenta con una Resolución de Programa de Monitoreo asociada al D.S. N°90/2000. Su FGI relevante es la descarga de residuos industriales líquidos a un cuerpo de agua, lo cual podría contribuir a un problema de impactos acumulativos en el caso en que se emplacen varias descargas en un mismo territorio y existan objetivos ambientales que puedan estar en riesgo por la concentración de las sustancias descargadas.

- Las actividades económicas y productivas relevantes incluyendo las actividades primarias (agricultura, ganadería, caza, silvicultura, pesca, explotación de minas y canteras), secundarias (industrias, manufacturas y construcción), terciarias (servicios, comercio, transporte, administración pública y defensa, enseñanza y turismo) y cualquier otra actividad relevante existente o planificada; y
- Las construcciones relevantes de infraestructura, vivienda, equipamiento, espacio público y de **actividades económicas y productivas relevantes, así como de cualquier otra obra relevante**" (énfasis agregado).

En términos técnicos, resulta claro que la materialidad de los proyectos puede involucrar los mismos FGI, independiente de que administrativamente los proyectos requieran autorización ambiental o no, por lo cual cobra sentido entenderlo en un sentido amplio tanto para proyectos con RCA (artículo 18.e.11 del RSEIA) como sin ella (artículo 18.e.9 del RSEIA). Sin embargo, pretender lograr una descripción detallada de los FGI de proyectos que no han ingresado al SEIA puede exceder el ámbito de acción de un Titular (puede ser muy complejo, e incluso imposible obtener información detallada de terceros), por lo que **el análisis quedará determinado por aquellos FGI que sean fundamentales[62] y cuenten con información pública o de fácil acceso[63] que permita reconocerlos e identificarlos (localización, características principales).**

A continuación, en la Tabla 3-23 se presenta una selección de FGI tipo por componente, respecto de los cuales se debe prestar especial atención en relación con los otros proyectos o actividades que se emplazan en el área de estudio. Se incluyen también las fuentes de información disponibles.

[62] Especialmente aquellos que puedan traducirse en amenazas, estresores o forzantes, que inciden en la vulnerabilidad de los componentes ambientales y en su resiliencia ante impactos acumulativos.
[63] Por ejemplo, a través del análisis de imágenes satelitales.

Tabla 3-23. Factores Generadores de Impacto (FGI)

Componente/ Subcomponente	Impacto/impactos acumulativos principales	Impacto/impactos acumulativos precursores	Factores generadores de impacto a considerar en el área de estudio	Fuentes públicas de información
Aire (calidad)	• Aumento en la concentración de material particulado (MP2,5 y MP10). • Aumento en la concentración de gases (CO, NO2 y SO2) • Superación de límites establecidos por Normas secundarias de calidad ambiental.	• Zonas que se encuentren en estado de superación de límites establecidos por Normas primarias de calidad ambiental. Considerando que bajo esta situación la ejecución de las actividades de un nuevo proyecto en estas zonas puede ser concebida como un impacto acumulativo. • Zonas que se encuentren en estado de superación de límites establecidos por Normas secundarias de calidad ambiental. Considerando que, bajo esta situación, la ejecución de las actividades de un nuevo proyecto en estas zonas puede ser concebida como un impacto acumulativo.	• Número de fuentes emisoras catastradas. • Área declarada zona saturada o latente. • Área con Plan de Prevención y /o Descontaminación atmosférica. • Para el caso de proyectos transversales: Se reconocen actividades principalmente en la fase de construcción, en las que se distinguen actividades que son fuentes del tipo fugitiva (extracción de material, carga y descarga de material, tránsito por caminos no pavimentados) o mediante combustión (uso de vehículos, motores, generadores eléctricos, etc.). • Para el caso de proyectos por tipología: Existen ciertos tipos de proyectos reconocidos en el aporte de contaminantes atmosféricos, tales como: Termoeléctricas, Fundiciones, Instalaciones fabriles cementeras, etc. Estos tipos de proyectos realizan sus aportes principalmente en su fase de operación, por lo que, en términos temporales, su influencia en el incremento de las concentraciones debería ser superior que aquellos proyectos cuyo principal aporte ocurre durante el periodo de construcción.	• Registros de proyectos en SEIA por tipología. • Registro de fuentes estacionarias y declaraciones de emisiones (RETC). • Registro de unidades fiscalizables en SNIFA (búsqueda por territorio).
Aguas	Subterránea: • Descenso en el nivel de las aguas subterráneas. • Contaminación de las aguas subterráneas (por salinización, fertilizantes, otros).	• Cambio en el patrón de infiltración o recarga. • Alteración del flujo subterráneo pasante. • Cambio en el volumen embalsado. • Cambio en los niveles de agua subterránea. • Cambio en los parámetros físicos, químicos y/o biológicos.	• Alteración significativa de zonas de recarga (impermeabilización, intercepción o desvío de flujos que recargan). • Extracción por medio de pozos, drenes, zanjas u otras obras, incluyendo aquellas para el desaguado de minas, túneles y otras obras. • Intervenciones del acuífero en zonas costeras que favorezcan la intrusión salina. • Intervención del acuífero por obras subterráneas (túneles, pantallas, otros). • Obras o acciones que favorezcan la infiltración o recarga artificial ya sea de aguas de buena calidad (ej. embalses) como de aguas con su contenido alterado (ej. DS 46/2003. MINSEGPRES. RILes, zonas residenciales sin alcantarillado, disposición de RILes en suelo, riego agrícola, piscinas de aguas de proceso, disposición masiva de residuos como rellenos sanitarios y depósitos de relaves, entre otros).	Se listan en el numeral 4.2 del "Criterio de evaluación en el SEIA: Contenidos técnicos para la evaluación ambiental del recurso hídrico" (SEA, 2022). Adicionalmente se pueden considerar: • Mapa hidroquímico de la DGA. • Catastro de fuentes emisoras de RILes (D.S. 46/2003 y D.S. 90/2000 MINSEGPRES) de la SMA y de la SISS. • Catastro de proyectos en el SEIA y de Unidades Fiscalizables de la SMA (seguimiento ambiental).
Aguas	Superficiales:	• Ascenso o descenso del nivel de agua. • Cambio en el volumen embalsado.	• Extracción por medio de bocatomas, motobombas, y otros mecanismos.	Se listan en el numeral 4.2 del "Criterio de evaluación en el seia: contenidos técnicos

Tabla 3-23. Factores Generadores de Impacto (FGI)

Componente/ Subcomponente	Impacto/impactos acumulativos principales	Impacto/impactos acumulativos precursores	Factores generadores de impacto a considerar en el área de estudio	Fuentes públicas de información
	• Merma en el caudal o descenso en el nivel de las aguas superficiales. • Contaminación de las aguas superficiales (por salinización, fertilizantes, efluentes, otros).	• Alteración del régimen de caudales. • Modificación o eliminación del cuerpo de agua. • Cambio en los parámetros físicos, químicos y/o biológicos. • Modificación de la hidrodinámica lacustre. • Modificación de la red de drenaje. • Alteración de cauces y riberas. • Cambio en el flujo de sedimentos. • Cambio en los parámetros físicos, químicos y/o biológicos de sedimentos.	• Extracción de aguas subterráneas que estén sean aportantes a los cursos de agua superficial. • Obras de desvío de aguas superficiales o modificaciones de cauce. • Obras que generen regulación de caudal o alteración del ciclo hidrológico natural. • Descargas de aguas de contacto (presencia de acopios, residuos, etc.). • Descargas de RILes (DS 90/2001 MINSEGPRES).	para la evaluación ambiental del recurso hídrico" (SEA, 2022). Adicionalmente se pueden considerar: • Mapa hidroquímico de la DGA. • Catastro de fuentes emisoras de RILes (D.S. 46/2003 y D.S. 90/2000 MINSEGPRES) de la SMA y de la SISS. • Catastro de proyectos en el SEIA y de Unidades Fiscalizables de la SMA (seguimiento ambiental) •
Aguas	<u>Glaciares:</u> • Pérdida de masa del glaciar.	• Pérdida de masa (superficie o volumen). • Cambio en el aporte hídrico del glaciar a su cuenca inmediata. • Estabilidad del glaciar.	• Intervención directa por movimiento de tierra. • Cambio en el albedo por depositación de MPS. • Excavaciones en el entorno de un glaciar.	• Inventario público de glaciares (DGA). • Catastro de proyectos en el SEIA y de Unidades Fiscalizables de la SMA (seguimiento ambiental).
Aguas	<u>Medio marino:</u> • Contaminación de las aguas marinas.	• Cambio en los parámetros físicos, químicos y/o biológicos de la columna de agua marina. • Cambio en el flujo de sedimentos. • Cambio en los parámetros físicos, químicos y/o biológicos de sedimentos.	• Descargas de RILes (proyectos sanitarios, de energía, desaladoras, etc). • Obras de carga y descarga en Puertos. • Acopios de material cercano a la costa que pueden ser trasportados por el viento.	• Catastro de fuentes emisoras de RILes de la SMA. • Catastro de fuentes emisoras de RILes de la SISS. • Catastro de proyectos en el SEIA y de Unidades Fiscalizables de la SMA. • Programa POAL de DIRECTEMAR.
Suelo	• Pérdida de suelos que puedan sustentar biodiversidad • Pérdida de calidad de suelos por contaminación.	• Pérdida de suelo por intervención directa • Activación de procesos erosivos. • Alteración de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.	• Afectación directa por emplazamiento de obras (temporales y permanentes) • Uso del territorio como parte de actividades relacionadas con el proyecto (tránsito de vehículos, rutas internas, emisión de MPS, otros) • Disposición de productos químicos, residuos líquidos (riego con RILes) y sólidos (lixiviación)	• Proyectos en el SEIA - Tipología. • Catastros de Suelo agrológicos (CIREN, IDE MINAGRI) – Relevancia. • Catastros de Erosión actual y potencial (CIREN, IDE Minagri) - Riesgo. • Suelos relacionados con ecosistemas (áreas protegidas, otros de relevancia)
Flora	• Disminución significativa o desaparición de	• Pérdida de individuos o ejemplares de flora	• Emplazamiento de obras (temporales y permanentes)	• Proyectos del SEIA, por tipología. • Catastro de uso de suelo de CONAF.

Tabla 3-23. Factores Generadores de Impacto (FGI)

Componente/ Subcomponente	Impacto/impactos acumulativos principales	Impacto/impactos acumulativos precursores	Factores generadores de impacto a considerar en el área de estudio	Fuentes públicas de información
	la especie de Flora y/o formación vegetacional.	• Pérdida o modificación de la formación vegetacional. • Fragmentación de formación vegetacional. • Modificación de composición	• Uso del territorio como parte de actividades relacionadas con el proyecto (tránsito de vehículos, rutas internas, otros)	• Información contenida en PAS 148, PAS 149, PAS 150 y PAS 151. • Planos de proyectos (SEIA) • Análisis de raster en el tiempo a través de SIG (imágenes satelitales, drones).
Fauna	• Disminución significativa o desaparición de una especie.	• Pérdida de individuos en la superficie intervenida de hábitat de fauna • Cambios conductuales de la especie • Introducción de especies exóticas	• Superficie intervenida en el hábitat afectado por el emplazamiento de partes y obras. • Interferencia con infraestructura en operación (ej. Colisión con Líneas de Alta Tensión, ruido, luminosidad, otros). • Aumento de animales asilvestrados en faena.	• Reglamento de clasificación de Especies (MMA). • Ley de Caza del SAG. • Estudios específicos poblacionales y ecológicos de especies (Gestión Ambiental del SAG). • CIREN. • SIMBIO(MMA). • GBIF. • IDE CHILE. • Guía de Campo (atlas de especies y descripción de especie).
Ecosistemas	• Disminución significativa o desaparición de un ecosistema tipo.	• Pérdida de biodiversidad en los distintos niveles de organización (ecosistemas, especies y genes). • Pérdida de hábitat (superficie de ecosistemas). • Afectación de ecosistemas a través de procesos de degradación y fragmentación, que se traducen, entre otros, en afectación a los servicios de provisión y de regulación. • Alteración de ciclos biogeoquímicos.	• Actividades productivas que generan cambios en el uso del suelo (actividades forestales, agrícolas, procesos de urbanización) (MMA, 2019)[64]	• Registro de Proyectos en el SEIA por tipología. • Inventario de humedales. • Formaciones vegetacionales Pliscoff y Luebert. • SIMBIO (MMA). • Nota: De acuerdo con las fuentes de información existentes (pública), no existe sistematización de aquella que permita

[64] Según dicho informe "[e]n relación con los ecosistemas terrestres, la pérdida, degradación y fragmentación de los ecosistemas continúan siendo las amenazas más importantes. Los factores de estos impactos son diversos y obedecen a causas tanto antrópicas como naturales. El cambio en el uso del suelo constituye uno de los principales factores antrópicos que han ocasionado cambios en los ecosistemas terrestres naturales de nuestro país. La industria forestal, a través de la tala irregular de los bosques y las plantaciones con especies exóticas (MMA, 2014a, Schulz et al., 2010), la industria agrícola, a través del despeje de bosques para el establecimiento de pastizales y cultivos, junto al proceso de urbanización, constituyen las mayores amenazas para estos cambios"

Tabla 3-23. Factores Generadores de Impacto (FGI)

Componente/ Subcomponente	Impacto/impactos acumulativos principales	Impacto/impactos acumulativos precursores	Factores generadores de impacto a considerar en el área de estudio	Fuentes públicas de información
		• Alteración de la capacidad de regeneración. • Invasión de especies exóticas. • Pérdida de individuos especies de flora y fauna		entregarnos información y/o identificar otros proyectos, a excepción del SEIA.
Salud de la población	Calidad del aire: • Superación de límites establecidos por Normas primarias de calidad ambiental.	• Superación de límites establecidos por Normas primarias de calidad ambiental (decanta en zona saturada o latente). • Superación de límites establecidos por Normas secundarias de calidad ambiental.	• Número de fuentes emisoras catastradas. • Área declarada zona saturada o latente. • Área con Plan de Prevención y /o Descontaminación atmosférica. • Se reconocen actividades de los proyectos en sus fases de construcción (extracción, carga, descarga de material, tránsito vehicular, etc.), para el caso de la fase de operación, las actividades aportantes a las alteraciones reconocidas se pueden asociar principalmente a proyectos por tipología, que aportan ala aumento de las emisiones del tipo gaseosa para los contaminantes señalados (termoeléctricas, fundiciones, instalaciones fabriles, etc.).	• Registros de proyectos en SEIA por tipología. • Registro de fuentes estacionarias y declaraciones de emisiones (RETC). • Registro de unidades fiscalizables en SNIFA (búsqueda por territorio).
Salud de la población	Olores: • Alteración de receptores por aumento de la percepción de olores molestos.	• Aumento en la percepción de olores en cuanto a su frecuencia y extensión en el tiempo.	• Número de fuentes emisoras de gases odoríferos reconocidas (pueden ser actividades que no necesariamente tienen evaluación ambiental). • Las actividades que pueden producir esta alteración corresponden principalmente al tratamiento de aguas, manejo de lodos, criaderos de diferentes especies y su manejo de purines, procesamiento de alimentos marinos.	• Registros de proyectos en SEIA por tipología.
Salud de la población	Ruido: • Alteración de receptores por aumento de emisiones sonoras.	• Aumento y/o permanencia en el tiempo por la percepción de ruido constante.	• En el caso del efecto corona (que se manifiesta en ruido), debiera considerar la cantidad de energía transportada por la línea de transmisión y meteorología del sector. • Actividades con uso de maquinarias, explosivos asociados a proyectos de chancado o producción de áridos, minería u otros. • También se han detectado emisiones sonoras por los movimientos de aspas (aerogeneradores). • Es posible considerar manifestaciones de culto o diversión, que pueden provenir de actividades no evaluadas ambientalmente, pero reconocidas por infracciones a la norma de emisión de ruido (fuente: SNIFA).	• Registros de proyectos en SEIA (búsqueda por territorio). • Registro de unidades fiscalizables en SNIFA (búsqueda por territorio).

Tabla 3-23. Factores Generadores de Impacto (FGI)

Componente/ Subcomponente	Impacto/impactos acumulativos principales	Impacto/impactos acumulativos precursores	Factores generadores de impacto a considerar en el área de estudio	Fuentes públicas de información
Salud de la población	Vibraciones: • Alteración de receptores por aumento de vibraciones.	• Aumento en frecuencia e intensidad de vibraciones.	• Existencia de actividades permanentes de detonaciones • Uso de maquinarias, explosivos asociados a proyectos de chancado o producción de áridos, minería u otros[65].	• Registros de proyectos en SEIA (búsqueda por territorio). • Registro de unidades fiscalizables en SNIFA (búsqueda por territorio).
Salud de la población	Electromagnetismo: • Alteración de receptores por aumento de emisiones electromagnéticas.	• Aumento en los niveles de electromagnetismo.	• Presencia de otros tendidos eléctricos ya sea en términos de paralelismo, como en cruce (considerando aquellas líneas de trasmisión eléctrica o subestaciones que tiene la potencia, indicada en el artículo 3° del RSEIA).	• Registros de proyectos en SEIA por tipología.
Salud de la población	Emisiones lumínicas: • Alteración de receptores por aumento de emisiones lumínicas.	• Modificación del biorritmo por exposición a emisiones lumínicas.	• Se deberían considerar actividades que impliquen la presencia de áreas iluminadas durante la noche y/o que contemplen intermitencias o colores en esta luz, junto a cambios significativos en los patrones normales o corrientes de luz en una determinada zona.	• Registros de proyectos en SEIA (búsqueda por territorio). • Registro de unidades fiscalizables en SNIFA (búsqueda por territorio).
Salud de la población	Sombra intermitente: • Alteración de receptores por generación de efecto sombra intermitente.	• Alteración de la percepción por sombra intermitente.	• Se deberían considerar proyectos de similares características tales como presencia o proyección de esta de otros parques eólicos o molinos de vientos.	• Registros de proyectos en SEIA por tipología.
Salud de la población	Exposición a contaminantes: • Alteraciones producto de la acumulación del agente que genera el efecto adverso sobre la salud.	• Reacciones cutáneas o respiratorias por exposición a contaminantes.	• Emisiones de gases no normados o con riesgo de formación secundaria, cuya reacción de la población pueda traducirse en picazón de ojos o garganta, enrojecimiento o manchas en la piel.	• No existen fuentes de información asociadas a la exposición a contaminantes sistematizados, sin embargo, para ciertas zonas del país hay antecedentes generales sobre su estado ("zonas de sacrificio").

Fuente: Elaboración propia.

[65] Es posible incluir entre las tipologías de proyectos que generan vibraciones a los proyectos inmobiliarios, considerando el tiempo de exposición a receptores a estas vibraciones y el resto las vibraciones presentes en el área. Lo anterior atendiendo a que un impacto acumulativo sobre el riesgo para la salud de la población, respecto de las vibraciones, se manifiesta en periodos prolongados de tiempo. Así se reconoce para los trabajadores según los señalado por el Instituto de Salud Pública: "*La exposición prolongada de los trabajadores a vibraciones de vehículos, maquinarias o herramientas eléctricas manuales, representan un riesgo para su salud, pudiendo provocar enfermedades de carácter vascular, osteomuscular y neurológico*" (https://www.ispch.gob.cl/salud-de-los-trabajadores/subdepartamento-ambientes-laborales/seccion-ruido-y-vibraciones/).

Debe prestarse especial atención a la descripción de ciertas variables críticas asociadas a los objetos de protección que pueden tener especial relevancia a la hora de identificar, predecir y evaluar impactos acumulativos. Tal como se establece en la "Guía de evaluación de efectos adversos sobre recursos naturales renovables (segunda edición)" (SEA, 2023), deben considerarse recursos que sean **únicos, escasos o representativos**. Según lo detallado en el numeral anterior, es de relevancia también conocer los objetos de protección que tienen una **distribución restringida** localmente, y que podrían ser objetos de impactos acumulativos en un territorio que pongan en riesgo su continuidad o puedan alterar sus características de forma relevante. A continuación, en la Tabla 3-24 se presenta un listado referencial por componente priorizado.

Tabla 3-24. Variables críticas que identificar y describir en el área de influencia

Objeto de protección	Singularidades y manifestación de impactos acumulativos
Aire (Calidad)	En el caso del componente Aire (entendido como calidad), las variables críticas se encuentran recogidas en los actuales lineamientos de la evaluación ambiental. Esto es Guía para la descripción del área de influencia (SEA, 2017) y Guía para el uso de modelos de calidad del aire en el SEIA (SEA, 2023), entre otras. Las variables críticas corresponden a: • Calidad de aire existente (recogida desde los datos existentes en la zona o bien por medición local si fuere el caso). • Fuentes de emisión, entendiendo que también se incluyen a proyectos que pudieran contribuir al potencial impacto acumulativo. • Condiciones locales (meteorología, clima, cercanía a cuerpos de agua, valles, microclimas, presencia de inversiones térmicas). Cabe señalar que, en el caso de este objeto de protección, es posible realizar una determinación preliminar de un posible impacto acumulativo, esto basado en la declaración de zona saturada o latente o bien por la existencia de un Plan de Prevención y/o Descontaminación presente en el área de emplazamiento del proyecto.
Agua	• Acuíferos protegidos • Cuerpos de agua sujetos a instrumentos de restricción de uso (ej. emplazados en zonas con Decretos de Escasez Hídrica vigentes) • Recursos propios del país, escasos únicos o representativos (ej. Aguas fósiles) • Cuerpos de agua del cual dependen ecosistemas o que inciden en áreas protegidas • Cuerpos de agua con declaración de zona saturada (ej. Lago Villarrica) o sujeto a un Plan de Prevención y/o Descontaminación (no existen a la fecha) • Presencia de glaciares potencialmente afectados
Suelo	• Categoría en el Catastros de Suelos Agrológicos (Capacidad de Uso de Suelo). • Condición según Catastros de Erosión, tanto para la erosión actual, como la potencial susceptibilidad a la activación de procesos erosivos. • Representatividad de los suelos en el área de estudio definida (cuenca-subcuenca) • Capacidad de sustentar biodiversidad.
Flora	• Endemismo regional: crítico si solo se da en el lugar de intervención. • Sucesión ecológica • Especies invasoras • Cambio en el Uso de Suelo • Requerimiento y tolerancia de especies (autoecología) • Distribución territorial: permite conocer el tamaño de la población, sus límites y su condición relictual. • Recursos propios del país, escasos únicos o representativos (ej. Desierto florido).

Tabla 3-24. Variables críticas que identificar y describir en el área de influencia

Objeto de protección	Singularidades y manifestación de impactos acumulativos
Fauna	• Endemismo: crítico si solo se da en el lugar de intervención. • Especies Migratorias o hibernantes: variaciones de riqueza y abundancia de especies que no permanecen de forma continua en el área del proyecto • Riqueza: número de especies del lugar. A mayor riqueza mayor biodiversidad del sector. • Categoría de conservación: esta clasificación nos permite tomar acciones o medidas para aquellas consideradas amenazadas. • Abundancia: a mayor abundancia mayor frecuencia de ocurrencia en el sector y tamaño poblacional para delimitar el AI. • Movilidad, comportamiento y hábito de la especie • Distribución territorial: distribución geográfica nos permite conocer el tamaño poblacional y las limitaciones geográficas de las especies. • Rol en la trama trófica: Información de la población y cómo las especies de esta se relacionan en el territorio.
Ecosistemas	• Estado de conservación de los ecosistemas terrestres (Pliscoff, 2015)[66]. • Relacionados con recursos propios del país, escasos únicos o representativos. • Presencia de humedales protegidos[67] (por ejemplo, humedales urbanos, sitios RAMSAR). • Valor de relevancia de ecosistemas (Mapas de relevancia en SIMBIO de MMA.)
Salud de la población	Para este objeto de protección se analizan diferentes componentes que, en forma conjunta o separada, mediante exposición recurrente o continua pueden producir un riesgo para la salud de la población. En este contexto es posible indicar que Calidad del aire, Olores, Ruido, Vibraciones, Electromagnetismo y Sombra intermitente, cuentan con variables reconocidas en diferentes guías del SEA; en tanto lo referido para Emisiones lumínicas y Exposición a contaminantes, no se identifican descriptores asociados a la salud de la población. Considerando lo anterior, las variables críticas corresponden a: • Concentración de contaminantes. • Tiempo de exposición al receptor. • Cantidad de receptores.

Fuente: Elaboración propia.

De forma complementaria a los criterios anteriores es importante no perder de vista la **temporalidad** de los proyectos que serán analizados para evaluar su incorporación al análisis. En este punto vale la pena distinguir entre los proyectos existentes[68] (tiempo pasado[69] y presente) y aquellos planificados y razonablemente previsibles (tiempo futuro).

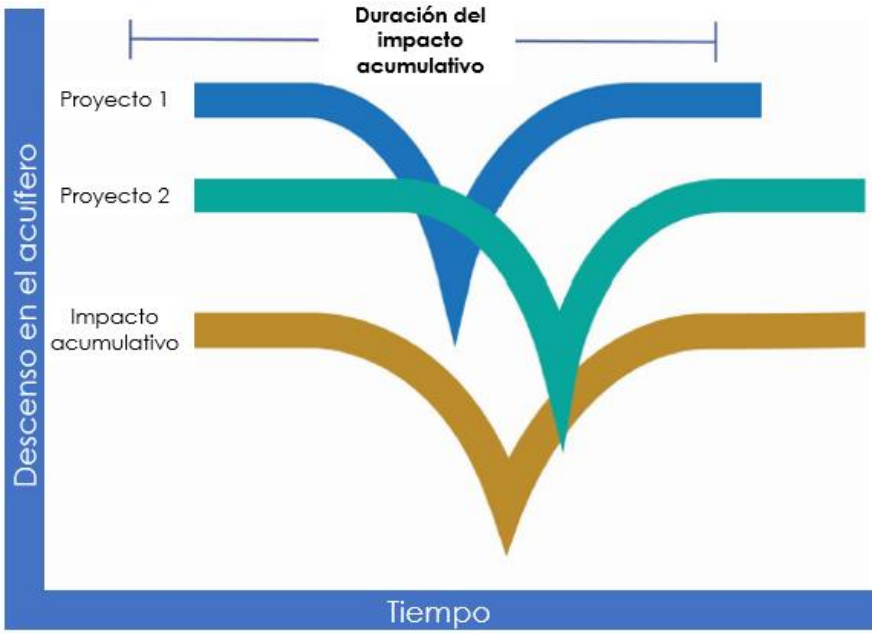
En términos generales, deberá considerarse aquellos que generen impactos ambientales cuya manifestación serán **temporalmente coincidentes con los del proyecto** en evaluación

[66] Para efectos de precisar en estos alcances, revisar Tabla1. Descripción de los objetivos e indicadores seleccionados para el Mapa de Relevancia de sitios emplazados en ecosistemas terrestres. Servicio de Evaluación Ambiental (2023). Guía metodológica para la compensación de la biodiversidad en ecosistemas terrestres y acuáticos continentales. Segunda edición, Santiago, Chile.
[67] Para efectos de precisar en estos alcances, revisar Tabla 2. Descripción de los objetivos e indicadores utilizados para el Mapa de Relevancia de sitios emplazados en ecosistemas acuáticos continentales. Servicio de Evaluación Ambiental (2023). Guía metodológica para la compensación de la biodiversidad en ecosistemas terrestres y acuáticos continentales. Segunda edición, Santiago, Chile.
[68] Si bien en la definición adoptada por el SEA se habla solamente de proyectos existentes, planificados y/o razonablemente previsibles, se cuentan varias otras definiciones a nivel internacional que para referirse a la condición del territorio se refieran a proyectos "pasados y presentes", y para proyectar dicha condición se refieren a proyectos "futuros".
[69] Solo en la medida en que persistan efectos ambientales que puedan interactuar con el proyecto en evaluación.

en sus distintas etapas de ejecución. De lo contrario, no habría posibilidad de generar impactos acumulativos entre ellos, por lo que no debiesen incluirse. Deberá entonces prestarse atención a la naturaleza temporal de los FGI analizados, en particular si generan **impactos permanentes[70], intermitentes, acotados, puntuales**, etc., y a la duración e impactos propios de las distintas fases de cada iniciativa. A modo de ejemplo, en la Figura 3-61 se presenta esquemáticamente el ejercicio para los efectos producto del bombeo de aguas subterráneas, lo cual es un ejercicio bastante interesante puesto que los efectos remanentes de un campo de bombeo pueden extenderse por décadas e incluso superar los 100 años (el FGI desaparece, pero lo impactos persisten).

En este mismo sentido es importante considerar lo que señala el SEA en el criterio de "Alcances y principios metodológicos para la evaluación de los impactos ambientales" (SEA, 2023) en cuanto a que "[s]e debe tener presente que el impacto es la alteración del medio ambiente provocada directa o indirectamente por un proyecto o actividad, por lo tanto, en el marco del SEIA, **la duración del impacto corresponde al tiempo en que permanece alterado el OP o el tiempo que tarda el OP en volver al estado que tenía antes de su alteración, es decir, se refiere al tiempo de permanencia de la manifestación del impacto en el medio ambiente**" (énfasis agregado).

Figura 3-61. Elementos para la descripción del área de influencia en el contexto del SEIA



Fuente: BID Invest (2023).

Ahora bien, respecto de los proyectos "existentes" en DIB Invest (2023) se hace la salvedad de que si se "*cuenta [con] una buena línea de base y ésta permite conocer el estado del comportamiento de los componentes ambientales a ser afectados (…),* ***es de esperarse***

[70] En este caso los impactos persistirán aun cuando el proyecto haya concluido su vida útil.

***que los efectos de los proyectos pasados (en abandono o en operación) ya estén considerados en la determinación del estado "actual" de los VEC**, de tal forma que no se hace necesario adicionar un espacio temporal para reflejar la condición "pasada" a la EGIA"* (énfasis agregado). Esto es plenamente coincidente con la lógica del SEIA en Chile, donde se invierten esfuerzos considerables en el desarrollo de las líneas de base, siendo uno de los puntos comunes de discusión durante la tramitación ambiental. En esta línea, y considerando lo expuesto, se entenderá que los proyectos existentes serán abordados en la lógica habitual del desarrollo de las líneas de base.

Por el contrario, una complejidad adicional adquiere la identificación de los proyectos "planificados y/o razonablemente previsibles". De acuerdo con lo expuesto en el Informe OE1, para la selección de los proyectos "futuros" resulta clave definir el nivel de certeza con que se trabajará para hacer la búsqueda, ya que ello determinará el alcance del ejercicio. En ese sentido, y atendiendo al hecho de que el SEIA no es una herramienta de planificación territorial, se propone utilizar proyectos cuyo nivel de ejecución futura esté bien documentado, lo cual ha sido recogido por el NSW Department of Planning, Industry and Environment (2020). A continuación, en la Tabla 3-25 se reproducen los criterios adoptados por dicho organismo y que se presentan adaptados al SEIA:

Tabla 3-25. Proyectos Futuros Relevantes para la Evaluación de Impactos Acumulativos

Alternativas de proyectos "futuros"	Ejemplo
Modificación de proyectos existentes	• La RCA de un proyecto está por llegar al fin de su vida útil y el proyecto probablemente concluirá. • El titular de un proyecto ha anunciado que sus operaciones terminarán[71]. • La intensidad de las actividades de un proyecto cambiará en el tiempo (por ejemplo, proyectos que operan bajo su capacidad autorizada, proyectos en construcción que comenzarán su operación en un tiempo diferidos, otros). • El titular ha anunciado que presentará un proyecto para aprobar una expansión de sus actividades actuales. • Futuros desarrollos de proyectos que han declarado un desarrollo por etapas en el SEIA.
Proyectos aprobados ambientalmente	• Proyectos que cuentan con RCA y que aún no han iniciado[72].
Proyectos en evaluación ambiental	• Proyectos que se han presentado al SEIA y que se encuentran en evaluación.
Proyectos en desarrollo	• Proyectos o actividades complementarias que se requieren para determinados proyectos (por ejemplo, construcción de una LAT para conectar un proyecto de generación).

[71] Caso del proyecto Mina Invierno.
[72] Se debe tener presente la eventual aplicabilidad de la figura de la caducidad de la RCA.

Tabla 3-25. Proyectos Futuros Relevantes para la Evaluación de Impactos Acumulativos

Alternativas de proyectos "futuros"	Ejemplo
	• Otros respecto de los cuales exista suficiente certeza de su ejecución futura[73].

Fuente: Adaptado y traducido de NSW Department of Planning, Industry and Environment (2020).

Como puede apreciarse, la información de los proyectos futuros proviene principalmente del propio SEIA, y en menor medida de declaraciones expresas de los titulares acerca del futuro de sus proyectos.

Respecto de este último punto vale la pena reparar en los proyectos inmobiliarios, para los cuales el SEA ha establecido un criterio especial bajo el cual deben considerarse aquellos que cuenten con "permisos de edificación vigentes o con recepción final aprobados, que puedan ser relevantes (…)". Siguiendo esta misma línea, podrían eventualmente considerarse otros casos, los cuales debieran desarrollarse en base a criterios que reflejen un buen nivel de certeza respecto de la probabilidad de que se materialicen los proyectos o actividades en cuestión[74].

Esto es del todo natural, ya que no resulta posible para un Titular conocer las decisiones de inversión de terceros y, aun cuando el ordenamiento territorial pueda permitir que se instale cierto tipo de industrias, no existe certeza de si eso ocurrirá, cuando ocurrirá y en qué medida.

Por último, es importante mencionar que será necesario situar el proyecto en evaluación en el contexto territorial respecto de los otros proyectos relevantes **identificados y descritos como parte del área de influencia**. De esta forma, no basta con realizar una mención y descripción de los demás proyectos o actividades relevantes, sino que tiene que hacerse un análisis más detallado que permita integrar al proyecto en el contexto con los demás actores relevantes para efectos de los impactos en análisis.

3.3.4 PREDICCIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS

De acuerdo con el Criterio de Evaluación "Alcances y principios metodológicos para la evaluación de los impactos ambientales" (SEA, 2023), la **predicción de los impactos** corresponde a un proceso complejo, distinguiéndose una fase de identificación y otra de estimación o cuantificación. En particular, se entiende por identificación de impactos ambientales al reconocimiento de estos derivados de la ejecución o modificación del proyecto o actividad que se somete a evaluación ambiental. Por otra parte, se entiende por estimación

[73] En el caso particular de los proyectos inmobiliarios se deben considerar aquellos "*(…) con permisos de edificación vigentes o con recepción final aprobados, que puedan ser relevantes (…)*" (hoja 79, Guía para la descripción de proyectos inmobiliarios en el SEIA, SEA 2019).
[74] Por ejemplo, relacionados con anteproyectos de loteo, edificación o de urbanización aprobados, anteproyectos de los IPT (elaboración o modificación), medidas de mitigación de impacto vial (IMIV), cambios de uso de suelo, construcciones referidas al artículo 55 de la LGUC, entre otros (Guía para la descripción de proyectos inmobiliarios en el SEIA. SEA, 2019).

de los impactos ambientales, la valoración de la alteración sobre el elemento ambiental, a partir de alguna cualidad comparable (análisis cualitativo), mientras que por cuantificación de los impactos ambientales se entiende la determinación de magnitud numérica de alguna propiedad cuantificable o medible del elemento ambiental alterado.

El literal f) del artículo 18 de Reglamento del SEIA establece que la **evaluación de impacto** ambiental "*(...) consistirá en la determinación de si los impactos predichos constituyen impactos significativos en base a los criterios del artículo 11 de la Ley y detallados en el Título II de este Reglamento*". En el caso de los impactos ambientales, el mismo Reglamento establece que serán significativos cuando generen o presenten alguno de los efectos, características o circunstancias del artículo 11 de la Ley. Dichos efectos, características y circunstancias son pormenorizados en los artículos 5° al 10 del Reglamento del SEIA.

De acuerdo con el criterio ya referido (SEA, 2023), los titulares deben remitirse a los siguientes tres conceptos al momento de realizar la evaluación de sus impactos:

- Duración: corresponde al tiempo en que permanece el impacto.
- Extensión: corresponde a la fracción del medio afectado por la acción del proyecto, es decir, es una medida del alcance espacial de los cambios sobre el componente ambiental en el área de influencia.
- Magnitud: permite escalar o medir el nivel o grado de envergadura o importancia del impacto.

A continuación, se presentarán las metodologías generales y específicas para la predicción y evaluación de los impactos acumulativos. A partir del uso de dichas metodologías se pueden describir (cualitativa y/o cuantitativamente) uno o más de los conceptos recién señalados, los cuales deberán ser posteriormente analizados de forma integrada, para lo cual también resultan de utilidad algunas de las metodologías que serán descritas.

3.3.4.1 Metodología general

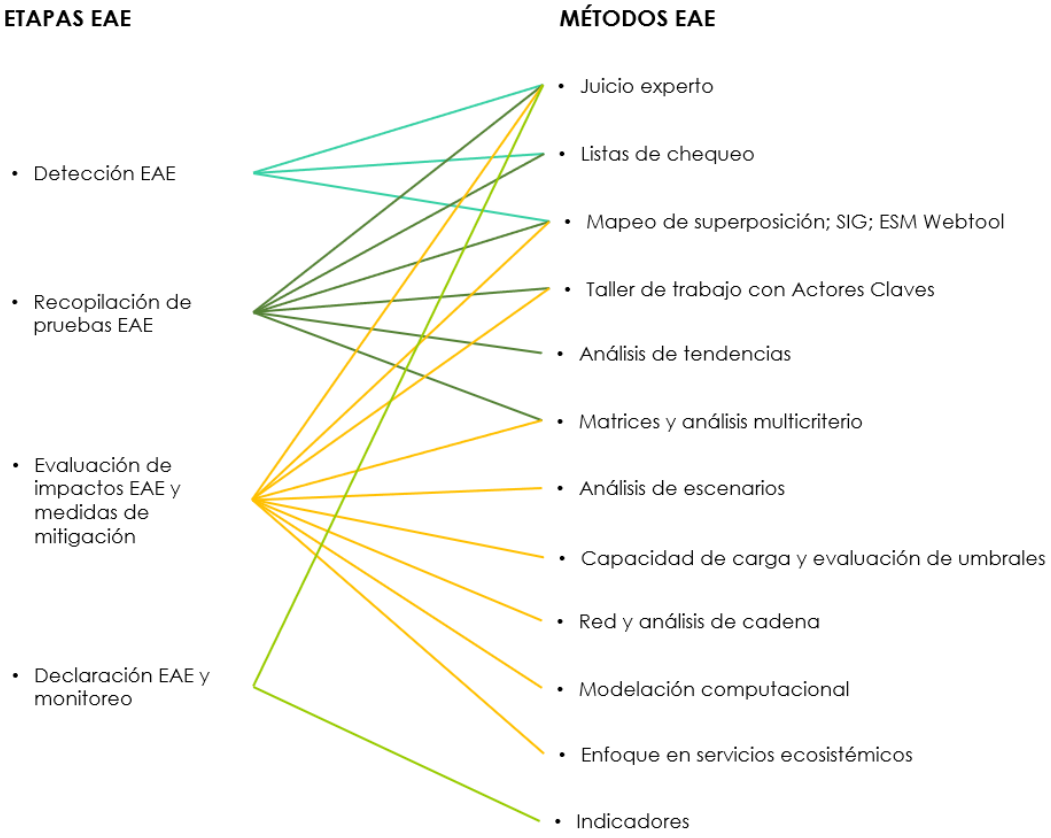
3.3.4.1.1 Consideraciones previas

En el numeral 3.1.3 del presente informe se presentaron las distintas herramientas y metodologías disponibles. En este punto debe destacarse el hecho de que las distintas guías y manuales revisados son plenamente consistentes con el listado de medodologías ya presentado en la Tabla 3-18 del presente Informe. Se destaca que las metodologías que se utilizaban en Estados Unidos durante la década de 1990 (ver Tabla 3-18 y Tabla 3-19) siguen plenamente vigentes en la actualidad (ver Figura 3-62 hasta Figura 3-64). Cabe señalar que las recomendaciones incluidas en la Figura 3-64 son referenciales, ya que varían en cierta medida según la fuente que se consulte.

De esta forma, se puede decir, con un nivel de certeza importante, que las metodologías para la evaluación de impactos acumulativos son conocidas y se han aplicado durante varias décadas. **En términos prácticos, el foco no debiera estar en el desarrollo de nuevas metodologías, sino que en proveer de criterios y recomendaciones que permitan seleccionar el paquete de metodologías más adecuado, junto con recomendaciones para su uso**.

Ciertamente cada caso, en lo específico, requerirá de un análisis *ad hoc*, y podría ser necesario, en ciertos casos, introducir variaciones en las metodologías, e incluso el desarrollo de metodologías diferentes, pero que actúen de forma complementaria a las metodologías ya reconocidas y recomendadas ampliamente.

Figura 3-62. Herramientas y metodologías para la evaluación de impactos acumulativos a nivel estratégico



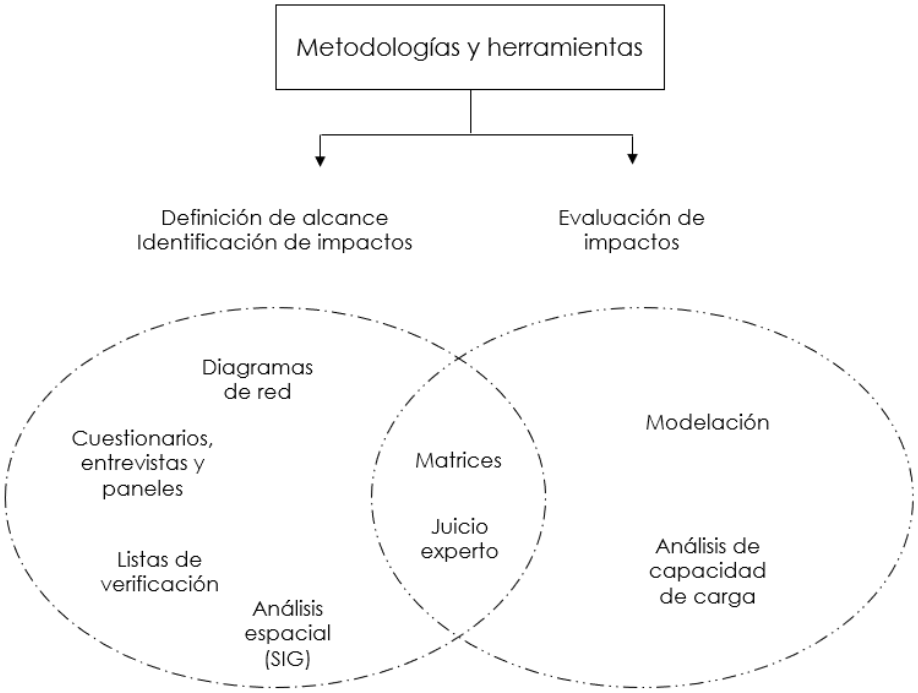
Fuente: Adaptado y traducido de EPA UK (2020).

Figura 3-63. Herramientas y metodologías más utilizadas en la EGIA

Método	Comentarios
Sistema de Información Geográfica	Potente herramienta informática de cartografía e información espacial para la captura, visualización y el análisis de datos digitales. Las superposiciones de mapas pueden utilizarse para identificar las zonas donde es probable que los efectos sean mayores.
Análisis de la red	Los diagramas de red y de sistemas son útiles para trazar e identificar las relaciones de causa y efecto (de grado n), que dan lugar a efectos acumulativos.
Análisis biogeográfico	El análisis del paisaje hace hincapié en el patrón, la estructura y el proceso ecológico dentro, de una unidad espacial definida.
Matrices interactivas	Aborda el análisis de los efectos aditivos e interactivos de varias configuraciones de proyectos múltiples.
Modelación ecológica	Son métodos numéricos que modelan el comportamiento de ecosistemas para extrapolarlos en el tiempo.
Evaluación de la calidad del suelo	Herramienta de planificación para evaluar la calidad ambiental del suelo y establecer umbrales de uso.
Entrevistas	Las entrevistas con las partes interesadas se utilizan para recoger información sobre los efectos acumulativos de acciones pasadas y presentes.
Listas de verificación	Incluyen un listado de posibles impactos acumulativos a partir de una lista de efectos comunes o probables.
Análisis de tendencias	Identifica las tendencias históricas, actuales y futuras de un recurso.
Análisis de la capacidad de carga	Identifica los umbrales como limitaciones al desarrollo. En el contexto ecológico, la capacidad de carga se define como el umbral por debajo del cual se pueden mantener las funciones del ecosistema.

Fuente: BID Invest (2023).

Figura 3-64. Recomendaciones para la selección de metodologías y herramientas



Fuente: Adaptado y traducido de Comisión Europea (1999).

3.3.4.1.2 Aproximación por diagramas de red

Los diagramas de redes son metodologías muy útiles para establecer las relaciones de causa y efecto que pueden generar efectos acumulativos directos e indirectos. Al igual que la mayoría de los métodos, para construir una red de impactos acumulativos es necesario partir de un listado de proyectos o actividades, y de otro que contenga a los Objetos de Protección y atributos que pueden ser afectados y/o servir de vía para la propagación de los impactos.

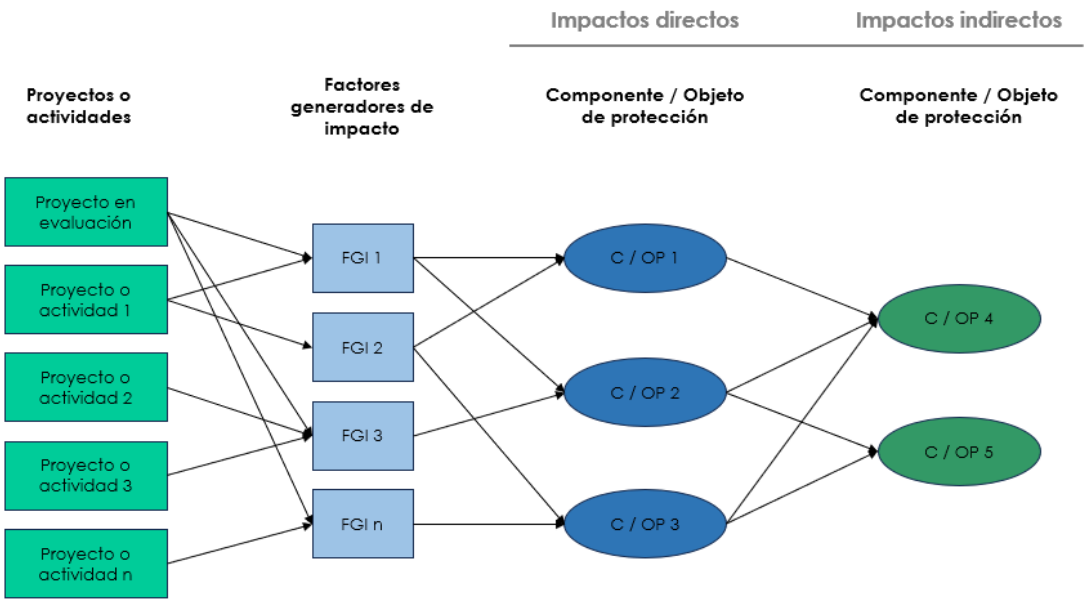
Las ventajas y desventajas de este tipo de aproximación fueron descritas numeral 3.3.1.3, destacándose su utilidad para reconocer cómo se propagan y acumulan los efectos directos e indirectos de varias acciones en los distintos OP.

Como parte del proceso iterativo que involucra la evaluación, pueden ser útiles también para seleccionar o descartar potenciales fuentes o vías de propagación de impactos. Por ejemplo, si se parte de un listado de proyectos y no existe un flujo que conecta a un determinado proyecto con los Objetos de Protección objetivo, se debiera descartar dicha fuente. La misma lógica aplica para las vías de propagación de los impactos.

En la Figura 3-65 se aprecia un modelo conceptual de diagrama de red mientras que el la Figura 3-66 se muestra el ejemplo de la evaluación de impactos acumulativos del Proyecto Hidroeléctrico Alto Maipo (PHAM). Se debe notar que esta última evaluación de impactos acumulativos no se realizó en

el marco del SEIA, sino que en otra instancia vinculada con requerimientos de financiamiento internacional.

Figura 3-65. Modelo conceptual de un diagrama de red



Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se describen sus principales elementos:

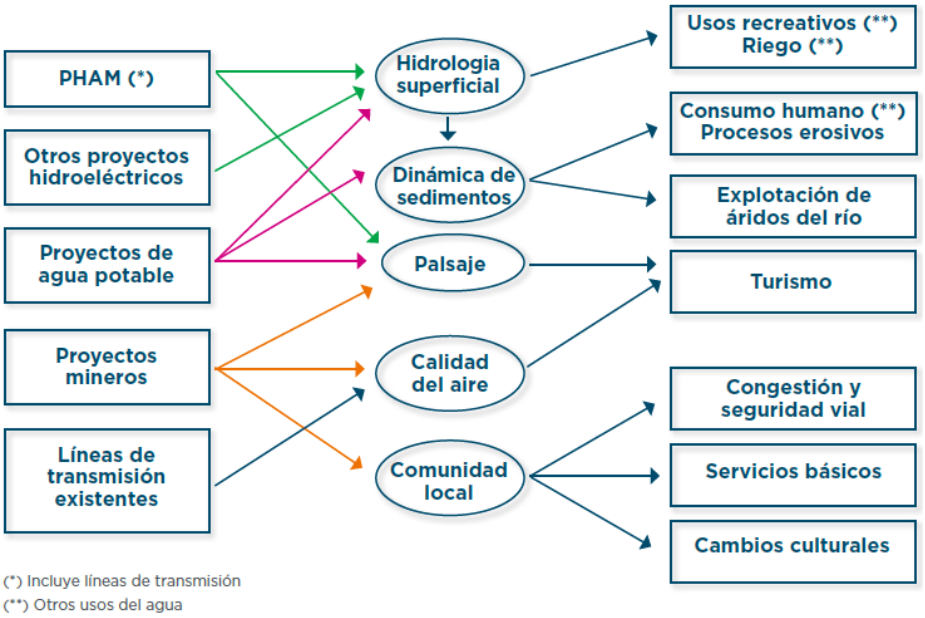
Proyectos o actividades: se debe incluir el proyecto en evaluación junto con los otros **proyectos o actividades relevantes** que puedan contribuir a los impactos acumulativos, los cuales fueron seleccionados como parte de la delimitación y descripción del área de influencia.

Factores generadores de impacto: elementos de un proyecto o actividad que por sí mismos, generan alteración en el medio. Se deberán incluir aquellos relacionados con el proyecto en evaluación y aquellos relacionados con los otros proyectos o actividades y que sean relevantes en la generación de los impactos acumulativos. Para obtener esta información resulta de suma utilidad las guías de Descripción de Proyectos publicadas por el SEA, ya que para las distintas tipologías abordadas se identifican los potenciales impactos y los FGI asociados a cada fase de un proyecto tipo. Se hace presente que los FGI son útiles para la identificación de los impactos, pero que estos últimos pueden tener una temporalidad diferente. Como ya se indicó en el presente Informe, la duración del impacto corresponde al tiempo de permanencia de la manifestación del impacto en el medio ambiente, independiente de que el FGI pueda haber cesado.

Componentes / Objetos de protección: corresponde a los receptores ambientales que reciben los impactos y que a su vez pueden propagarlos hacia otros receptores ambientales.

Se distinguen aquellos que se encuentran al inicio de la cadena como receptores de "impactos directos" y aquellos que siguen en la cadena como receptores de "impactos indirectos". Si bien se representan dos niveles en la Figura 3-65, pueden existir un numero "n" de niveles de impactos indirectos en función de las características y dinámica del sistema.

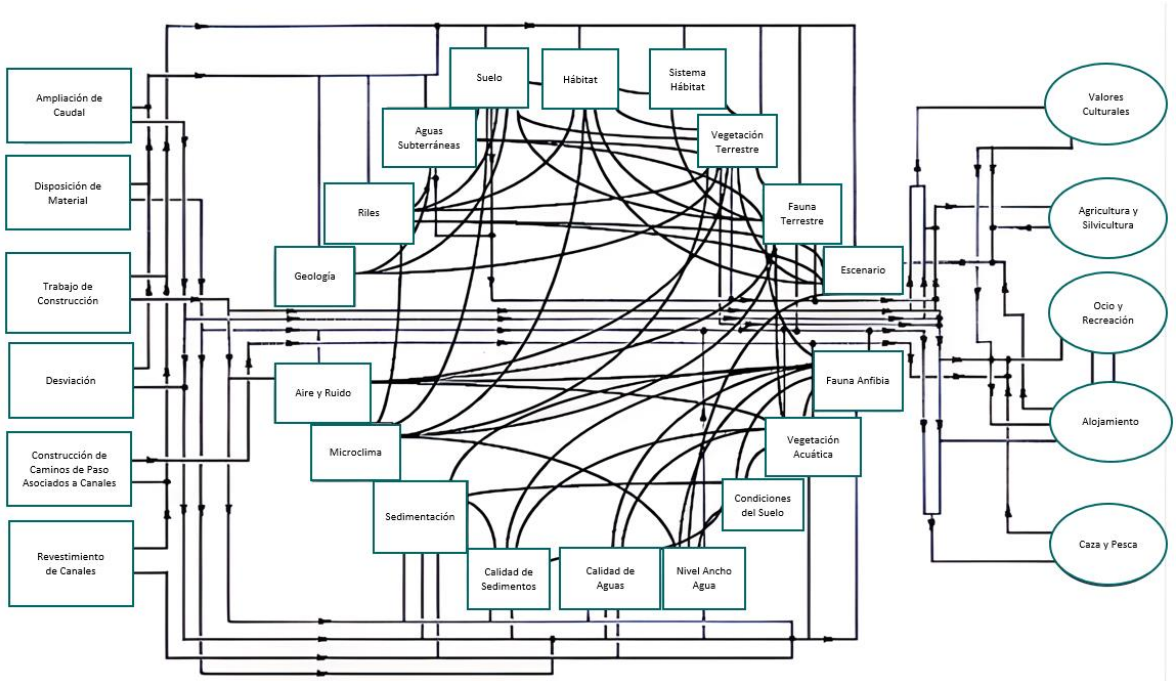
Figura 3-66. Ejemplo de diagrama de red para Alto Maipo



Fuente: Adaptado de la EGIA de Alto Maipo por BID Invest (2023).

Los diagramas de red siguen una estructura común, pero las variantes son muchas y la mejor forma de construirlos dependerá de cada caso, entendiendo que lo que se busca es seleccionar una forma de **presentación de la información que sea robusta y lo más simple posible**. En cualquier caso, no debe perderse de vista que el objetivo consiste en representar los elementos fundamentales que permitan establecer las principales relaciones causa-efecto que derivarán en impactos acumulativos. Una descripción demasiado detallada puede hacer que se pierda el foco de lo relevante y, en definitiva, que la herramienta adquiera una complejidad que la haga difícil de interpretar (por ejemplo, ver Figura 3-67).

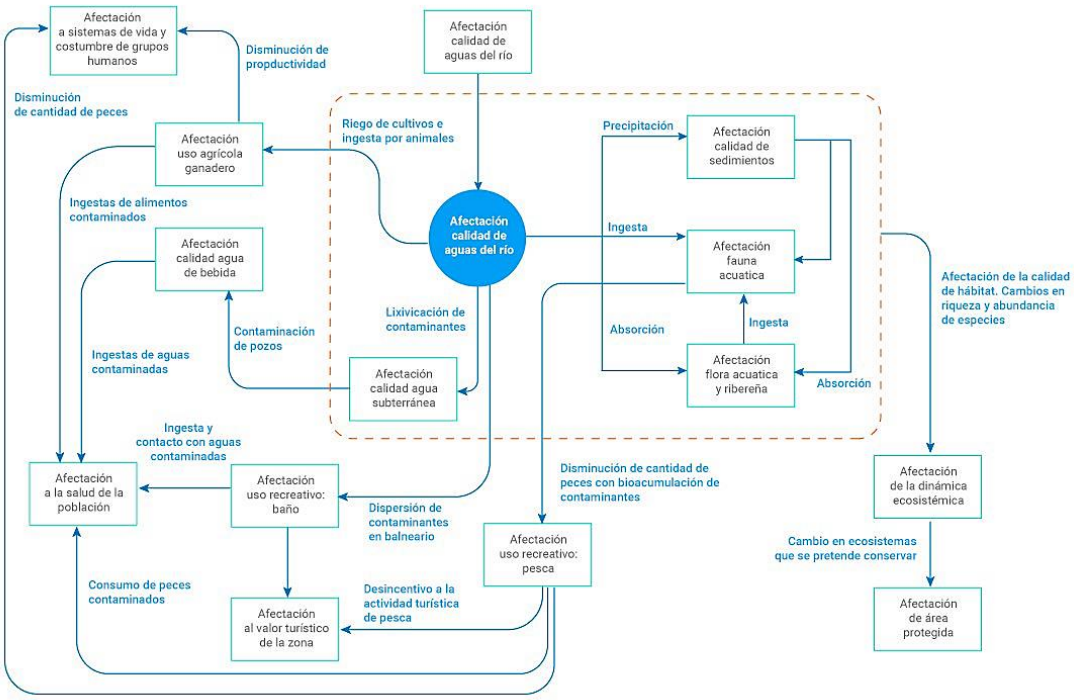
Figura 3-67. Ejemplo de un diagrama de red excesivamente complejo: Efectos del ensanchamiento de canales en la calidad del agua.



Fuente: Adaptado y traducido de Comisión Europea (1999).

Un enfoque distinto, pero complementario, son los diagramas que representan modelos conceptuales de un sistema ambiental. Si bien estos siguen una estructura distinta, son igualmente útiles para entender las relaciones causa-efecto e interdependencias de un sistema, el cual puede estar sujeto a impactos acumulativos. Una ventaja de estos diagramas es que es posible encontrar en la literatura modelos ya descritos que pueden adaptarse a una gran variedad de casos. Sin ir más lejos, el SEA también provee de este tipo de información, por ejemplo, en su "Guía para la descripción del área de influencia en humedales en el SEIA" (SEA, 2023) (ver Figura 3-68).

Figura 3-68. Modelo conceptual de la alteración de diversos OP derivada de la afectación de la calidad del agua de un humedal



Fuente: Guía Área de Influencia en Humedales en SEIA (2023).

3.3.4.1.3 Métodos matriciales

Las ventajas y desventajas de este tipo de aproximación fueron descritas en el numeral 3.3.1.3, destacándose su utilidad para combinar los efectos de distintos proyectos o acciones y determinar la acumulación de impactos en los distintos objetos de proyección.

En esencia, los métodos matriciales siguen la misma lógica que para la evaluación ambiental, donde se destaca su uso habitual desde hace décadas para la valoración de los impactos, por ejemplo, a través del método de Leopold (1971), de Conesa Fernández-Vitora (1997), Páez Zamora (2009), entre muchos otros y con sus distintas variantes. Esta metodología de matrices causa-efecto se describe en el recientemente publicado Criterio de Evaluación "Alcances y principios metodológicos para la evaluación de los impactos ambientales" (SEA, 2023), donde se indica además que "*es **un ejercicio primario necesario y fundamental en un EIA**, ya que, si bien en apariencia solo representa las intersecciones entre los FGI y los elementos del medio ambiente, en su elaboración y desarrollo se identifican e individualizan las alteraciones a cada uno de los elementos del medio ambiente, determinando con ello los potenciales impactos ambientales que podrían derivar de la ejecución*

del proyecto o actividad" (énfasis agregado). Es más, como anexo al documento, el SEA provee de una plantilla en Excel con una matriz tipo para realizar el análisis.

Para el caso de los impactos acumulativos la diferencia respecto de las matrices causa-efecto que se utilizan en los procesos de evaluación, es que ya sea en las filas o columnas (dependiendo del tipo de matriz), se incluyen los proyectos o actividades seleccionados previamente, entre ellos el proyecto en evaluación.

Se debe tener presente también que es muy usual que un proceso de EGIA requiera más de un análisis matricial de efectos acumulativos. En este sentido, es usual la preparación de matrices preliminares que se van afinando en función de las escalas temporales y físicas de cada Objeto de Protección y se van ajustando en la medida que también la lista de proyectos a considerarse pueda ir variando en el tiempo (BID Invest, 2023). En esta línea, en un ejemplo real y complejo provisto en Canter (2015) que incluye varios proyectos y Objetos de Protección, se realizó más de una etapa de análisis matriciales para concluir finalmente en una única matriz integradora.

Como parte de las etapas previas se incluye la valoración de los impactos de los proyectos sobre los distintos objetos de protección, basándose en los criterios establecidos, que en el caso del SEIA corresponderían a aquellos especificados en la "Guía Criterio de Evaluación en el SEIA: Objetos de Protección" (SEA, 2022). Este es un insumo para la matriz integradora, ya que provee de la información sobre la valoración de cada proyecto o actividad sobre los distintos objetos de protección, siguiendo la metodología habitual de la evaluación ambiental.

Entre las distintas matrices integradoras se destaca su estructura similar que inclluye:

- Identificación de proyectos o actividades.
- Listado de Objetos de Protección potencialmente afectados.
- Valoración del impacto, ya sea positivo, negativo o neutro (o indeterminado).
- Valoración relativa de la intensidad.

En la Figura 3-69 y Tabla 3-26 se presenta un ejemplo del método Páez Zamora (Bid Invest 2023) y una matriz utilizada por Canter y Rieger (2005), respectivamente.

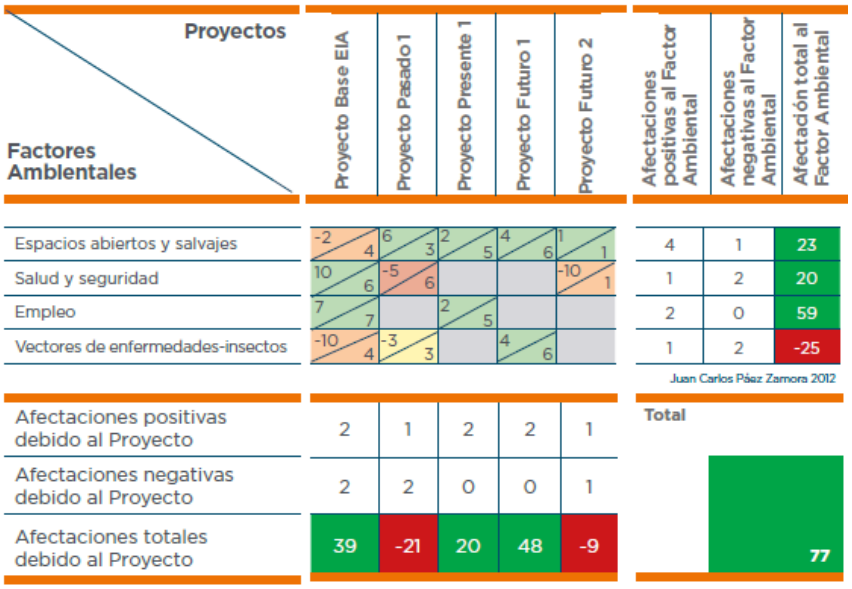
Tabla 3-26. Matriz de impactos acumulativos – Metodología de Canter y Rieger, 2005

Objetos de protección / componentes --- Proyectos o actividades relevantes	Objeto de protección 1	Objeto de protección 2	(…)	(…)	(…)	(…)	(…)	(…)	Objeto de protección n
Tipo de actividad A (por ejemplo, proyectos agroindustriales)									
A1	-	-	-	+	+	-	+	-	+
A2	-	-		+	+		+	-	
An…	+			+	+	+	+		
Tipo de actividad B (por ejemplo, proyectos energéticos eólicos)									
B1	-	-			-			-	
B2	-		-	+	+		+		
Bn…	-	-	-	+					
Tipo de proyecto C (por ejemplo, proyectos mineros)									
C1	+				+				
C2	-	+	-	+					
Cn…	-	+		+	+		+	-	-

Simbología
+ Impacto positivo
- Impacto negativo
Sin signo +/- indica impacto mixto
Intensidad de sombreado indica importancia relativa (mayor importancia a más obscuro)

Fuente: Adaptado y traducido de Canter y Rieger (2005).

Figura 3-69. Matriz de impactos acumulativos - Método Páez Zamora



Números: indican valoración de Magnitud / Importancia, el signo indica si el impacto es positivo o negativo.
Colores: verde=impacto positivo, rojo=negativo de alta magnitud e importancia, amarillo= negativo de baja magnitud, naranja=otros impactos.

Fuente: BID Invest (2023.)

En ambos ejemplos las matrices contrastan los distintos proyectos o actividades con los objetos de protección, de tal forma de que en cada celda se incluya la incidencia de determinada actividad o proyecto en uno de los objetos de protección que se busca evaluar. La incidencia se puede representar de distintas formas, a través de signos, números, colores, etc. Una vez que la matriz está completa se puede analizar cuáles de los objetos de protección son aquellos que reciben un mayor impacto combinado debido a las distintas actividades y proyectos considerados.

Si bien en la literatura existen varias metodologías matriciales que pueden ser aplicadas, se recomienda considerar el método matricial Páez-Zamora que se encuentra descrito en BID Invest (2023). Ello debido a que es una metodología específicamente adaptada para abordar los impactos acumulativos, se encuentra probada y recomendada en la guía internacional más reciente publicada. En el Anexo 3 se incluye una descripción más detallada de la forma en que puede ser utilizada dicha metodología.

3.3.4.1.4 Modelaciones o simulaciones

El literal f) del artículo 18 de Reglamento del SEIA establece que, en el marco de la evaluación de impacto ambiental, "la predicción de los impactos ambientales se efectuará en base a modelos, simulaciones, mediciones o cálculos matemáticos. Cuando, por su naturaleza, un impacto no se pueda cuantificar, su predicción sólo tendrá un carácter cualitativo".

El uso de las modelaciones dentro del SEIA es un tema que el SEA ha abordado con un buen nivel de detalle, contando con guías para los principales Objetos de Protección que pueden ser abordados con éxito por este tipo de metodologías (Agua[75] y Aire[76]), existiendo varias décadas de desarrollo a nivel nacional e internacional. Es por ello que en el presente informe no se ahondará más en las metodologías que ya están cubiertas por las guías.

Sin perjuicio de lo anterior, vale la pena mencionar que la naturaleza misma de la modelación numérica la hace especialmente útil para evaluar impactos acumulativos, ya que pueden incluirse distintas fuentes y perturbaciones que son procesadas por la herramienta numérica para entregar los resultados del comportamiento del medio sujeto a los efectos combinados de las distintas fuentes incluidas.

Por ejemplo, en la RCA N°21/2016 del proyecto "Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama", cuyo titular es Albemarle Ltda. se define un Plan de Alerta Temprana cuya activación (Fase I) considera entre sus medidas preventivas la implementación de la llamada "Herramienta de verificación del efecto sinérgico"[77]. Esta herramienta busca entender el origen de la activación del PAT en base a la modelación numérica, y considera el aporte de las otras operaciones que se desarrollan en

[75] Guía para el uso de modelos de aguas subterráneas en el SEIA (SEA, 2012).
[76] Guía para el uso de modelos de calidad del aire en el SEIA" (SEA, 2023).
[77] Ver Anexo 3 de la Adenda 5 del expediente del EIA "Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama":
https://seia.sea.gob.cl/expediente/ficha/fichaPrincipal.php?modo=normal&id_expediente=3788682

el salar al descenso de nivel freático observado en el punto de activación. Es más, dicho Plan de Alerta Temprana puede activarse en base a los resultados del seguimiento ambiental de otro proyecto. Este es un caso explícito en el cual se evalúa (verifica) el impacto acumulativo en el SEIA por medio de la modelación numérica del componente hídrico.

3.3.4.2 Consideraciones para los componentes priorizados

Tal como se ha indicado anteriormente, la metodología a utilizar depende fuertemente del objeto de protección y de las características ambientales del entorno, **por lo que no existe una metodología general única, e incluso a nivel de objeto de protección pueden ser varias las alternativas.** A continuación, en la Tabla 3-27 se presenta un listado de metodologías y herramientas recomendadas por Canter (1999).

Tabla 3-27. Metodologías y herramientas para analizar impactos acumulativos

Objeto de protección / componente	Metodologías y herramientas recomendadas para analizar impactos acumulativos
Aire	• Inventarios de emisiones • Modelos estadísticos en áreas urbanas • Modelación en los receptores • Modelos de caja • Modelos multifuente • Índices de calidad del aire
Agua superficial	• Cuantificación de carga en fuentes puntuales y difusas • Modelación hidrológica y de calidad del agua • Modelos de caja (por tramo) • Distribución de carga contaminante • Índices de calidad del agua • Catastro de fuentes (uso de agua) • Estudio de hidrodinámica costera y modelación de calidad del agua
Agua subterránea	• Catastro de fuentes y usos del recurso • Índices de vulnerabilidad • Índices de impacto en fuentes • Pruebas de lixiviación/infiltración • Modelación de flujo y transporte • Modelos de transporte en zona no saturada
Ruido	• Modelos de propagación individual a nivel de fuente junto con modelos aditivos para la integración • Modelos estadísticos de ruido basados en población y usos de suelo • Índices de impacto por ruido
Bióticos/Ecológicos	• Pruebas de toxicidad crónica • Métodos basados en el hábitat • Modelos de población de especies • Índices de diversidad • Indicadores • Estudios biológicos • Evaluación de riesgo ecológico

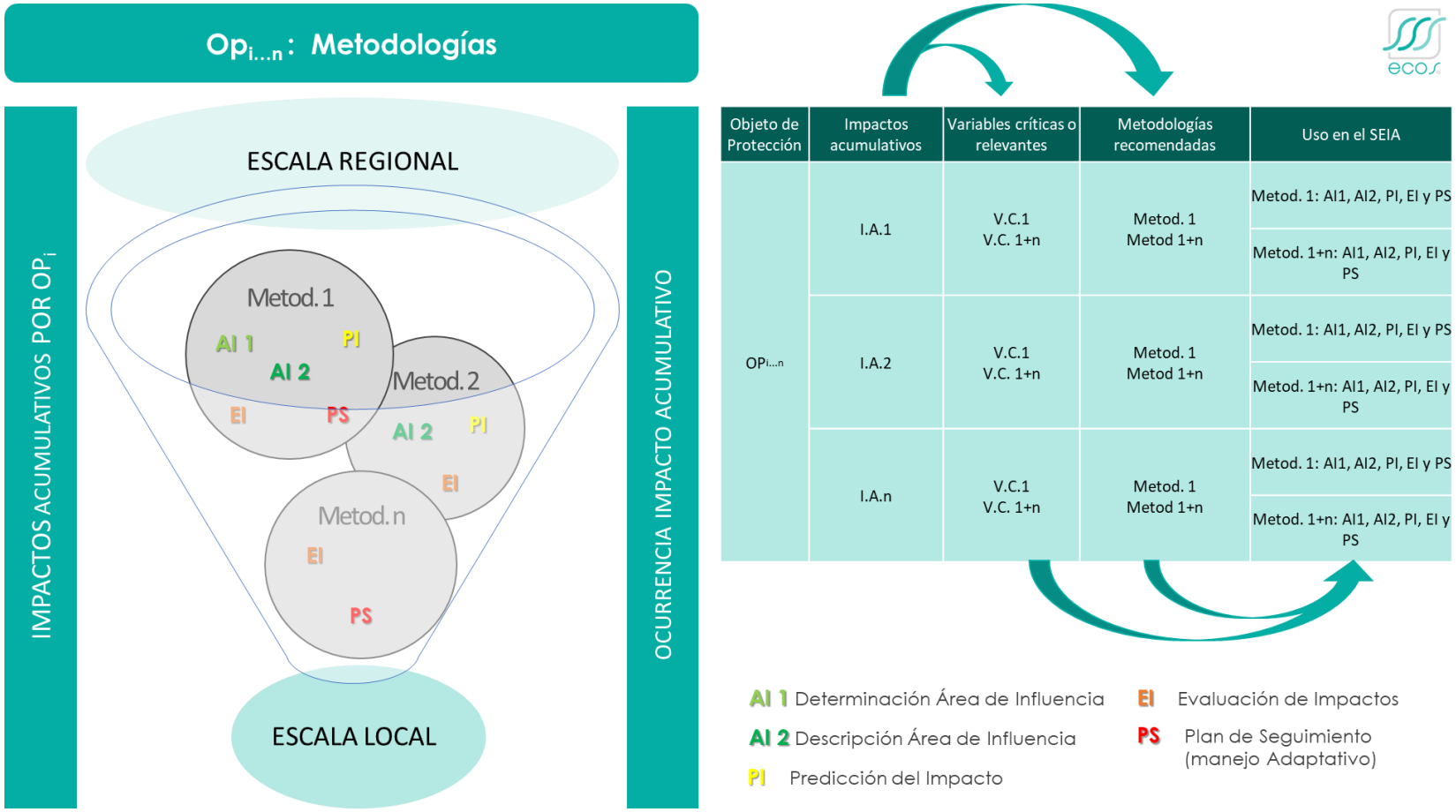
Fuente: Adaptado y traducido de Canter (1999).

La selección de una o más metodologías no depende solamente del objeto de protección, sino también de los tipos de impactos que inciden en éste y las variables críticas que los caracterizan. Considerando esto se abre un abanico muy amplio de posibles combinaciones, por lo que no resulta práctico establecer recomendaciones para cada posible caso. A ello debe sumarse el hecho de que las metodologías pueden quedar determinadas también por otros factores, por ejemplo, en base a la disponibilidad de información[78], o por la escala a la cual se abordará el problema.

Considerando lo anterior, se propone identificar de manera conceptual una secuencia lógica para la selección y uso de determinadas metodologías según las etapas en la evaluación ambiental (ver Figura *3-70*). En los numerales siguientes de este capítulo, se presenta una tabla con consideraciones para cada uno de los distintos objetos de protección, la cual podrá ser considerada a modo referencial entendiendo la multiplicidad de casos y condiciones que pueden darse y condicionar la selección de determinada(s) metodología(s).

[78] Puede existir una metodología que conceptualmente sea idónea para abordar un determinado caso, no obstante, si no existe suficiente información puede ser más adecuado seleccionar otra metodología más aproximada, pero que sea posible de aplicar con la información disponible, o que sea posible de recopilar en el marco del SEIA.

Figura 3-70 Esquema conceptual de la secuencia lógica para la evaluación de impactos por objeto de protección



Fuente: Elaboración propia.

3.3.4.2.1 Recomendaciones para el objeto de protección Aire y Salud de la Población

El presente acápite aborda en forma conjunta los objetos de protección denominados Aire y Riesgo para la salud de la población. Lo anterior debido a varios factores que se conjugan entre sí y que han sido expresados a lo largo del documento en diferentes instancias. Lo primero a considerar es que salud de la población no responde a la lógica clásica de los efectos acumulativos ya que es muy difícil y a veces impracticable medir el estado del componente en el receptor (personas). Es por ello que se aborda a nivel de riesgo por medio de las distintas vías de exposición asociadas a la presencia de contaminantes en el medio (emisiones de diferente índole).

Bajo esta lógica, **las normas primarias de calidad ambiental nacional son clave**, considerando que éstas mencionan en forma expresa que el objeto de protección corresponde a la salud de la población. En definitiva, el riesgo para la salud de la población se evalúa en base a los valores de concentración y periodos establecidos en las normas primarias de calidad ambiental nacionales. Por otro lado, algunas normas de emisión nacionales también tienen como objetivo la protección de la salud de las personas como es el caso de la norma de emisión de olores (aun cuando ésta se encuentre acotada a sólo una actividad productiva[79]). Es importante recordar que en la actualidad el Reglamento del SEIA considera la posibilidad de realizar una evaluación con normas internacionales (perteneciente a los Estados de referencia allí señalados en su artículo 11[80]) en caso de que no exista regulación para un determinado contaminante o actividad (artículo 18, literal "h" del Reglamento), sin distinción respecto de las normas de calidad o emisión. Finalmente, en caso de no contar con marco regulatorio nacional o de los Estados de referencia, es posible realizar una evaluación con otros valores de referencia, los que pueden provenir de países distintos a los reconocidos por el Reglamento del SEIA (en su artículo 11) o bien de estudios reconocidos de dosis - respuesta, los que deben ser cuidadosamente seleccionados y debidamente justificados.

En cuanto a los métodos para la predicción de impactos acumulativos, es posible indicar que las metodologías de modelación, observadas y discutidas en diferentes instancias de este análisis y señaladas en la Tabla 3-27, se consideran las más idóneas para obtener una proyección del aporte del proyecto y su efecto en el estado del objeto de protección. Esto en relación tanto a Aire, como en los aspectos de emisiones sonoras, odoríferas, electromagnéticas, vibraciones y sombra intermitente (relacionados con Salud de la Población).

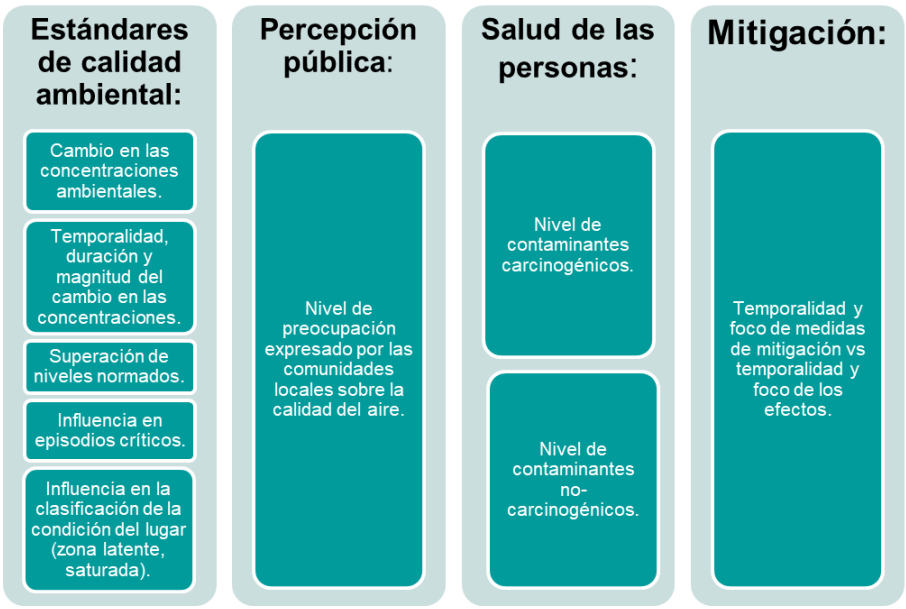
[79] D.S. N°9/2022 Ministerio del Medio Ambiente. Establece norma de emisión de contaminantes en planteles porcinos que, en función de sus olores, generan molestia y constituyen un riesgo a la calidad de vida de la población.

[80] "*Las normas de calidad ambiental y de emisión que se utilizarán como referencia para los efectos de evaluar si se genera o presenta el riesgo indicado en la letra a) y los efectos adversos señalados en la letra b), ambas del artículo 11 de la Ley, serán aquellas vigentes en los siguientes Estados: República Federal de Alemania, República Argentina, Australia, República Federativa del Brasil, Canadá, Reino de España, Estados Unidos Mexicanos, Estados Unidos de América, Nueva Zelandia, Reino de los Países Bajos, República Italiana, Japón, Reino de Suecia y Confederación Suiza. Para la utilización de las normas de referencia, se priorizará aquel Estado que posea similitud en sus componentes ambientales, con la situación nacional y/o local, lo que será justificado razonablemente por el proponente*".

Una vez obtenido el aporte del proyecto y su efecto en el estado de un determinado objeto de protección, se debe contrastar con límites establecidos, los que pueden provenir de las normas de calidad primaria, normas de emisión o normas de los Estados de referencia.

En este contexto se ha rescatado dentro de la bibliografía de Calidad de Aire y Salud de la Población, lo señalado por Canter (1999) el cual indica que, para evaluar los niveles de significancia dan cuenta de diferentes aspectos tales como "emisiones", "percepción de la población", "efectos secundarios indirectos", los que han sido descartados en instancias anteriores a este capítulo, manteniéndose las Guías y Criterios elaborados por el SEA en la materia. A continuación, se visualizan los conceptos según Canter para la determinación de la significancia de un impacto acumulativo (ver Figura *3-71*).

Figura 3-71. Recomendaciones de Canter (1999) para evaluar la significancia en el componente Aire y Salud de la población

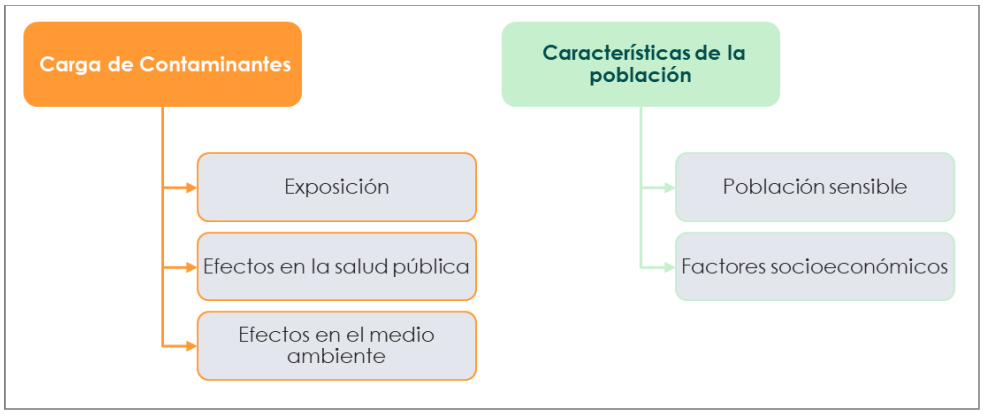


Fuente: Elaboración propia basada en Canter (1999).

En el caso del riesgo para salud de la población, si bien se han establecido mecanismos asociados a la modelación como método reconocido de predicción al evaluar las vías de exposición, también es posible distinguir un grupo de metodologías denominadas de "monitoreo" (screening), las que se basan en la vigilancia de niveles relativos de impactos acumulativos, usando un sistema de puntuación efectuado sobre algunos criterios predefinidos. Estos se han utilizado para realizar evaluaciones de impactos acumulativos en comunidades humanas expuestas a contaminación y se basan en la definición operativa de impactos

acumulativos hecha por Cal/EPA[81], la que señala que estos impactos provienen de la exposición de las emisiones combinadas y descargas en un área geográfica, incluyendo contaminación ambiental de todas las fuentes, ya sean únicas o múltiples, liberadas rutinaria, accidentalmente o de otra manera, generando efectos ambientales o en la salud pública. La evaluación de estos impactos tomará en cuenta las características de las poblaciones sensibles y factores socioeconómicos, allí donde sea aplicable y en la medida que existan datos disponibles (Alexeeff, *et al*. 2012).

Figura 3-72. Los cinco componentes del Impacto Acumulativo



Fuente: Adaptado y traducido a partir de Alexeeff, *et al*. (2012).

Al respecto de las consideraciones plasmadas en la Figura 3-72, se debe indicar que en las recomendaciones planteadas durante el proceso correspondiente al Objetivo Estratégico 2, ha quedado establecido que las características de la población no debieran ser parte de los factores para determinar la significancia del impacto acumulativo. Lo anterior en atención a la obtención de un instrumento que no discrimine por estado socioeconómico, grupo etario, género u otros. Sin perjuicio de ello, también se encuentra como parte de la discusión la incorporación de rangos de cantidad de personas afectas al impacto, entendida esta como un mecanismo para medir la gravedad del impacto (mas no para la determinación de la existencia o inexistencia de este, es decir, una vez configurada la ocurrencia del impacto acumulativo, se evalúa sobre la cantidad de población afectada). Esta diferenciación se basa únicamente en que el alcance del impacto acumulativo brinda una orientación respecto de las posibles medidas de mitigación, reparación o compensación y la eficiencia que estas puedan tener sobre el objeto de protección.

Otro de los antecedentes para tener en cuenta para la predicción de los impactos acumulativos corresponde a la información de fuentes oficiales que pudieran brindar antecedentes de un mayor número de participantes en el área de emplazamiento del proyecto. Estos mecanismos de información pueden contener proyectos que no necesariamente hayan

[81] California Environmental Protection Agency (CEQA), 2005.

tenido o estén en un proceso de evaluación ambiental, pero que, sin embargo, constituyen fuentes emisoras recogidas en las vías de exposición y que debieran ser parte de la evaluación del estado de esta vía para la determinación del impacto acumulativo. En este contexto, se distinguen los siguientes grupos tipos de actividades:

- Proyectos sin RCA en ejecución (actividades productivas del sector que por su antigüedad o características no ingresa a evaluación ambiental y que tenga relación con los efectos detectados de acuerdo con el tipo de proyecto que requiere ingresar a evaluación ambiental)
- Proyectos con RCA favorable y en ejecución (construcción – operación – cierre)
- Proyectos en evaluación ambiental

Por otro lado, en los casos tanto de Aire como de Salud de la Población, también es relevante tener en consideración otros instrumentos de gestión ambiental presentes en el área de emplazamiento del proyecto, que debieran ser considerados tanto en la definición del área de estudio (en primera instancia) y del área de influencia (una vez realizado el levantamiento y acotado el alcance del proyecto). Para los objetos de protección mencionados se reconocen dentro de estos instrumentos a los Planes de Prevención y/o Descontaminación y Normas de emisión (para termoeléctricas[82] y fundiciones[83]), los que podrían aportar en la variabilidad de la determinación de significancia para un impacto acumulativo, considerando que estos instrumentos pueden restringir actividades a sus fuentes o bien obligar a la implementación mecanismos de mitigación. Otra de las aristas que podrían ser abordadas desde la perspectiva de la predicción y significancia, corresponde a aquellos instrumentos legislativos que se encuentren en proceso de elaboración o próximos a su publicación y determinación a entrada en vigencia. Si bien se entienden las complejidades en su abordaje, se ha observado en la práctica que los alcances de los procesos de evaluación ambiental se encuentran limitados en cuanto a solicitudes de inclusión de nuevos criterios aportados desde instrumentos legislativos publicados con posterioridad al ingreso del proyecto al SEIA. Adicional a lo anterior, entendiendo que un impacto acumulativo podría materializarse ante la ocurrencia prolongada en el tiempo de alguna emisión determinada, resulta de interés observar si este instrumento apunta a la mejora del objeto de protección e imprime obligaciones asociadas a este (seguimiento, reportabilidad, implementación de medidas de mitigación o actividades relativas al manejo adaptativo, etc.) que pudiesen incorporarse en la evaluación como un antecedente a considerar para los diferentes compromisos, medidas y seguimientos asociados al proyecto.

De esta manera en términos generales para la determinación del impacto acumulativo se consideran las siguientes etapas generales:

1. Delimitación del área de influencia basado en la modelación de las diferentes vías de exposición considerando la o las fuentes emisoras del proyecto.

[82] D.S. N°13/2011 MMA. Norma de emisión para centrales termoeléctricas
[83] D.S. N°28/2013 MMA. Norma de emisión para fundiciones de cobre y fuentes emisoras de arsénico

2. Determinación del potencial estado del objeto de protección mediante la evaluación y análisis de la modelación de multifuentes que considere[84]:

    a. Actividades que tengan Resolución de Calificación Ambiental: en este punto, se entiende que los estándares de las evaluaciones se han ido nutriendo con el tiempo, por tanto, existirán proyectos cuya información podrá ser utilizada en forma parcial y/o referencial, lo que constituye uno de los desafíos a llevar a cabo en la operatividad de este tipo de análisis. Por otro lado, se deberá considerar que el titular del siguiente proyecto en ingresar en este territorio revise la superposición de las áreas de influencia[85].

    b. Actividades que se encuentren en un proceso de evaluación ambiental: entendiendo que el proyecto ya ingresado, cuenta con modelación del contaminante en cuestión y contenga información suficiente para que el siguiente titular, que pretende ingresar a evaluación, pueda incorporarla y determinar el aporte de este sobre los receptores en análisis.

    c. Actividades que se rijan por otras normativas (declaraciones de emisiones).

3. En caso de no ser posible el punto 2, es posible revisar si existe información ya levantada respecto a:

    a. Áreas de influencia de proyectos o actividades con RCA favorable que intervienen o se traslapan con el área de influencia de la calidad del aire y salud de la población respecto al proyecto en evaluación.

    b. Áreas de influencia de proyectos o actividades con que se encuentren en el proceso de evaluación y que intervienen o se traslapan con el área de influencia del proyecto en evaluación.

4. Con el punto 2 o el punto 3 se busca establecer la ocurrencia del impacto acumulativo en el territorio, cuyo resultado se puede manifestar mediante isoconcentraciones, clúster o mapas de calor.

5. Se revisarán las características propias del sector, con énfasis en instrumentos de gestión tales como Planes de Prevención y/o de Descontaminación, Evaluaciones Ambientales Estratégicas, etc. Esto con el propósito de hacer un diagnóstico del sector en cuanto a la condición de calidad del aire y concentración de otros tipos de contaminantes[86].

6. Una vez visualizado territorialmente se debe incorporar la gradualidad de los elementos que componen el impacto acumulativo, ya sea esta como parte de la evaluación de impacto tradicional (adicionando a este la valoración de la característica acumulativa, en los casos de que la variable sea subjetiva) o como una valoración de un proceso independiente relacionando aquellos impactos ambientales identificados con los efectos, características o circunstancias pormenorizados en los artículos 5° al 10° del RSEIA.

[84] Se plantea en este punto la necesidad de construir información uniforme entre los proyectos evaluados y en evaluación, con el propósito que esta contribuya a la eficiencia de los tiempos en el SEIA.
[85] Si no es el caso esta debiera ser solicitada en el proceso de evaluación ambiental.
[86] Lo anterior aportará a una visualización de las posibles medidas de mitigación, reparación o compensación, para que estas no se encuentren contenidas en obligaciones predeterminadas.

Considerando los pasos antes descritos, también resulta de interés la revisión de ciertas particularidades dentro de lo correspondiente a la calidad del aire, en este caso, se plantea a modo de ejemplo algunas consideraciones para el caso de los contaminantes MP_{10} y MP2,5. Para ello se plantea la siguiente definición:

1. En relación con las zonas declaradas como saturadas o en aquellas que los valores observados indiquen esta situación, cuando el proyecto se encuentre emplazado en estas, se les dará relevancia a los impactos acumulativos, siendo la evaluación de significancia la que determinará si se requieren o no medidas.

En tanto a lo que a Salud de la Población se refiere, se deberá tener en consideración la "Guía para la evaluación ambiental del Riesgo para la salud de la población" (SEA, 2023), en combinación con una evaluación para cada vía de exposición reconocida o abordada en el presente análisis. Lo anterior implica para este objeto de protección una composición de evaluaciones para la determinación de la significancia del impacto acumulativo, lo cual es conceptualizado como un objeto de protección que responde a impactos indirectos (tal como se grafica en la Figura 3-65 del modelo conceptual de un diagrama de red). En este contexto y tal como lo señala la Guía mencionada en su figura n°3, la determinación del impacto acumulativo está compuesta por la confluencia de las rutas de exposición, el contaminante y la presencia de receptores (ver Figura 3-73).

Figura 3-73. Componentes del Riesgo para Salud de la Población

Fuente: Guía para la evaluación ambiental del Riesgo para la salud de la población (SEA, 2023)

En un ejercicio paralelo al ejemplo brindado para Aire, es posible conjugar la definición de Riesgo concebida en la evaluación ambiental actual, con la existencia de impactos acumulativos indirectos (diagrama de red), entendiendo por ello que el impacto acumulativo

en el Riesgo para la salud de la población se configuraría como la sumatoria de los impactos acumulativos indirectos.

Por último, respecto a los impactos acumulativos en aire y salud de la población:

1. Los impactos acumulativos corresponden al aumento en la concentración de Material Particulado (MP2,5 y MP10), al igual que el aumento en la concentración de gases tales como CO, NO2 y SO2. Por otro lado, se encuentran los impactos sobre la salud de las personas asociado a receptores humanos, y, por otro lado, se encuentran los efectos adversos en recursos naturales renovables asociados a receptores naturales, relacionados con la superación de normas secundarias de calidad ambiental.
2. En cuanto a las variables críticas identificadas, es posible indicar que son compartidas entre los contaminantes señalados, puesto a que corresponden a la Calidad del Aire, Fuentes de Emisión y Condiciones locales (cercanía a cuerpos de agua, valles, microclimas, presencia de inversiones térmicas).
3. Respecto de las metodologías se destacan la modelación (de variables meteorológicas y concentración de contaminantes); así como también el Mapeo de superposición y SIG; y, en menor medida el análisis de tendencias.
4. En relación a la utilización de las variables críticas y metodologías en el SEIA, es posible identificar que éstas se encuentran relacionadas principalmente con la descripción y determinación del área de Influencia y la predicción de impactos.

Todo lo anterior, se resume en la Tabla *3-28*, que se presenta a continuación:

Tabla 3-28 Recomendaciones para el objeto de protección Aire

Impactos acumulativos	Variables críticas o relevantes	Metodologías recomendadas	Uso en el SEIA
Impactos sobre la calidad del aire			
Aumento en la concentración de material particulado (MP2,5 y MP10).	Calidad del aire existente.	Modelación de concentración de contaminantes	**AI1, AI2 y PI** Las variables deben ser incorporadas en la descripción y determinación del Área de influencia ya que son insumos para la modelación y futura predicción de impacto.
	Condiciones locales[87]	Modelación de variables meteorológicas.	
	Fuentes de emisión.	Mapeo de superposición y SIG	**AI2 y PI** El mapeo de fuentes (otros proyectos o actividades) resultan imprescindibles para las etapas de predicción de impacto.
Aumento en la concentración de gases (CO, NO2 y SO2).	Calidad del aire existente.	Modelación de concentración de contaminantes	**AI1, AI2 y PI** Las variables deben ser incorporadas en la descripción y determinación del Área de influencia ya que son insumos para la modelación y futura predicción de impacto.
	Condiciones locales	Modelación de variables meteorológicas.	
	Fuentes de emisión.	Mapeo de superposición y SIG	**AI2 y PI** El mapeo de fuentes (otros proyectos o actividades) resultan imprescindibles para las etapas de predicción de impacto.
Impactos sobre recursos naturales renovables			
Superación de límites establecidos por Normas Secundarias de Calidad Ambiental.	Calidad del aire existente.	Modelación de concentración de contaminantes	**AI1, AI2 y PI** Las variables deben ser incorporadas en la descripción y determinación del Área de influencia ya que son insumos para la modelación y futura predicción de impacto.
		Análisis de Tendencias	**PI, EI y PS** El comportamiento de la variable crítica brinda elementos para la predicción y evaluación de impactos y constituye una base de contraste para el seguimiento ambiental.

Fuente: Elaboración propia.

[87] Cercanía a cuerpos de agua, valles, microclimas, presencia de inversiones térmicas.

En cuanto al Riesgo para la salud de la población, se concluye que cuenta con una escala local de análisis, cuyas principales características y recomendaciones para ser consideradas corresponden a:

1. Los impactos acumulativos incluyen los ya mencionados para Aire, en conjunto con la alteración de receptores por aumentos en los niveles de ruido, vibraciones, presencia de gases odoríferos, emisiones electromagnéticas, lumínicas y sombra intermitente, así como también la alteración a receptores por exposición a contaminantes en general.
2. En cuanto a las variables críticas identificadas, es posible indicar que están conformadas por la concentración de contaminantes (incluidos gases odoríferos), así como también el tiempo de exposición.
3. Respecto de las metodologías se destacan la modelación (de concentración de contaminantes, incluidos gases odoríferos); así como también la modelación referida a la proyección de emisiones sonoras, vibraciones y sombra intermitente, campos electromagnéticos; además del Mapeo de superposición y SIG (para la identificación de receptores y fuentes); y un análisis de tiempo de exposición con la cantidad de receptores y fuentes.
4. En relación a la utilización de las variables críticas y metodologías en el SEIA, es posible identificar que éstas se encuentran relacionadas principalmente con la Descripción y determinación del área de Influencia y la Predicción de impactos.

Todo lo anterior, se resume en la Tabla *3-28*, que se presenta a continuación:

Tabla 3-29. Recomendaciones para el objeto de protección Riesgo para la salud de la población

Impactos acumulativos	Variables críticas o relevantes	Metodologías recomendadas	Uso en el SEIA
Alteración de receptores por aumento de emisiones de material particulado (MP2,5 y MP10)	Concentración de contaminantes atmosféricos.	Modelación de concentración de contaminantes	**AI1, AI2 y PI** Las variables deben ser incorporadas en la descripción y determinación del Área de influencia ya que son insumos para la modelación y futura predicción de impacto.
	Receptores.	Mapeo de superposición y SIG.	**AI2, PI y EI** El mapeo de fuentes y de receptores resultan imprescindibles para la descripción del área de influencia y las etapas de predicción y evaluación de impacto.
	Tiempo de exposición al receptor.	Análisis de capacidad de carga.	**PI, EI y PS** Tanto la ubicación de receptores como el tiempo de exposición resultan de interés para la determinación de la capacidad de carga respecto de los contaminantes atmosféricos. Por tanto, estas variables críticas y metodología son relevantes para la Predicción y Evaluación del Impacto, así como también para establecer planes de seguimiento sobre los receptores.
Alteración de receptores por aumento de gases atmosféricos (CO, NO2, SO2)	Concentración de contaminantes atmosféricos.	Modelación de concentración de contaminantes	**AI1, AI2 y PI** Las variables deben ser incorporadas en la descripción y determinación del Área de influencia ya que son insumos para la modelación y futura predicción de impacto.
	Receptores.	Mapeo de superposición y SIG.	**AI2, PI y EI** El mapeo de fuentes y de receptores resultan imprescindibles para la descripción del área de influencia y las etapas de predicción y evaluación de impacto.

Tabla 3-29. Recomendaciones para el objeto de protección Riesgo para la salud de la población

Impactos acumulativos	Variables críticas o relevantes	Metodologías recomendadas	Uso en el SEIA
	Tiempo de exposición al receptor.	Análisis de capacidad de carga.	**PI, EI y PS** Tanto la ubicación de receptores como el tiempo de exposición resultan de interés para la determinación de la capacidad de carga respecto de los contaminantes atmosféricos. Por tanto, estas variables críticas y metodología son relevantes para la Predicción y Evaluación del Impacto, así como también para establecer planes de seguimiento sobre los receptores.
Alteración de receptores por aumento de gases odoríferos	Concentración de gases odoríferos	Modelación de gases	**AI1, AI2 y PI** Las variables deben ser incorporadas en la descripción y determinación del Área de influencia ya que son insumos para la modelación y futura predicción de impacto.
	Receptores.	Mapeo de superposición y SIG.	**AI2, PI y EI** El mapeo de fuentes y de receptores resultan imprescindibles para la descripción del área de influencia y las etapas de predicción y evaluación de impacto.
	Tiempo de exposición al receptor.	Análisis de capacidad de carga.	**PI, EI y PS** Tanto la ubicación de receptores como el tiempo de exposición resultan de interés para la determinación de la capacidad de carga respecto de los gases odoríferos. Por tanto, estas variables críticas y metodología son relevantes para la Predicción y Evaluación del Impacto, así como también para establecer planes de seguimiento sobre los receptores.
Alteración de receptores por aumento de emisiones sonoras	Emisiones sonoras	Modelación o proyección de ruido	**AI1 y PI** Las variables deben ser incorporadas en la determinación del Área de influencia, donde el alcance de la emisión sonora y la proyección de esta deben ser consideradas para la predicción de impacto.

Tabla 3-29. Recomendaciones para el objeto de protección Riesgo para la salud de la población

Impactos acumulativos	Variables críticas o relevantes	Metodologías recomendadas	Uso en el SEIA
	Receptores.	Mapeo de superposición y SIG.	**AI2, PI y EI** El mapeo de fuentes y de receptores resultan imprescindibles para la descripción del área de influencia y las etapas de predicción y evaluación de impacto.
	Tiempo de exposición al receptor.	Análisis de capacidad de carga.	**PI, EI y PS** Tanto la ubicación de receptores como el tiempo de exposición resultan de interés para la determinación de la capacidad de carga respecto de las emisiones sonoras. Por tanto, estas variables críticas y metodología son relevantes para la Predicción y Evaluación del Impacto, así como también para establecer planes de seguimiento sobre los receptores.
Alteración de receptores por aumento de emisiones electromagnéticas	Agrupación de tendidos y/o instalaciones eléctricas	Modelación de CEM	**AI1, AI2** Las variables deben ser incorporadas en la descripción y determinación del Área de influencia ya que son insumos para la modelación y cumplimiento normativo.
	Receptores.	Mapeo de superposición y SIG.	**AI2, PI y EI** El mapeo de fuentes y de receptores resultan imprescindibles para la descripción del área de influencia y las etapas de predicción y evaluación de impacto.
	Tiempo de exposición al receptor.	Análisis de capacidad de carga.	**PI, EI y PS** Tanto la ubicación de receptores como el tiempo de exposición resultan de interés para la determinación de la capacidad de carga respecto de las emisiones electromagnéticas. Por tanto, estas variables críticas y metodología son relevantes para la Predicción y Evaluación del Impacto, así como también para establecer planes de seguimiento sobre los receptores.

Tabla 3-29. Recomendaciones para el objeto de protección Riesgo para la salud de la población

Impactos acumulativos	Variables críticas o relevantes	Metodologías recomendadas	Uso en el SEIA
Alteración de receptores por aumento de vibraciones	Generación vibraciones	Modelación o proyección de vibraciones	**AI1 y PI** Las variables deben ser incorporadas en la determinación del Área de influencia, donde el alcance de la vibración y la proyección de esta deben ser consideradas para la predicción de impacto.
	Receptores.	Mapeo de superposición y SIG.	**AI2, PI y EI** El mapeo de fuentes y de receptores resultan imprescindibles para la descripción del área de influencia y las etapas de predicción y evaluación de impacto.
	Tiempo de exposición al receptor.	Análisis de capacidad de carga.	**PI, EI y PS** Tanto la ubicación de receptores como el tiempo de exposición resultan de interés para la determinación de la capacidad de carga respecto de las vibraciones generadas por el proyecto. Por tanto, estas variables críticas y metodología son relevantes para la Predicción y Evaluación del Impacto, así como también para establecer planes de seguimiento sobre los receptores.
Alteración de receptores por aumento de emisiones lumínicas	Modelación	Análisis de Contaminación lumínica del territorio	**AI2** Para la descripción del área de influencia se debe realizar un análisis de contaminación lumínica del territorio, de acuerdo a la ubicación del proyecto y la cercanía a áreas sensibles de acuerdo al Decreto 1/2023 que establece la norma de emisión de luminosidad artificial generada por alumbrados de exteriores, elaborada a partir de la revisión del DS N°43/2012 del MMA.
	Receptores	Diseño lumínico del proyecto	**AI2, PI, EI y PS** Se debe presentar el diseño de luminaria del proyecto de manera de cuantificar la luminosidad artificial que aporte el proyecto.

Tabla 3-29. Recomendaciones para el objeto de protección Riesgo para la salud de la población

Impactos acumulativos	Variables críticas o relevantes	Metodologías recomendadas	Uso en el SEIA
	Receptores.	Mapeo de superposición y SIG.	**AI2, PI y EI** El mapeo de fuentes y de receptores resultan imprescindibles para la descripción del área de influencia y las etapas de predicción y evaluación de impacto.
	Tiempo de exposición al receptor.	Análisis de capacidad de carga.	**PI y EI** Tanto la ubicación de receptores como el tiempo de exposición resultan de interés para la determinación de la capacidad de carga respecto de la emisión lumínica. Por tanto, estas variables críticas y metodología son relevantes para la Predicción y Evaluación del Impacto.
Alteración de receptores por generación de efecto sombra intermitente.	Localización aerogeneradores	Modelación o proyección de sombra	**AI1 y PI** Las variables deben ser incorporadas en la determinación del Área de influencia, donde el alcance del efecto sombra y la proyección de este deben ser considerados para la predicción de impacto.
	Receptores.	Mapeo de superposición y SIG.	**AI2, PI y EI** El mapeo de fuentes y de receptores resultan imprescindibles para la descripción del área de influencia y las etapas de predicción y evaluación de impacto.
	Tiempo de exposición al receptor.	Análisis de capacidad de carga.	**PI y EI** Tanto la ubicación de receptores como el tiempo de exposición resultan de interés para la determinación de la capacidad de carga respecto del efecto sombra generado por el proyecto. Por tanto, estas variables críticas y metodología son relevantes para la Predicción y Evaluación del Impacto.

Tabla 3-29. Recomendaciones para el objeto de protección Riesgo para la salud de la población

Impactos acumulativos	Variables críticas o relevantes	Metodologías recomendadas	Uso en el SEIA
Alteración de receptores por exposición a contaminantes	Receptores.	Mapeo de superposición y SIG.	**AI2, PI y EI** El mapeo de fuentes y de receptores resultan imprescindibles para la descripción del área de influencia y las etapas de predicción y evaluación de impacto.
	Tiempo de exposición al receptor.	Análisis de capacidad de carga.	**PI, EI y PS** Tanto la ubicación de receptores como el tiempo de exposición resultan de interés para la determinación de la capacidad de carga respecto de la exposición a contaminantes. Por tanto, estas variables críticas y metodología son relevantes para la Predicción y Evaluación del Impacto, así como también para establecer planes de seguimiento sobre los receptores.

Fuente: Elaboración propia.

3.3.4.2.2 *Recomendaciones para el objeto de protección Agua*

Un análisis de impacto acumulativo útil para la toma de decisiones define un cuerpo de agua (recurso), caracteriza su capacidad y sus limitaciones de desarrollo sostenible y establece las causas de los efectos adversos, actuales o potenciales. Por lo tanto, la identificación de las relaciones causa-efecto para establecer enfoques de seguimiento, medidas preventivas y mitigación es más valiosa que las suposiciones sobre la magnitud y el momento precisos de los posibles impactos futuros (NSW Government, 2022).

Los modelos numéricos se utilizan habitualmente para evaluar los impactos acumulativos debido a factores como la gran superficie que hay que simular; la larga escala temporal para evaluar los impactos; la presencia de múltiples acuíferos, múltiples usuarios de aguas subterráneas; las interacciones entre aguas superficiales y subterráneas; y la fusión de datos, impactos y modelos de múltiples proyectos (NSW Government, 2022).

En términos más amplios, la modelación como herramienta resulta especialmente adaptada para abordar la problemática puesto que permite predecir (simular) los impactos resultantes de múltiples FGI que pueden incidir en los cuerpos de agua, tanto a nivel de cantidad (niveles, volúmenes, flujos) como de calidad (concentraciones de distintos agentes), considerando una gran variedad de posibilidades e interacciones.

Sin embargo, el modelo numérico es sólo un componente de un marco multidimensional necesario, tal como se representa en la Figura siguiente:

Figura 3-74. Metodología para el análisis de impactos acumulativos en agua (subterránea)

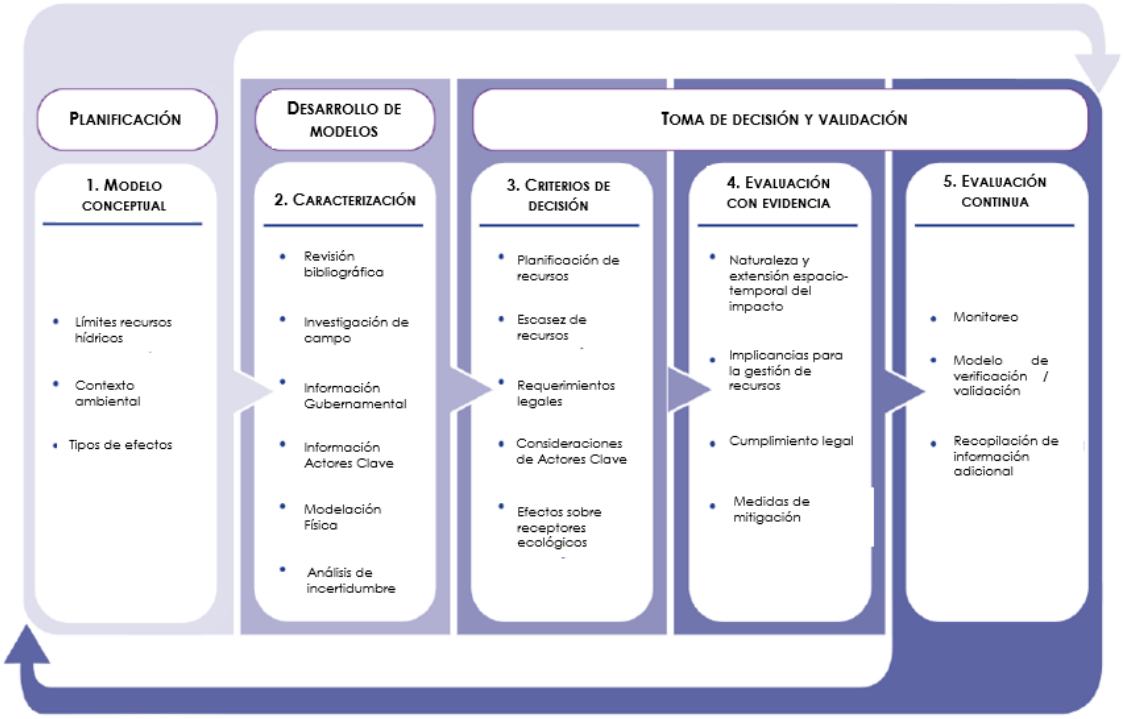


Figura 3-74. Metodología para el análisis de impactos acumulativos en agua (subterránea)

Fuente: Adaptado y traducida a partir de NSW Government (2022).

Al observar el esquema propuesto por NSW Government (2022) se aprecia que las dos primeras etapas metodológicas (modelo conceptual y caracterización) se encuentran cubiertas con un gran nivel de detalle por la "Guía para el uso de modelos de aguas subterráneas en el SEIA" (SEA, 2012). Si bien dicha guía es específica para la modelación en aguas subterráneas, sus principios y parte de su contenido pueden ser aplicables también para aguas superficiales y medio marino[88].

El resultado de las dos primeras etapas debe permitir entender el funcionamiento del sistema ambiental y reflejar los efectos combinados producto de los distintos FGI que sean incorporados en la simulación. Para ello se requiere de un esfuerzo importante en la caracterización ambiental, tanto del objeto de protección y sus atributos, como de los demás fatores naturales y antrópicos (FGI) que pueden incidir en ellos.

La tercera etapa se relaciona con los criterios de decisión que se entiende son los que permiten determinar la significancia del impacto. Por definición, la evaluación de impactos acumulativos en recursos naturales (agua, suelo, otros) involucra comparar el efecto combinado resultante con la capacidad de carga de un recurso. Es por ello que los análisis de capacidad de carga han sido aplicados a una variedad de recursos para abordar la problemática (Council on Environmenal Quality, 1997). Sin embargo, estos estudios suelen ser costosos, extensos y puede que excedan el ámbito de la responsabilidad y capacidades de un Titular en el SEIA en casos complejos. Como alternativa se pueden utilizar otros criterios como comparación con normativa vigente (Normas Primarias, Normas secundarias), normas de referencia que definen usos (NCh 409/2005, NCh 1.333/1978), normativa internacional, u otros indicadores según el caso[89].

Un caso recurrente cuando existe relación con Objetos de Protección bióticos (humedales típicamente) es el uso de indicadores de no-impacto en el recurso hídrico relacionados con el funcionamiento de los Objetos de Protección objetivo. Tal es el caso de los umbrales de nivel definidos en el Salar de Atacama para proyectos de explotación de litio (SQM, Albemarle) y de minería metálica (Escondida).

La etapa número 4 se refiere a los resultados y sus usos para la evaluación mientras que la número 5 se relaciona con el seguimiento. En ambos casos las etapas metodológicas son consistentes con la práctica habitual del SEIA. En particular, la etapa 4 se enfoca en el cumplimiento normativo y en la definición de medidas de mitigación, mientras que la etapa 5 es totalmente coherente con lo que se realiza habitualmente como parte del seguimiento

[88] Se recomiendo a futuro considerar el desarrollo de guías específicas de modelación para estos cuerpos de agua.
[89] En la guía metodológica para determinar el caudal ambiental para centrales hidroeléctricas en el SEIA (SEA, 2016) se plantean distintas metodologías para definir el caudal ambiental, los que deben ser seleccionados en cada caso y pueden basarse en criterios hidrológicos, hidráulicos, o simulaciones hidráulicas o de hábitat.

en estos casos: monitoreo, revisión del modelo, aumentar nivel de información (y retroalimentar el modelo para ir mejorando predicciones en las sucesivas actualizaciones).

Tal como puede apreciarse, la metodología específica publicada por el NSW Government (2022) de Australia resulta ser totalmente homologable y consistente con la práctica del SEIA.

Por otra parte, y en lo que se relaciona al medio marino, se han establecido ciertas orientaciones específicas a nivel nacional que apuntan en la misma línea, es decir, reconocer a la modelación como la herramienta idónea para abordar ciertas etapas del procedimiento de evaluación ambiental, en especial la predicción de los impactos. En la Guía para la Descripción de Proyectos de Engorda de Salmónidos en Mar en el SEIA (SEA, 2021) se refieren a modelos para estimar las tasas de sedimentación hacia el fondo marino y columna de agua[90], y en el criterio de Evaluación Ambiental de Proyectos de Salmonicultura en Mar Localizados en o próximo a un Área Protegida (SEA, 2023) se refieren a la necesidad de contar con antecedentes técnicos relacionados con "*modelos matemáticos de dispersión de emisiones e índices o indicadores ambientales que permitan determinar la duración, extensión y magnitud del impacto, considerando variables fisicoquímicas y microbiológicos*" (lo cual viene dado normalmente por los resultados de la modelación). De forma más amplia, en la Guía Metodológica para la Descripción de Ecosistemas Marinos (SEA, 2022) mencionan a la modelación como parte de las metodologías idóneas para predecir la alteración o cambios en las propiedades físicas, químicas y microbiológicas del agua[91]. En particular, se refiere a la "*modelación de dispersión de efluentes y zonas* ***de interacción de efluentes de diferentes fuentes causando efectos acumulativos***. *Modelación de cambios en las concentraciones y propiedades fisicoquímicas de la columna de agua. Simulación, análisis estadístico y representación cartográfica*" (énfasis agregado). Este enfoque es también consistente con lo que se ha documentado como metodologías para ecosistemas marinos, lo cual se aborda más adelante en el presente Informe.

Un aspecto interesante que se destaca es la posibilidad de generar una planificación colaborativa del análisis del impacto acumulativo con las partes interesadas internas y externas que sería esencial para proporcionar evaluaciones de impacto basadas en pruebas a los responsables de la toma de decisiones. Además de garantizar la calidad de las evaluaciones, la planificación también establece objetivos y define el alcance del proceso de análisis, lo que permite llevar a cabo un proceso que, de otro modo, quedaría abierto (Milne y Grierson, 2008). Una iniciativa innovadora a nivel nacional en esta línea fue aquella de DGA-CORFO en el salar de Atacama, en donde se elaboró un modelo conceptual y numérico por parte del Estado para simular el salar completo y proveer de una herramienta

[90] Si bien no se específica un software en particular, en la práctica se en Chile se ha visto que el modelo Depomod y NewDepomod conforman un estándar de uso recurrente, el cual ha es también requerido por la Superintendencia del Medio Ambiente para realizar los análisis de efectos ambientales relacionados con las formulaciones de cargos a las que han sido objeto diversos proyectos de Centros de Engorda de Salmones.

[91] No se mencionan modelos específicos, no obstante, para la modelación de dispersión de efluentes se presentan referencias bibliográficas vinculadas a ciertos softwares específicos como el Visual Plumes, CORMIX y MOHID.

pública para la gestión integrada y planificación, en contraste con los modelos existentes de propiedad de cada Titular desarrollados en el marco del SEIA. Esta metodología es algo que debiera considerarse como posibilidad en territorios sensibles donde exista explotación intensiva de recursos naturales, lo cual debiera ser sometido a Evaluación Ambiental Estratégica.

En la Tabla *3-30* que se presenta a continuación se detallan las metodologías recomendadas de forma resumida.

Tabla 3-30. Recomendaciones para el objeto de protección Agua

Objeto de Protección	Impactos acumulativos	Variables críticas o relevantes	Metodologías recomendadas	Uso en el SEIA
Agua	**Aguas subterráneas** • Cantidad de agua: -Cambio en el patrón de infiltración o recarga -Alteración del flujo subterráneo pasante -Cambio en el volumen embalsado -Cambio en los niveles de agua subterránea • Calidad de agua -Cambio en los parámetros físicos, químicos y biológicos	**Cantidad de agua:** -Caudales de extracción (m3/s) -Volumen embalsado (hm3) -Nivel de agua (nivel bpm o cota en msnm) -Permeabilidad del medio -Dirección flujo subterráneo (piezometría) -Recarga **Calidad de agua:** -Temperatura -Iones mayoritarios (cationes: Ca, Mg, Na y P; aniones: HCO3, SO4 y Cl) -Conductividad eléctrica (CE) -pH -Tipo de suelo -Capacidad del suelo para inmovilizar contaminantes -Permeabilidad del suelo -Cercanía de las fuentes -Interacciones entre agua subterránea y superficial (E.j: precipitaciones, riego) -Tipo de fuentes (e.j: puntual, difusa) -Persistencia del contaminante -Tipo de acuífero.	• Modelación conceptual y numérica de flujo (cantidad) y transporte (calidad). La Guía para el Uso de Modelos de Aguas Subterráneas en el SEIA (SEA, 2012) entrega todos los detalles para el uso de esta metodología, incluyendo la forma de considerar la mayoría de las variables críticas identificadas. Algunas de ellas son insumos para la modelación (ej. permeabilidad, caudales de extracción, recarga) mientras que otras son resultados (ej. dirección de flujo, nivel). • Redes y diagramas de sistemas. Se utilizan para representar los modelos conceptuales (relaciones causa / efecto). • Análisis de tendencias de variables críticas: en función de resultados y proyecciones de los modelos. • Análisis de capacidad de carga (casos excepcionales).	Modelación conceptual y numérica: **AI1, PI y PS** Redes y diagramas de sistemas: **PI** Análisis de tendencias de variables críticas: **PI, PS** Análisis de capacidad de carga: **EI**

Tabla 3-30. Recomendaciones para el objeto de protección Agua

Objeto de Protección	Impactos acumulativos	Variables críticas o relevantes	Metodologías recomendadas	Uso en el SEIA
	Aguas terrestres superficiales • Cantidad de agua: -**Ascenso o descenso del nivel de agua** -Cambio en el volumen embalsado -Alteración del régimen de caudales -Modificación o eliminación del cuerpo de agua • Calidad de agua -Cambio en los parámetros físicos, químicas y biológicos • Flujo de sedimentos: -Cambio en el flujo de sedimentos • Características de los sedimentos -Cambio en los parámetros físicos, químicos, biológicos	**Cantidad de agua:** -Caudal (m^3/s) -Volumen embalsado (m^3) -Nivel o cota del espejo de agua **Calidad de agua:** -Temperatura -Conductividad eléctrica (CE) -pH -Turbulencia (oxigenación) -Flora fijadora de contaminantes -Tipo de fuente -Capacidad reguladora de la ribera y ecotono -Uso de suelo circundante al cuerpo de agua -Conectividad del cuerpo de agua **Flujo y Características de los sedimentos:** -Gasto sólido (Kg/s o m^3/s) -Parámetros físicos (propiedades relacionadas con transporte y suspensión/sedimentación) -Parámetros químicos (pH, Redox, composición) -Bioindicadores	• Modelación conceptual y numérica de flujo (cantidad de agua) y transporte (calidad de agua). Para el caso de sedimentos existen modelos específicos de transporte de sedimentos. • Si bien no existe una guía específica publicada para el SEA para modelación fluvial o lacustre, la Guía para el Uso de Modelos de Aguas Subterráneas en el SEIA (SEA, 2012) entrega algunos conceptos y recomendaciones que pueden ser aplicables. • Algunas de las variables críticas son insumos para la modelación (ej. Uso de suelo, propiedades físicas de los sedimentos) mientras que otras son resultados (ej. Caudal, gasto sólido). • Redes y diagramas de sistemas. Se utilizan para representar los modelos conceptuales (relaciones causa / efecto). • Análisis de tendencias de variables críticas: en función de resultados y proyecciones de los modelos. • Análisis de capacidad de carga (casos excepcionales).	Modelación conceptual y numérica: **AI1, PI y PS** Redes y diagramas de sistemas: **PI** Análisis de tendencias de variables críticas: **PI, PS** Análisis de capacidad de carga: **EI**

Tabla 3-30. Recomendaciones para el objeto de protección Agua

Objeto de Protección	Impactos acumulativos	Variables críticas o relevantes	Metodologías recomendadas	Uso en el SEIA
	Glaciares • Cantidad de agua: -Pérdida de masa (superficie o volumen) -Cambio en el aporte hídrico del glaciar a su cuenca inmediata -Estabilidad del glaciar	**Cantidad de agua:** -Caudal drenante (m^3/s) -Albedo (adimensional) -Tasa de depositación de MPS -Volumen (hm^3) -Superficie (km^2) -Vibración -Tipos de vibración generadas: continua, impulsiva o intermitente. -Frecuencia de la emisión (espectro). -Magnitud, valor o nivel de vibración generado (ppv, rms, otro).	• Modelación hidrológica y glaciológica (resulta clave considerar efectos del cambio climático)[92] • Cálculos de balances de masa • Análisis de tendencias de variables críticas (utilizando información de imágenes satelitales)	Modelación numérica: **AI1, PI y PS** Análisis de tendencias de variables críticas: **PI, PS**
	Medio Marino • Columna de agua -Cambio en los parámetros físicos, químicas y biológicos • Flujo de sedimentos: o Cambio en el flujo de sedimentos • Características de los sedimentos o Cambio en los parámetros físicos, químicas y biológicos	**Columna de agua:** - Temperatura - Sólidos suspendidos totales (SST) - Salinidad - Oxígeno disuelto - pH - Corrientes - Batimetría - Oleaje **Flujo y característica de los sedimentos:** - Aporte de sedimentación	• Para columna de agua, modelación numérica de dispersión de efluentes (plumas), y modelación numérica hidrodinámica de campo cercano y de campo lejano. Algunos de estos modelos pueden incorporar también modelación de sedimentos, pero existen también modelos específicos para cumplir dicho objetivo. • Si bien no existe una guía específica publicada para el SEA para modelación fluvial o lacustre, la Guía para el Uso de Modelos de Aguas Subterráneas en el SEIA (SEA, 2012) entrega algunos conceptos y recomendaciones que pueden ser aplicables. • Algunas de las variables críticas son insumos para la modelación (ej. Corrientes, batimetría, oleaje) mientras que otras son resultados (ej. Aporte de sedimentación). • Redes y diagramas de sistemas. Se utilizan para representar los modelos conceptuales (relaciones causa / efecto).	Modelación numérica: **AI1, PI y PS** Redes y diagramas de sistemas: **PI** Análisis de tendencias de variables críticas: **PI, PS**

[92] Ver Dussaillant, I et al. (2019): Two decades of glacier mass loss along the Andes. Nature Geoscience, 12(10), 802-808

Tabla 3-30. Recomendaciones para el objeto de protección Agua

Objeto de Protección	Impactos acumulativos	Variables críticas o relevantes	Metodologías recomendadas	Uso en el SEIA
		- Parámetros físicos (propiedades relacionadas con transporte y suspensión/sedimentación) - Parámetros químicos (pH, Redox, composición) - Bioindicadores, en el caso de procesos de sedimentación extensiva (e.j: vertimiento).	• Análisis de tendencias de variables críticas: en función de resultados y proyecciones de los modelos. • Análisis de capacidad de carga (casos excepcionales).	Análisis de capacidad de carga: **EI**

Fuente: Elaboración propia

3.3.4.2.3 Recomendaciones para el objeto de protección Suelo

Para poder desarrollar una evaluación y predicción de los impactos acumulativos en el componente recurso suelo, se requiere realizar una selección de metodologías apropiadas para la comprensión de las dinámicas que se generan en un área definida, en conjunto con otros componentes, tanto bióticos como abióticos, que se comportan como un solo sistema y como sus interrelaciones impactan las dinámicas de los suelos, cuando se enfrentan a un estrés producto de obras y actividades de un proyecto, como su alteración química, producto del vertimiento de contaminantes; así también, la selección de metodologías que permiten cuantificar la pérdida del suelo, a través de procesos erosivos y como estos se relacionan con una acción, obra o actividad de un proyecto o proyectos, que se expresan en un área definida. Lo anterior, resulta relevante para poder visualizar, definir y analizar, la dinámica de los efectos producto de un impacto acumulativo sobre el suelo, el cual puede evolucionar y acumularse en el tiempo, generando un efecto en otros objetos de protección, por ejemplo, en la sanidad del ecosistema, y que eventualmente puede generar un impacto en el sistema de vida de grupos humanos.

En cuanto al objeto de protección suelo y como este puede ser analizado al nivel de impactos acumulativos, se requiere realizar una evaluación a escala regional, por ejemplo a través de una subcuenca, para posteriormente poder realizar el análisis a nivel local, con ello poder evaluar la ocurrencia de los impactos acumulativos, y como estos se desarrollan a nivel de paisaje en contraste con la intervención de uno o más proyectos, de manera de poder definir las áreas de influencia y con ello, describir los suelos presentes en dichas áreas, y a su vez, cómo se vinculan a los impactos acumulativos. Las principales características y recomendaciones para ser consideradas corresponden a:

1. Los impactos acumulativos incluyen la cantidad de pérdida de suelo en superficie (pérdida por cambio de uso del suelo), pérdida de suelo a nivel de activación de procesos erosivos; y la calidad del suelo, este último correspondiente a la alteración de las propiedades físico-químicas del suelo por contaminación.
2. En cuanto a las variables críticas identificadas, es posible indicar que se separan según tipo de impacto acumulativo, donde para la pérdida de suelo (por superficie y activación de procesos erosivos) se relacionan a las características del paisaje según Uso de suelo, clase de uso de suelo y su superficie; así como variables asociadas al relieve, tales como, pendiente, erodabilidad y pluviometría. Por su parte las variables criticas identificadas para la calidad del suelo (alteración por contaminación) se relacionan a las propiedades físicas, químicas y biológicas del mismo.
3. Respecto de las metodologías se destacan según genéricas, donde se puede indicar que son metodologías que se utilizan ampliamente en distintas etapas de la evaluación de impactos acumulativos, y que se refieren a: Listas de chequeos, bibliografía, Mapeo de superposición y SIG (utilizado extensivamente en todas las etapas de la evaluación), cuestionarios, entrevistas y paneles. Por su parte, las metodologías específicas se relacionan según tipo de impacto acumulativo, donde la pérdida de

suelo (cantidad de superficie de suelo perdido y activación de procesos erosivos), se relaciona con la modelación a través de métodos cuantitativos, matrices, análisis de tendencias, redes y diagramas de sistemas, y análisis del ecosistema. Para el caso del impacto asociada a la calidad del suelo (alteración por contaminación), las principales metodologías se relacionan con: redes y diagramas de sistemas (rutas y vectores de alteración con su correlación con otras variables), índices ecológicos, análisis de tendencia (poder evaluar en el tiempo el comportamiento), análisis de ecosistemas (para evaluar la tendencia de la sanidad del ecosistema), modelación y matrices.

4. En relación a la utilización de las variables críticas y metodologías en el SEIA, es posible identificar que éstas se encuentran relacionadas genéricamente con la Descripción y determinación del área de Influencia y la Predicción de impactos. Y donde las metodologías más específicas se relacionan a la predicción y evaluación de impactos, como el seguimiento en el tiempo del objeto de protección.

Todo lo anterior, se resume en la Tabla *3-31* que se presenta a continuación:

Tabla 3-31. Recomendaciones para el objeto de protección Suelo

Objeto de Protección	Impactos acumulativos	Variables críticas o relevantes	Metodologías recomendadas	Uso en el SEIA
Suelo	**Cantidad de suelo:** - Pérdida de suelo (sustitución de uso por construcción de obras) - Activación de procesos erosivos	**Cantidad de Suelo / Pérdida de suelo:** • Clase de uso de suelo • Uso de suelo • Superficie • Singularidad del suelo (escaso, único o representativo).	Metodologías genéricas: •Cuestionarios, entrevistas y paneles • Listas de chequeo • Mapeo de superposición y SIG • Revisión bibliográfica de estudios de caso.	Cuestionarios, entrevistas y paneles: **AI1, AI2** y **PI** Listas de chequeo: **AI1**y **PI** Revisión bibliográfica de estudios de caso: **AI2, PI, EI, PS** Mapeo de Superposición y SIG: **AI1, AI2, PI, EI, PS**
			Metodologías específicas: •Matrices •Análisis de Tendencias	Matrices**: PI, EI** y **PS** Mapeo de Superposición y SIG: **AI1, AI2, PI, EI, PS** Análisis de Tendencias: **EI** y **PS**
		Cantidad de Suelo /Activación de procesos erosivos: • Erodabilidad (textura, estructura, pedregosidad, presencia de raíces) • Pendiente • Pluviometría (fuerza erosiva y duración de lluvias, índice Fournier) • Cobertura vegetal • Intensidad del viento • Rugosidad de la superficie • Usos de suelo (ganadería)	Metodologías específicas: •Mapeo de superposición y SIG •Modelación •Análisis de Tendencias •Redes y Diagramas de sistemas	Modelación: **PI, EI, PS** Análisis de Tendencias: **EI, PS** Redes y Diagramas de sistemas: **PI, EI**
	Calidad de suelo - Alteración de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo	**Calidad de Suelo / Alteración de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo:** • CIC (adsorción) • Materia orgánica • Drenaje • pH • Potencial REDOX	Metodologías genéricas: •Cuestionarios, entrevistas y paneles • Listas de chequeo • Mapeo de superposición y SIG • Revisión bibliográfica de estudios de caso.	Cuestionarios, entrevistas y paneles: **AI1, AI2** y **PI** Listas de chequeo: **AI1, PI** y **EI** Mapeo de superposición y SIG: **AI1, AI2, PI, EI** y **PS** Revisión bibliográfica de estudios de caso: **AI1, AI2, PI, EI** y **PS**

Tabla 3-31. Recomendaciones para el objeto de protección Suelo

Objeto de Protección	Impactos acumulativos	Variables críticas o relevantes	Metodologías recomendadas	Uso en el SEIA
		• Régimen hídrico (lluvias, riego) • Profundidad efectiva • Nivel freático • Presencia de contaminantes (metales pesados, productos químicos tóxicos, residuos sólidos y sustancias orgánicas).	Metodologías específicas: •Matrices •Modelación •Análisis de capacidad de carga •Análisis de Ecosistemas •Seguimiento de índices ecológico •Listas de chequeo •Análisis de tendencias •Redes y diagramas de sistemas	Matrices: **AI2, PI, EI, PS** Modelación: **PI, EI, PS** Análisis de capacidad de carga: **PI, EI** y **PS** Análisis de Ecosistemas **PI, EI, PS** Seguimiento de índices ecológico: **PI, EI** y **PS** Listas de chequeo: **PI, EI** y **PS** Análisis de tendencias: **PI, EI** y **PS** Redes y diagramas de sistemas: **PI** y **EI**

A continuación, se presentan algunas recomendaciones de uso de herramientas metodológicas en línea con la predicción de impactos acumulativos:

Diagrama de Redes: para el componente suelo, puede ser de utilidad para proporcionar una definición de los alcances a nivel descriptivo de las relaciones causa-efecto, como también la interrelación de las rutas y vectores para los diversos efectos de alteración fisicoquímicas del suelo que generan los proyectos, producto de la presión de sus obras y actividades, las que se encuentran en un área definida, y que puedan dar lugar a impactos acumulativos por contaminación. Este tipo de metodología puede integrar otras herramientas del tipo predictivo, las que pueden relacionarse a modelos conceptuales, que pueden ser interés para el contraste de varios modelos conceptuales, para distintos proyectos y como estos pueden afectar acumulativamente al componente suelo.

Modelaciones: para el componente suelo, puede ser una técnica empleada para las relaciones de la causa-efecto que se traducen en impactos intrínsicamente acumulativos, lo cual predice el impacto de un mismo proyecto sobre una superficie específica a nivel de escala local, a través de la utilización conjunta con SIG, se puede llevar a cabo una modelación y cuantificación de la pérdida de suelo, producto de obras, actividades y acciones de un proyecto que modifica el paisaje y el uso del suelo, lo que ocasiona una activación de procesos erosivos, los que se pueden cuantificar según un cálculo de las tasas de erodabilidad tanto actuales como potenciales, llamado método RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation). Dicho modelo de cuantificación puede identificar las relaciones causa-efecto, ya que puede realizar una modelación considerando el proceso erosivo natural (sin proyecto) y una modelación del proceso erosivo con proyecto, considerando las obras y actividades, las cuales pueden traducirse en impactos acumulativos, los que se pueden representar a través de una ecuación matemática descriptiva. El método RUSLE (Renard et al, 1991), se basa en la cuantificación a través de la erodabilidad, donde la causa principal de erosión del suelo se presenta por el escurrimiento hídrico ante la ausencia de cobertura vegetal, con ello, el método RUSLE determina las tasas de erodabilidad y la potencial erodabilidad en un área. Los principales criterios para la cuantificación se representan por la siguiente expresión:

$$A = R \times K \times L \times S \times C$$

Donde:

A: Es la pérdida de suelo por unidad de superficie, expresado en unidades de ton/ha-año.

R: Es el factor de erosividad de lluvia calculado con el promedio anual de lluvia acumulada en un área definida.

K: Es el factor de erodabilidad de suelo, y corresponde a la cantidad promedio de suelo perdido por unidad de factor R, cuando el suelo en análisis es mantenido permanentemente desnudo.

L: Factor de longitud de pendiente.

S: Factor de inclinación de pendiente.

C: Es el factor de uso y manejo del suelo, corresponde a la relación entre la erosión de un suelo con un determinado tipo de suelo y manejo.

De los casos que se haya utilizado este tipo de modelamiento de cuantificación de la pérdida de suelo por escurrimiento (erodabilidad), se puede mencionar que, en procesos de evaluación ambiental, se está solicitando este tipo de análisis para poder cuantificar la pérdida de suelo, por acción de procesos erosivos (escurrimiento hídrico). Dentro de ellos, se puede mencionar el proyecto "Parque Eólico Rinconada", que da cuenta de que el uso de la ecuación RUSLE puede determinar que las tasas de erodabilidad actuales para un área definida que se encuentran en rangos de erosión, lo que es concordante con la topografía y vegetación local, y donde la ecuación toma en cuenta las precipitaciones. Por su parte, la utilización de la ecuación del método RUSLE en el contexto local, se puede interpretar como el cambio de uso de suelo para las obras relacionadas al proyecto y su influencia como el cálculo del Factor A. Por su parte, presenta impedimentos ya que tiene precisión a escala local, por lo que el análisis a nivel regional (por ejemplo, subcuenca), se sugiere utilizar otras metodologías, así como para la definición del umbral o límite permisible del impacto acumulativo.

Como referencia para el uso de referencias asociado al uso de metodologías para suelo se puede mencionar la "Guía de Evaluación de Efectos Adversos sobre Recursos Naturales Renovables, se hace referencia a recursos (naturales renovables) propios del país, escasos únicos o representativos" (SEA 2022). Entrega antecedentes a la categorización de potenciales impactos ambientales, así como la erosión genera un impacto en la calidad del aire, que la interacción de perdida de comunidades vegetales, ocasionan erosión al suelo, modificación de sus propiedades, afectando procesos, y por consiguiente la pérdida de suelo, y sus características físicas y químicas.

Otra guía que presenta algunas referencias es la "Guía de evaluación Ambiental: Recurso natural suelo" D-RNN-EIA-PR-005 (SAG, 2019), donde entrega criterios de evaluación de impactos por la pérdida de suelo o de su capacidad para sustentar biodiversidad por degradación, erosión, impermeabilización, compactación o presencia de contaminantes generados por proyectos ingresados al SEIA.

Análisis de tendencia: esta metodología entrega y analiza el estado del objeto de protección suelo, a través de la dimensión temporal, y en conjunto con otras metodologías, por ejemplo, el uso de SIG y modelos de pérdida de suelo puede proyectar ocurrencias en la

generación de impactos, producto de una fuente que puede estar relacionada con una actividad u obra de un proyecto de carácter permanente. Este tipo de metodología se utiliza principalmente para la descripción de diagnóstico asociado a líneas de base de componentes para un proyecto, y con ello poder proyectar impactos acumulativos futuros, así también para poder analizar temporalmente una modelación de pérdida de suelo (cantidad) o tendencias en la alteración de las propiedades físicoquímicas, en conjunto con el uso de herramientas SI, se complementa con las dimensiones espaciales, ya que se pueden contrastar distintos escenarios (con y sin proyecto).

Se requiere que los proyectos una vez identificadas las áreas de influencia, las que se definen según las obras del proyecto y en adición a un ancho específico para cada tipo de obra (permanente o temporal), poder analizar a escala regional (comuna, cuenca y/o subcuenca) cuales han sido las tendencias correspondientes a las pérdidas de suelo, considerando por ejemplo la condición de sustentar biodiversidad o sustentar servicios ecosistémicos; con ello se puede analizar tendencias futuras según el tipo de impacto acumulativo. No obstante, presenta impedimentos en la definición del umbral permisible para los impactos acumulativos, tanto de cantidad como de calidad de los suelos.

Los ejemplos son variados, principalmente por el contraste entre el sin y con proyecto al analizar un área específica de estudio, por lo que se pueden visualizar en gran parte de los proyectos presentados al SEIA, donde considera en todo el proceso de evaluación la proyección temporal a través de modelación y predicción de efectos a todos los componentes que son parte de un sistema y su relación entre ellos.

Como referencia se puede indicar que en la "Guía de Evaluación de Efectos Adversos sobre Recursos Naturales Renovables", se hace referencia a recursos (naturales renovables) propios del país, escasos únicos o representativos (SEA 2022). Incluye criterios y relaciones entre los distintos componentes objeto de protección considerando los escenarios temporales con y sin proyecto.

Mapeo de superposición y SIG: esta metodología presenta una gran utilidad para la medición del componente suelo, ya que permite cuantificar e incorporar información temporal y espacial en los estudios para la evaluación de efectos acumulativos. Por su parte, son útiles para delimitar las áreas de estudio y para procesar gran cantidad de información, con ello poder delimitar áreas con susceptibilidad donde se pueden manifestar impactos acumulativos con mayor intensidad para esta componente. Por su parte, hoy en día es una de las herramientas digitales más usadas para realizar los análisis espaciales para la evaluación para los diseños de los proyectos (Layout) y de los componentes ambientales que son objeto de protección, tanto para los diagnósticos (línea de base) que son parte de los procesos de evaluación ambiental para los proyectos.

3.3.4.2.4 Recomendaciones para el objeto de Flora y Vegetación

Para poder desarrollar una evaluación y predicción de los impactos acumulativos en el componente recurso flora y vegetación, se requiere realizar una selección de metodologías apropiadas para la comprensión de las dinámicas que se generan en un área definida, en conjunto con otros componentes, tanto bióticos como abióticos, que se comportan como un solo sistema y como sus interrelaciones impactan las dinámicas de las coberturas vegetales y composición de flora, cuando se enfrentan a un estrés producto de las partes, obras y actividades de uno o más proyectos; así también, la selección de metodologías que permiten cuantificar la pérdida de flora y de formaciones vegetales, a través de la implementación de un proyecto, generando un efecto por las partes, obras o actividades de un proyecto o proyectos, que se expresan en un área definida. Lo anterior, resulta relevante para poder visualizar y analizar la dinámica de los efectos producto de un impacto, el cual puede evolucionar y acumularse en el tiempo.

A modo de ejemplo, si se evalúa una escala regional (provincia, comuna, cuenca, subcuenca, etc.) un parche de vegetación homogéneo, el cual abarca una superficie de 100 ha, donde, dentro de su matriz de análisis, se planifica un área de uso de la tierra para fines agrícolas, por una superficie de 20 ha, con consecuencia de fragmentación del parche vegetacional en análisis; a su vez, se proyecta un proyecto A, por una superficie de 15 ha de intervención del parche en evaluación, lo que totaliza una superficie de 35 ha de actividades antrópicas sobre el parche en análisis, en contraste de las 100 ha iniciales del continuo vegetacional. De manera complementaria, se proyecta un proyecto B, con obras sobre el parche vegetacional por una superficie de 10 ha, lo que totaliza una superficie de 45 ha. En consecuencia, casi la mitad de la superficie corresponde a actividades antrópicas que configuran impactos acumulativos para el objeto de protección.

En cuanto al objeto de protección flora y vegetación y como este puede ser analizado al nivel de impactos acumulativos, se requiere realizar una evaluación a escala regional, por ejemplo provincia, comuna y/o cuenca, para posteriormente poder realizar un análisis a nivel local, con ello, poder evaluar la ocurrencia de los impactos acumulativos a distintos niveles espaciales, y como estos se desarrollan a nivel del paisaje correspondiente al uso de suelo parche vegetacional, en contraste con la intervención de uno o más proyectos, de manera de poder evaluar y definir las áreas de influencia, posterior descripción de la vegetación existente a través de los parches vegetales homogéneos (uso de suelo) como la flora que contiene dichas formaciones, y a su vez, como se vinculan a impactos acumulativos.

Las principales características y recomendaciones para ser consideradas corresponden a:

1. Los impactos acumulativos, se puede clasificar en dos (2): cantidad y calidad de flora terrestre, y cantidad y calidad de vegetación terrestre; donde la principal diferencia radica en que, para el caso de flora, se relaciona a nivel de individuo de una o más especies, y para el caso de la vegetación, se relaciona a nivel del paisaje parche homogéneo de vegetación.

2. En cuanto a las variables críticas identificadas, es posible indicar que se separan según tipo de impacto acumulativo, donde para el caso de la cantidad y calidad de flora terrestre, se identificaron: categoría de conservación, riqueza, abundancia, distribución territorial y el calor ecológico de la o las especies. Para el caso de la cantidad y calidad de vegetación terrestre, se relaciona principalmente con: sucesión ecológica, especies invasoras, cambio del uso del suelo, calidad del aire, capacidad de regeneración, cantidad de agua, y tolerancia de especies (autoecología).
3. Respecto de las metodologías se destacan según genéricas, donde se puede indicar que son metodologías que se utilizan ampliamente en distintas etapas de la evaluación de impactos acumulativos, y que se refieren a: bibliografía, mapeo de superposición y SIG (utilizado extensivamente en todas las etapas de la evaluación), cuestionarios, entrevistas y paneles. Por su parte, las metodologías específicas se relacionan según tipo de impacto acumulativo, donde para la cantidad y calidad de flora, se puede vincular a las siguientes metodologías: análisis de capacidad de carga, transectos lineales, Metodología de Point Quadrant y muestreo de microbiota (hongos y líquenes). Para el caso del impacto asociada a la cantidad y calidad de la vegetación terrestre, las principales metodologías se relacionan con: Modelación, redes y diagrama de sistemas, análisis de tendencias de variables críticas, análisis de ecosistemas, cuadrantes o parcelas de muestreo forestal, seguimiento de índices ecológicos, uso de sistemas de clasificación de la vegetación en tipos forestales, transectos lineales, análisis de capacidad de carga, método Point Quadrant, Inventarios Braun-Blanquet, carta de ocupación de tierra (COT), muestreo de microbiota (hongos y líquenes), metodología de teledetección para estimación de índices satelitales de vegetación, modelación de nicho ecológico.
4. En relación a la utilización de las variables críticas y metodologías en el SEIA, es posible identificar que éstas se encuentran relacionadas genéricamente con la Descripción y determinación del área de Influencia y la Predicción de impactos. Y donde las metodologías más específicas se relacionan a la predicción y evaluación de impactos, como el seguimiento en el tiempo del objeto de protección.
   Todo lo anterior, se resume en la Tabla 3-32 que se presenta a continuación:

Tabla 3-32. Recomendaciones para el objeto de protección Flora y Vegetación

Objeto de Protección	Impactos acumulativos	Variables críticas o relevantes	Metodologías recomendadas	Uso en el SEIA
Flora	**Cantidad y calidad de flora terrestre:** - Pérdida de individuos o ejemplares de flora - Introducción de especies exóticas	**Cantidad y calidad de flora terrestre / Pérdida de individuos o ejemplares de flora:** •Categoría de conservación • Riqueza • Abundancia • Distribución territorial • Valor ecológico o de preservación	Metodologías genéricas: • Cuestionarios, entrevistas y paneles • Mapeo de superposición y SIG • Revisión bibliográfica de casos de estudio	Cuestionarios, entrevistas y paneles: **AI1**, **AI2** y **PI** Mapeo de superposición y SIG: **AI1**, **AI2**, **PI**, **EI** y **PS** Revisión bibliográfica de casos de estudio: **AI1**, **AI2**, **PI**, **EI** y **PS**
			Metodologías específicas: • Análisis de capacidad de carga • Transectas lineales • Metodología Point Quadrat que permite el recuento de especies registradas en una transecta. • Muestreo para micobiota (hongos, líquenes) y briófitas.	Análisis de capacidad de carga: **EI** y **PS** Transectas lineales: **PI**, **EI** Metodología Point Quadrat que permite el recuento de especies registradas en una transecta: **AI1**, **AI2**, **PI**, **EI** y **PS** Muestreo para micobiota (hongos, líquenes) y briófitas: **PI**, **EI**
	Cantidad y calidad de vegetación terrestre: - Pérdida del paisaje parche de formación vegetacional - Fragmentación de formación vegetacional - Modificación de composición vegetacional	**Cantidad y calidad de vegetación terrestre / Pérdida, fragmentación y modificación de formación vegetacional:** • Sucesión ecológica • Especies invasoras • Cambio en el uso de suelo • Calidad del aire • Capacidad de regeneración • Cantidad de agua • Requerimiento y tolerancia de especies (autoecología)	Metodologías genéricas: • Cuestionarios, entrevistas y paneles • Mapeo de superposición y SIG • Revisión bibliográfica de casos de estudio	Cuestionarios, entrevistas y paneles: **AI1**, **AI2** y **PI** Mapeo de superposición y SIG: **AI1**, **AI2**, **PI**, **EI** y **PS** Revisión bibliográfica de casos de estudio: **AI1**, **AI2**, **PI**, **EI** y **PS**
			Metodologías específicas • Modelación •Redes y diagramas de sistemas •Análisis de tendencias de variables críticas • Análisis de ecosistemas •Cuadrantes o Parcelas de muestreo forestal •Seguimiento de índices ecológicos •Uso de sistemas de clasificación de la vegetación en tipos forestales •Transectas lineales	Modelación: **PI**, **EI** Redes y diagramas de sistemas: **PI**, **EI** y **PS** Análisis de tendencias de variables críticas: **EI** y **PS** Análisis de ecosistemas: **PI**, **EI** y **PS** Cuadrantes o Parcelas de muestreo forestal: **AI2** Seguimiento de índices ecológicos: **EI** y **PS** Uso de sistemas de clasificación de la vegetación en tipos forestales: **AI2**, **PI**

Tabla 3-32. Recomendaciones para el objeto de protección Flora y Vegetación

Objeto de Protección	Impactos acumulativos	Variables críticas o relevantes	Metodologías recomendadas	Uso en el SEIA
			•Análisis de capacidad de carga •Metodología Point Quadrat que permite el recuento de especies registradas en una transecta •Inventarios fitosociológicos de Braun – Blanquet (Relevé) •Carta de Ocupación de Tierras (COT) •Muestreo para micobiota (hongos, líquenes) y briófitas •Metodologías de teledetección para estimación de Índices satelitales de vegetación (Área foliar (IAF) o Leaf Area Index (LAI)) • Modelación de nicho ecológico	Transectas lineales: **AI2**, **PI** Análisis de capacidad de carga: **PI**, **EI** y **PS** Metodología Point Quadrat que permite el recuento de especies registradas en una transecta: **AI2**, **PI** Inventarios fitosociológicos de Braun – Blanquet (Relevé): **AI2**, **PI** Carta de Ocupación de Tierras (COT): **AI2**, **PI** Muestreo para micobiota (hongos, líquenes) y briófitas: **AI2**, **PI** Metodologías de teledetección para estimación de Índices satelitales de vegetación: **AI1**, **AI2**, **PI** y **PS** (Área foliar (IAF) o Leaf Area Index (LAI)): **PI**, **EI** y **PS** Modelación de nicho ecológico: **AI2**, **PI**, **EI** y **PS**

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presentan algunas recomendaciones de uso de herramientas metodológicas en línea con la predicción de impactos acumulativos:

Listas de verificación: este tipo de metodología presenta utilidad en la identificación de efectos acumulativos, al proporcionar un listado de los potenciales efectos más probables que puedan afectar el componente flora y vegetación, con ello poder contrastar múltiples proyectos, considerando sus partes, obras y actividades y como estos afectan o impactan los distintos objetos de protección dentro de un mismo listado, con ello tener una visión desde el punto de vista espacial e inventario. Se complementa al aproximarse a identificar cualidades y/o futuros eventos que pueden ocurrir espacialmente. Por su parte, presenta algunos impedimentos, correspondientes a que se pueden visualizar los efectos de las obras y actividades de los proyectos hacia los componentes objeto de protección, pero no se puede entrar en profundidad en las interacciones causa-efectos y es un poco rígido, con ello, podría ser de ayuda el uso de este tipo de metodología para la identificación de efectos, pero no las causas y otras dinámicas. Por ejemplo, se puede indicar la planificación de un proyecto sobre el territorio (considera potenciales eventos que pueden ocurrir a futuro pero que está dentro de la planificación, por otro lado, se puede utilizar, por ejemplo, para la evaluación de parches a intervenir, los cuales se encuentran en procesos de evaluación ambiental, subdivisión predial, planificación para uso agrícola u otro.

Diagrama de redes: estos métodos pueden ser de ayuda en complemento con las listas de chequeo, ya que son de utilidad para relacionar las causas-efectos que dan lugar a impactos acumulativos, pudiendo facilitar la conceptualización del problema, y principalmente los efectos indirectos en el objeto de protección flora y vegetación, ya que se pueden rastrear dichos efectos a través de la acumulación de los impactos puntuales directos de los proyectos, con ello entrega herramientas en la planificación y proyección de las cualidades del objeto de protección flora y vegetación, así como para su planificación territorial (escala regional). Por su parte, estos métodos son una buena herramienta para desarrollar modelos conceptuales de carácter espacial, y de esta manera analizar el comportamiento de los parches de vegetación, flora y los otros componentes objeto de protección, tanto bióticos como abióticos, en la dimensión temporal de un área definida. De lo anterior y para poder evaluar los impactos acumulativos, se requiere de la claridad de cómo se vinculan las causa-efectos identificadas, y como ellas, afectan directa como indirectamente la componente flora y vegetación, y como estas relaciones se traducen en el tiempo en impactos acumulativos.

Como referencia para el uso de metodologías para el componente flora y vegetación, se puede mencionar la "Guía de Evaluación de Efectos Adversos sobre Recursos Natura-les Renovables", que hace referencia a recursos (naturales renovables) propios del país, escasos únicos o representativos (SEA 2022). Entrega antecedentes a la categorización de potenciales impactos ambientales, así como la pérdida de comunidades vegetales, generada como resultado la activación de procesos erosivos en el suelo, modificación de sus propiedades, y como consecuencia la pérdida de suelo.

Modelación: para esta metodología, se puede mencionar que puede ser utilidad evaluar el impacto acumulativo dentro del componente objeto de protección flora y vegetación, como un participante dentro de un sistema ecosistema, y como éste, puede verse afectado en su totalidad, con ello, permite evaluar el impacto al componente en cuestión, y poder observar el efecto acumulativo por la presión de un proyecto, a través de la afectación indirecta a otros componentes que están vinculados estrechamente dentro de este ecosistema. Con ello, entrega una visión de distintos eventos (pasado y futuro) que pueden causar presión ante un continuo de vegetación, analizando las potenciales acumulaciones.

Es de utilidad mencionar que, a modo de ejemplo este método se puede utilizar a través de la modelación de nicho ecológico (Adhikari 2019), así como los modelos de distribución de especies y modelos de hábitats potenciales, el cual se lleva a cabo de un análisis de superposición para identificar las áreas de alta, media, baja y muy baja idoneidad para una especie de flora en análisis, por ejemplo, en relación con la ubicación de los proyectos hidroeléctricos. De esta manera, y en conjunto con Diagramas de redes, se puede llevar a la identificación de la presión exógena afecta los cambios de uso de suelo y la cobertura vegetal asociados al uso, así observar la alteración de la ecología de los hábitats existentes y como estos tienen menos condiciones de albergar a una especie, que antes sí podía albergar.

Análisis de tendencia: este método es de utilidad para poder contrastar en conjunto con métodos de análisis espacial, como por ejemplo Sistemas de Información Geográfica (SIG), el comportamiento de las formaciones vegetales, en distintos escenarios, con y sin proyecto. Con ello, se puede tener la relación del impacto directo de las partes, obras y actividades de los proyectos, y como estas relaciones generan efectos sobre las poblaciones vegetales y de flora presentes en un área definida para la evaluación de los impactos acumulativos, de manera de poder contrastar el antes y el después para múltiples proyectos de un área definida, como por ejemplo una subcuenca.

Mapeo de superposición y SIG: metodología ampliamente utilizada para el desarrollo de análisis de gran cantidad de volumen de información, incorporando dimensiones espaciales como temporales, donde se puede evaluar y analizar los efectos directos de los proyectos, producto de las partes, obras y actividades, con ello y superponiendo capas espaciales de diferentes temporalidades, se podría con este tipo de método, llegar a una métrica en contrastes de capas de distintos proyectos que son parte, de un área de estudio definido para la evaluación de impactos acumulativos referidos al componente flora y continuos de vegetación; y como estos afectan y modifican el uso de suelo actual, relacionado directamente con la vegetación en una temporalidad específica. En la práctica, estos métodos se recomiendan para el desarrollo y delimitación de la forma, superficie, fragmentación, y perímetros de los parches de las formaciones vegetacionales y flora objeto de protección; en complemento, con la posibilidad de vincular dicha geometría a un metadato con información de data de importancia para evaluación; con ello poder contrastar los efectos directos de un proyecto, que pueden evolucionar a impactos acumulativos.

3.3.4.2.5 Recomendaciones para el objeto de protección Fauna

Para llevar a cabo una evaluación precisa del componente ambiental relacionado con la fauna, teniendo en cuenta los impactos acumulativos identificados para la cantidad y calidad de fauna en el Informe OE2 (Pérdida de individuo o especie, Cambios conductuales, Introducción de especies exóticas), resulta fundamental elegir las metodologías más apropiadas que brinden información precisa y relevante sobre el estado y los posibles impactos acumulativos en este objeto de protección.

De acuerdo con lo expuesto en capítulos anteriores, se han establecido enfoques metodológicos generales que han sido probados y aplicados en el ámbito del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA). Estos métodos desempeñan un papel importante en la definición e identificación de los impactos ambientales en la descripción y determinación del área de Influencia (AI). Entre ellos, destacan las listas de verificación, diseñadas de manera específica para diferentes taxas de fauna (Metodologías para la descripción del componente fauna), así como el mapeo de superposición y los Sistemas de Información Geográfica (SIG), que se emplean para generar mapas de impactos ambientales sobre elementos ambientales sensibles o singulares entre otros.

Estas metodologías están descritas en el contexto de la evaluación ambiental en la "Guía para la Descripción de los Componentes Suelo, Flora y Fauna de Ecosistemas Terrestres en el SEIA" (SEA, 2015). Esta guía proporciona información esencial sobre elementos ambientales sensibles o singulares que podrían ser susceptibles a impactos sobre el objeto de protección.

La prospección preliminar en terreno (Metodologías específicas de taxas), sugerida por la guía SEA (2015), se presenta como una herramienta para examinar cualitativa y cuantitativamente cómo podrían manifestarse los impactos en el entorno. Es importante destacar que esta prospección no necesariamente tiene como objetivo identificar impactos acumulativos de manera directa, pero podría proporcionar insumos valiosos para las metodologías destinadas al análisis de impactos acumulativos. En este sentido, contribuye a la comprensión anticipada de cómo las modificaciones en el entorno podrían afectar a los elementos ambientales sensibles y singulares descritos en la guía del SEA (2015).

En esta línea, resulta relevante destacar que las metodologías propuestas por Canter (1999) ofrecen herramientas especialmente adaptadas para analizar impactos acumulativos relacionados con los componentes bióticos. Estas metodologías se presentan como recursos en el contexto de la evaluación de los impactos sobre la fauna, proporcionando enfoques estructurados y adaptados para comprender de manera más profunda los impactos acumulativos en este componente específico del ecosistema. Se destaca que la aplicación de estas metodologías exigirá un análisis ad hoc, siendo potencialmente necesario introducir variaciones en los enfoques existentes. En determinadas circunstancias, podría incluso requerirse el desarrollo de metodologías completamente nuevas. La razón de esta flexibilidad radica en la necesidad de adaptar las estrategias a contextos específicos, reconociendo que cada entorno y proyecto pueden presentar particularidades únicas. Este enfoque

flexible, donde se ajustan o se crean metodologías complementarias a las ya reconocidas y recomendadas, garantiza una evaluación ambiental más precisa y adaptable a las complejidades específicas de cada situación. En este sentido, se detallan, analizan y justifican las metodologías propuestas por Canter (1999), en el contexto específico de la evaluación de los impactos acumulativos en el componente biótico. Es importante señalar que la metodología de **prueba de toxicidad crónica** no será objeto de análisis, ya que esta técnica se emplea en situaciones específicas cuando se ha identificado un deterioro ambiental y se busca verificar sus causas subyacentes. Su aplicación se centra más en la confirmación de factores causantes de daño ambiental identificado, en lugar de ser utilizada para la evaluación general de impactos ambientales acumulativos.

Los **Métodos Basados en el Hábitat** constituyen una herramienta analítica para evaluar el impacto de modificaciones ambientales en la fauna, pudiendo llevarse a cabo a diferentes niveles organizacionales, como poblacional y ecosistémico. Este enfoque aborda diversos parámetros, entre ellos la composición de la vegetación, la estructura del paisaje y las propiedades del suelo. Su idoneidad se destaca al buscar comprender las repercusiones directas de las alteraciones en el hábitat sobre la fauna, considerando aspectos cruciales tales como cambios en la cobertura vegetal, disponibilidad a refugios, la disponibilidad de recursos alimenticios, la afectación de rutas migratorias, la conectividad biológica y evaluación en fragmentación del hábitat. Este enfoque es particularmente útil en el contexto de proyectos que implican alteraciones significativas en el uso del suelo abordando análisis como el análisis de capacidad de carga, modelos de hábitat potencial, índices de integridad del hábitat, modelos de distribución de hábitat, análisis de uso del suelo entre otros. A modo de ejemplo específico, se puede analizar cómo la deforestación afecta las poblaciones de aves al provocar la pérdida de su hábitat.

Los **Modelos de Población de Especies** representan herramientas analíticas que se valen de modelos matemáticos para simular y prever las variaciones en la abundancia y distribución de poblaciones faunísticas a lo largo del tiempo, brindando así una aproximación valiosa de las dinámicas poblacionales. Estos modelos permiten anticipar alteraciones en las abundancias de especies, identificar tendencias y evaluar cómo factores externos, como proyectos o actividades, pueden impactar la viabilidad de las poblaciones, teniendo en cuenta aspectos clave como la reproducción, mortalidad y migración. Es importante destacar que los modelos de poblaciones con los modelos basados en hábitat a menudo se solapan ya que los modelos de hábitat pueden integrar dinámicas poblacionales y viceversa. A modo de ejemplo específico, se puede mencionar un estudio que modele la respuesta de una población de aves migratorias a cambios en su hábitat debido a un proyecto. Este modelo posibilitaría la proyección de cambios en la abundancia y distribución de la población, facilitando el diseño de medidas efectivas.

Los **Índices de Diversidad** ofrecen una medida cuantitativa de la variedad de especies en un área específica. Estos índices pueden ayudar a evaluar el impacto de proyectos o actividades sobre la riqueza y composición de especies, así como para evaluar la salud general del ecosistema, aportando como un indicador de impactos ambientales a través de

modificaciones de riqueza y abundancia. Su utilidad se destaca especialmente al explorar el efecto de proyectos en la biodiversidad local. La simplicidad inherente y la capacidad para proporcionar mediciones cuantitativas hacen que esta herramienta sea eficaz en diversos contextos. A modo de ejemplo, se puede mencionar el cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener para evaluar la diversidad específica en el área de influencia de un proyecto. Este enfoque resultaría útil para verificar posibles cambios en la composición de especies, actuando como un indicador de cambio en un área determinada y proporcionando señales de un posible impacto acumulativo. Sin embargo, para una evaluación de impactos acumulativos, se recomienda utilizar los índices de beta y gamma. Estos índices permiten evaluar de manera integral la biodiversidad en el contexto del proyecto, lo cual resulta relevante cuando se trata de analizar impactos acumulativos en el entorno. La índice beta evalúa la variabilidad entre diferentes lugares, y el índice gamma proporciona una medida de la diversidad total a lo largo de múltiples lugares. Esta combinación de índices ofrece una evaluación más holística de cómo los proyectos impactan la biodiversidad en distintos niveles de escala.

Los **Indicadores** pueden ser seleccionados específicamente con el propósito de evaluar cambios en la fauna en la composición, estructura y funcionamiento de las poblaciones en un área específica, abarcando aspectos como la salud, reproducción, comportamiento, y otros elementos biológicos esenciales. Estos indicadores ofrecen una clara visión del estado de la fauna y de cómo responde a cambios en su entorno. La flexibilidad inherente de los indicadores permite su adaptación a una variedad de contextos y proyectos. Es importante aclarar que, en este contexto, el término "indicadores" abarca no solo especies individuales sino también grupos indicadores, como el Índice Biótico de Familias (IBF) utilizado en sistemas acuáticos continentales. En el IBF, se pondera la presencia de familias de macroinvertebrados bentónicos en un lago, río u otro cuerpo de agua, brindando información crucial sobre la calidad del agua. Esta inclusión del concepto de "grupo indicador" amplía la comprensión de cómo evaluar el estado de un ecosistema, reconociendo que, en algunos casos, el enfoque se centra en características de grupos taxonómicos más amplios en lugar de especies individuales. Específicamente, las especies o grupos indicadoras desempeñan un papel crucial al proporcionar indicios relevantes sobre lo que se pretende evaluar, ya que la ausencia o presencia de especies indicadoras puede determinar la calidad del entorno. Por ejemplo, monitorear la población de anfibios puede ser esencial, ya que estas especies son particularmente sensibles a cambios en la calidad del agua y del hábitat. Además, observar comportamientos específicos de ciertas especies, como patrones de caza o alimentación, puede servir como indicador clave de la disponibilidad de recursos en el área del proyecto.

Los **Estudios Biológicos**, que incluyen observaciones de comportamiento, hábitat, reproducción y migración, proporcionan información detallada sobre la ecología y el estado de la fauna. Estos estudios permiten identificar cambios en el comportamiento y la distribución de especies como respuesta a perturbaciones ambientales. Estos estudios no solo documentan los aspectos biológicos fundamentales de la fauna, sino que también permiten establecer umbrales, indicando los límites críticos que, si se cruzan, podrían tener

consecuencias significativas para las poblaciones de fauna. Asimismo, al determinar la significancia de los impactos, los estudios biológicos proporcionan un marco para evaluar la magnitud de las alteraciones observadas, contribuyendo no solo a la toma de decisiones informada, sino también a la comprensión y la gestión efectiva de las complejas interacciones entre proyectos o actividades y la fauna local. Un ejemplo concreto es estudiar los patrones de migración de mamíferos terrestres en un área donde se planea construir un proyecto. Se podría utilizar dispositivos de rastreo para entender los movimientos migratorios, identificando umbrales críticos que señalen posibles impactos en la salud y viabilidad de la población frente al proyecto.

La **Evaluación de Riesgo Ecológico** destaca por su pertinencia al evaluar cómo las acciones humanas pueden incidir en la fauna y su entorno. Ofrece una perspectiva integral de posibles impactos al considerar la interacción de diversos factores como y peligros para la fauna, facilitando la toma de decisiones informada. Un ejemplo concreto de aplicación es una evaluación que analiza el riesgo ecológico asociado a la liberación de sustancias tóxicas en un área de reproducción de anfibios. Al realizar esta evaluación, se considera el concepto de hábitat de relevancia para la reproducción, nidificación y alimentación de las especies a evaluar. Esta incorporación del hábitat específico contribuye a una evaluación más precisa y detallada de los posibles impactos, permitiendo una comprensión más completa de cómo las acciones humanas pueden afectar a las poblaciones de fauna y sus ecosistemas.

Estas metodologías son herramientas valiosas que, cuando se aplican de manera integral, brindan una evaluación completa y detallada del componente de fauna en el contexto de la evaluación ambiental enfocada a los impactos acumulativos. La elección entre estas metodologías dependerá de los objetivos específicos de la evaluación, las características del proyecto o actividad y la disponibilidad de datos. En situaciones donde la información es limitada, se recomienda realizar evaluaciones preliminares utilizando metodologías que requieran menos datos o revisiones bibliográficas que puedan proporcionar una visión general. Idealmente, una combinación de estas metodologías puede proporcionar una comprensión más completa de los impactos en la fauna y permitir la implementación de medidas de manejo ambiental efectivas.

La combinación de métodos basados en el hábitat, modelos de población de especies, índices de diversidad e indicadores contribuirá significativamente a la evaluación del componente de fauna en el contexto de proyectos o actividades. Estos enfoques abordan aspectos importantes de la ecología y la dinámica poblacional, permitiendo una toma de decisiones informada para la prevención e implementación de medidas de manejo adecuadas para la fauna.

En la Tabla 3-33 que se presenta a continuación se detallan las metodologías recomendadas de forma resumida.

Tabla 3-33. Recomendaciones para el objeto de protección Fauna

Objeto de Protección	Impactos acumulativos	Variables críticas o relevantes	Metodologías recomendadas	Uso en el SEIA
Fauna	**Calidad y cantidad de fauna:** -Pérdida de individuo o especie. -Cambios conductuales -Introducción de especies exóticas	• Categoría de conservación • Riqueza • Abundancia • Movilidad • Distribución territorial	**Metodologías genéricas[93]:** • Cuestionarios, entrevistas y paneles • Listas de chequeo •Matrices •Redes y diagramas de sistemas •Mapeo de superposición y SIG •Revisión bibliográfica de estudios de caso.	Las metodologías genéricas, pueden ser usadas en las distintas etapas: **AI1, AI2, PI, EI y PS**: Listas de chequeo (metodología SEA fauna): **AI1, AI2 y PI** Mapeo de superposición y SIG (mapas de elementos singulares): **AI1, AI2, PI, EI y PS**
			Metodologías especificas (Canter 1999): •Métodos basados en el hábitat •Modelos de población de especies •Índices de diversidad •Indicadores •Estudios biológicos •Evaluación de riesgo ecológico **Otras metodologías**: Transecta (mamíferos, aves, anfibios y reptiles), Trampas Sherman (mamíferos roedores y marsupiales), Red niebla (mamíferos quirópteros y aves), Harp traps (mamíferos quirópteros), Trip lines (mamíferos quirópteros), Detección de eco localizaciones (mamíferos quirópteros), Trampas cámara (mamíferos), Trampas de pelo (mamíferos), Líneas de atracción olfativa (mamíferos), Punto de aves y Transecta para aves (aves), Play back (aves y anfibios), Medición de tránsito aéreo (aves), Trampas tipo Tomahawk (mamíferos), Red entomológica (invertebrados), Trampas Barber sin atrayente (invertebrados), Sabanilla o paraguas (invertebrados), Trampa de luz (invertebrados)	•Pruebas de toxicidad crónica: **EI y PS** •Métodos basados en el hábitat: **PI, EI, PS** •Modelos de población de especies: **PI, EI, PS** •Índices de diversidad: **AI1, AI2, PI, EI y PS** •Indicadores: **AI1, AI2, PI, EI y PS** •Estudios biológicos: **PI, EI, PS** •Evaluación de riesgo ecológico: **PI, EI, PS**

[93] La descripción de las metodologías genéricas se encuentra detalladas en Tabla 3-18. del presente documento.

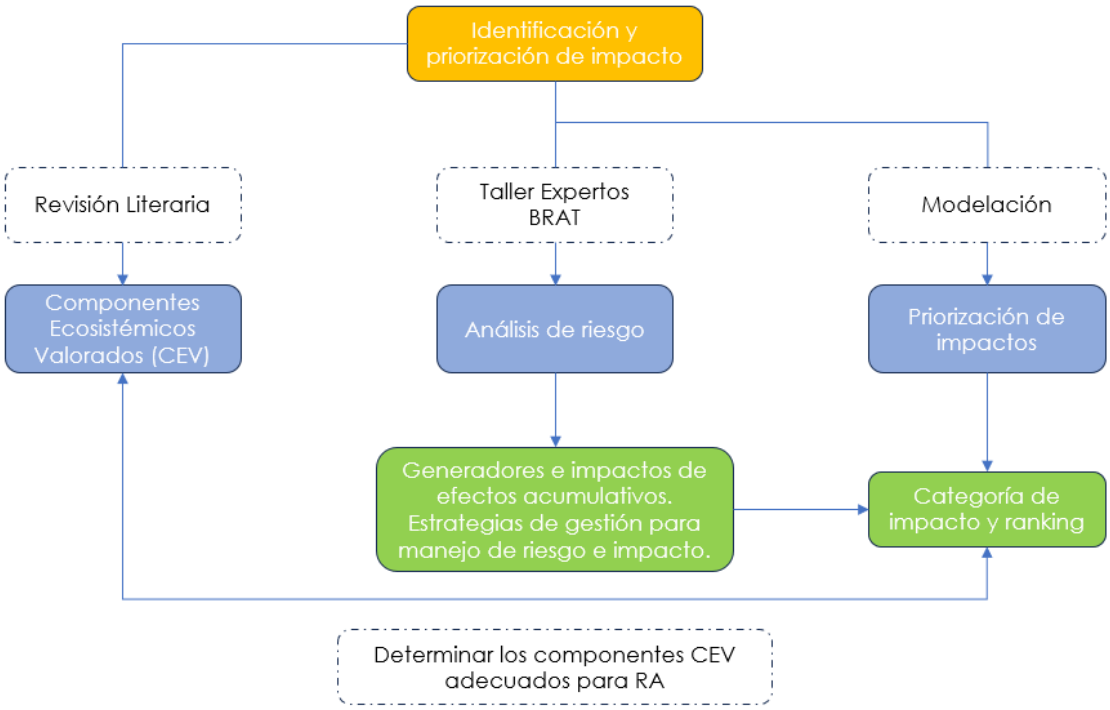
3.3.4.2.6 Recomendaciones para el objeto de protección Ecosistemas

Los impactos acumulativos representan un problema especialmente complejo cuando se abordan desde la perspectiva de un ecosistema integrado, debido a que éstos están expuestos al rango más amplio posible de impactos directos e indirectos. Para abordar adecuadamente la problemática se requiere de un buen conocimiento de las interrelaciones ecológicas del sistema desde una perspectiva holística. Para ello, el análisis ecosistémico permite establecer indicadores adecuados, incluyendo métricas a nivel de paisaje (CEQ, 1997).

En el escenario antes descrito, y de acuerdo con Canter (1999), algunos métodos utilizados para los objetos de protección bióticos y ecológicos incluyen pruebas de toxicidad crónica, métodos basados en el hábitat, modelos de población de especies, índices de diversidad, indicadores, estudios biológicos y la evaluación de riesgo ecológico.

En el contexto anterior, la **Evaluación de Riesgo Ecológico (ERA** por sus siglas en inglés), incluida en un marco de Gestión Adaptativa, se está transformado en el estándar global para evaluar y gestionar los riesgos ecológicos de la tecnología y el desarrollo (Gibbs, 2011). La Evaluación de Riesgo describe los productos potenciales de alternativas de manejo y cuantifica su probabilidad. La evaluación de riesgo ambiental, a escala regional, es ampliamente reconocida en los círculos académicos y políticos, a la vez que comunidades ricas en recursos, como una aproximación práctica para entender y proactivamente dar cuenta de los efectos ambientales acumulativos de los programas de desarrollo propuestos (Antwi *et al*. 2023). Un ejemplo de operacionalización de esta metodología corresponde a lo que se ha denominado **Marco de Evaluación de Riesgo para Efectos Acumulativos** (RAFCE, por sus siglas en inglés), lo que se describe en Antwi *et al*. (2023). De acuerdo con los resultados de la aplicación de dicha metodología, RAFCE permitió tanto la identificación de motores e impactos de efectos acumulativos y medidas de mitigación y preventivas potenciales para la gestión efectiva de efectos acumulativos, como describir, cuantificar y ranquear los impactos principales y componentes de interés. La metodología utilizada incluyó el análisis de información existente, para entender los Objetos de Protección clave impactados, realización de taller de expertos y entrevistas para identificar riesgos y definir los VECs impactados y desarrollar un modelo de priorización de impactos que ayude a su cuantificación y priorización (Antwi *et al*. 2023).

Figura 3-75. Pasos involucrados en el Diseño de Investigación



Fuente: Adaptado y traducido de Antwi et al. (2023).

Otras metodologías descritas en la literatura incluyen la generación y el uso de **Índices**. Un ejemplo práctico de ellas es el **Índice Sinóptico**, el cual provee un marco para hacer **comparaciones entre subunidades** de paisaje, tales como cuencas, eco-regiones o condados, permitiendo de este modo que los impactos acumulativos puedan ser considerados en las decisiones de manejo. Estas comparaciones son hechas a través de la evaluación de una o más variables del paisaje o "índices sinópticos" para cada subunidad.

Estos índices se basan en los principios de ecología y estrés del paisaje (Abbruzzese & Leibowitz, 1997). El propósito de la evaluación de impactos acumulativos es evaluar efectos, los que son cambios químicos, físicos y biológicos que resultan de un impacto (acción inducida por humanos) y que incluyen cambios directos e indirectos que pueden ser removidos del impacto, en tiempo y espacio. Al efectuar la evaluación de impactos, la preocupación particular se asocia con la pérdida de funciones valoradas. Esas funciones ecológicas son conductas agregadas que emergen desde los múltiples procesos físicos, químicos y biológicos que toman lugar dentro de los ecosistemas. Por ejemplo, una función de un humedal puede incluir reducir los picos de inundación, los cuales dependen de los procesos que determinan el presupuesto hidrológico del humedal, tales como precipitación, evapotranspiración, flujos de entrada y salida superficiales y subterráneos y entradas de mareas.

En el ejemplo señalado un impacto puede producir tres tipos de efectos generales que son (i) cambios en los factores generadores que controlan los flujos de energía y materiales que se originan fuera de los límites de un ecosistema; (ii) cambios en los procesos de un ecosistema tales como producción o respiración y distribución de materia o energía; y (iii) cambios en la estructura, los que se componen de las características físicas, químicas y biológicas de un ecosistema. A partir de eso se definen cuatro índices sinópticos para evaluar los impactos acumulativos y riesgo relativo los que incluyen función, valor, pérdida funcional y potencial de reemplazo (Abbruzzese & Leibowitz, 1997). Los mismos autores definieron los siguientes pasos para conducir este tipo de análisis:

Paso 1: Definir objetivos y criterios

- Definir los objetivos de la evaluación
- Definir el uso previsto
- Evaluar la precisión requerida
- Identificar limitaciones para la evaluación

Paso 2: Definición de índices Sinópticos

- Identificar tipos de humedales
- Describir el entorno natural
- Definir limites en el territorio
- Definir las funciones del hábitat[94]
- Definir valores o beneficios tangibles provistos
- Identificar impactos significativos
- Seleccionar subunidades de paisaje
- Definir reglas de combinación de factores que definen el abordaje del índice[95]

Paso 3: Seleccionar indicadores de paisaje

- Revisión de data disponible y métodos existentes
- Evaluar idoneidad de los datos disponibles

[94] De acuerdo a Abbruzzese & Leibowitz (1997), en su publicación "A synopthic approach to cumulative impact assesssment: A proposed methodology", "*… Dependiendo de los objetivos de gestión, las funciones de interés pueden ser específicas o amplias. Debido a que es imposible evaluar todas las funciones, incluso cuando los objetivos son generales, el especialista debe determinar un subconjunto de funciones que mejor represente la clase más amplia. Por ejemplo, la consideración de la función hidrológica en regiones donde predominan los humedales pequeños y no mareales podría incluir la influencia del humedal en el flujo máximo, pero no en las marejadas ciclónicas, que ocurren principalmente en humedales grandes y mareales.*

Las funciones del hábitat pueden definirse al determinar las diversas especies (incluyendo aves, peces y mamíferos) que dependen o utilizan las comunidades de humedales identificadas en el Paso 2.1. Para las funciones hidrológicas y de calidad del agua, los humedales a menudo funcionan como sumideros. Por lo tanto, es útil considerar las fuentes hidrológicas y de calidad del agua que se encuentran dentro del entorno paisajístico específico, ya que la fuente es un componente de las funciones de sumidero. Deben incluirse tanto fuentes naturales como antropogénicas. El Capítulo 7 proporciona una discusión detallada de las funciones de los humedales que se han informado en la literatura y puede servir como fuente de funciones candidatas que deben considerarse durante este paso."

[95] Se refiere a las reglas de combinación de los factores que definen el abordaje del índice: ¿ los factores se combinan por adición, multiplicación, u otra operación; ¿los datos se normalizan?; ¿los factores contribuyen igualmente?; ¿las mismas reglas se combinación aplican para todos los humedales y a lo largo del rango completo de condiciones dentro del área de estudio?

- Evaluar el costo de adquirir nuevos datos
- Comparar y seleccionar indicadores
- Describir supuestos tras los indicadores
- Concluir la selección de subunidades
- Realizar un análisis preliminar

Paso 4: Realizar una evaluación

- Planificar el aseguramiento de calidad y control de calidad
- Realizar mediciones en mapas
- Analizar datos
- Generar mapas
- Evaluar precisión
- Realizar una revisión post análisis

Paso 5: Preparar el reporte de indicadores sinópticos

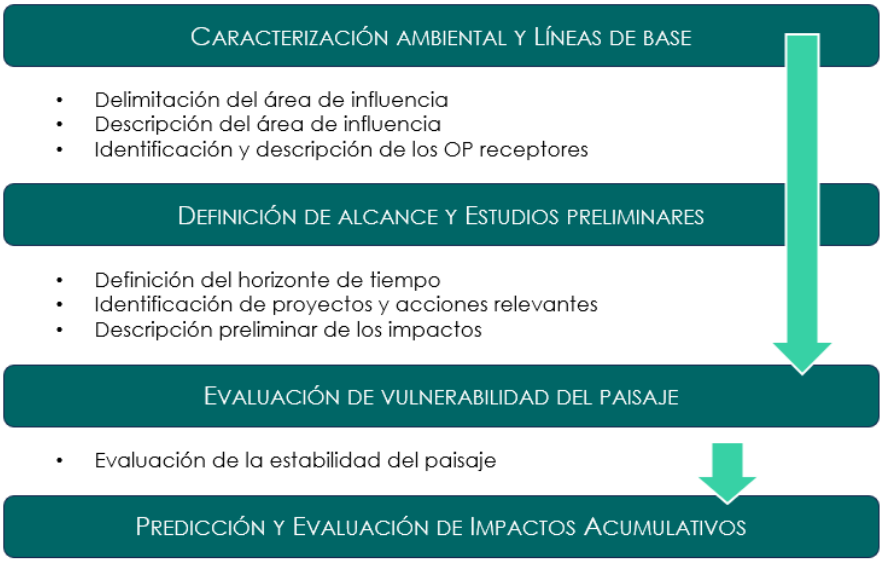
- Preparar un manual de usuario
- Preparar la documentación sobre la evaluación

Otra metodología utilizada en la evaluación de impacto ambiental llevado a cabo en Eslovaquia se relaciona con la predicción de impactos acumulativos sobre la base de **la evaluación de la vulnerabilidad del paisaje**. Esto se funda en el hecho que los impactos ambientales de cualquier proyecto tienen efectos espaciales y temporales y que pueden ser descritos como resultantes de cambios inducidos por el hombre o antropogénicos, sobre parámetros ambientales, en un período de tiempo y área definida, comparados con la situación que hubiese ocurrido si el proyecto no se hubiera iniciado (Glasson *et al*., 1994. En: Pavlickova, &Vyskupova, 2015). Esta metodología consiste en una evaluación cualitativa de la estabilidad ecológica del paisaje y se especifican y valoran los principales indicadores de vulnerabilidad de los receptores ambientales y socioeconómicos. Los posibles impactos acumulativos y la importancia general del impacto se predicen cuantitativamente en matrices múltiples modificadas de Argonne, teniendo en cuenta la vulnerabilidad de los receptores del paisaje afectado y la importancia de los impactos identificados individualmente (fragmentación y pérdida de hábitat, o por pérdida de extensión de biodiversidad).

De acuerdo con los autores (Pavlickova, & Vyskupova, 2015), la metodología es simple de aplicar, válida para todos los tipos de impactos y proyectos, económica, y no requiere mucho tiempo. La propuesta de Pavlickova & Vyskupova (2015) consiste en un método para predecir impactos acumulativos en base a la evaluación de vulnerabilidad de paisaje, realizando una evaluación cualitativa de la estabilidad ecológica del paisaje. En esta se especifican y valoran los principales indicadores de vulnerabilidad de los receptores ambientales y socioeconómicos. Los posibles impactos acumulativos y la significancia general del impacto se predicen cuantitativamente mediante matrices múltiples modificadas de

Argonne, teniendo en cuenta la vulnerabilidad de los receptores del paisaje afectados y la importancia de los impactos identificados individualmente.

Figura 3-76. Esquema de la metodología propuesta



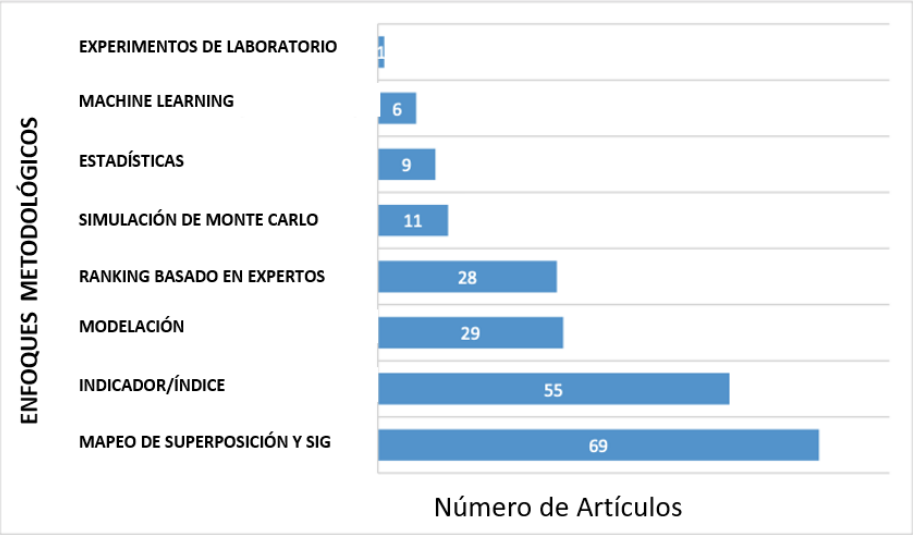
Fuente: Adaptado y traducido de Pavlickova, &Vyskupova (2015).

La predicción preliminar de impactos se realiza mediante una matriz que refleja los proyectos en el territorio a analizar, respecto a los receptores que pueden ser: 1. Entorno geofísico y biofísico, 2. Características del paisaje y 3. Entorno socioeconómico.

Por otra parte, una revisión bibliográfica iterativa cientométrica y sistemática de aproximaciones para abordar la evaluación de impactos acumulativos en ecosistemas marinos y costeros, realizada por Simeoni *et al*. (2023) entrega información sobre el estado del arte de la aproximaciones y aplicaciones utilizadas alrededor del mundo en el último tiempo.

Como resultado del desarrollo de dicha revisión se puede indicar que las principales aproximaciones y herramientas que se utilizan globalmente para abordar la evaluación de impactos acumulativos en ecosistemas marinos y costeros corresponden, en primer lugar al mapeo fundado en el uso de Sistemas de Información Geográfica, seguido por el uso de indicadores e índices, a través de la integración de varios indicadores que representan presiones y la presencia y estado de ecosistemas marinos y costeros, y modelación numérica, entre otras metodologías. En la Figura 3-76 puede apreciarse la frecuencia de uso de las distintas metodologías identificadas en el estudio, destacándose el hecho de que en más de un 70% de los casos se utilizan las tres metodologías ya descritas, y que forman parte de las metodologías identificadas a nivel general en este Informe.

Figura 3-77. Resumen de enfoques metodológicos aplicados en una selección de 101 artículos científicos



Fuente: Traducido de Simeoni *et al*. (2023).

En la Tabla *3-34* se detallan las metodologías recomendadas de forma resumida.

Tabla 3-34. Recomendaciones para el objeto de protección Ecosistemas

Objeto de Protección	Impactos acumulativos	Variables críticas o relevantes	Metodologías recomendadas	Uso en el SEIA
Ecosistemas	**Pérdida y afectación de Ecosistemas** -Pérdida de biodiversidad en los distintos niveles de organización (ecosistemas, especies y genes). -Afectación de ecosistemas a través de procesos de degradación y fragmentación, que se traducen, entre otros, en afectación a los servicios de provisión y de regulación. -Fragmentación y pérdida de hábitat -Alteración de ciclos biogeoquímicos. -Alteración de la capacidad de regeneración. -Invasión de especies exóticas. -Pérdida de individuos especies de flora y fauna.	-Representatividad biogeográfica en el SNASPE. -Condición de hotspots. -Estado de conservación del ecosistema. -Presencia de especies invasoras. -Presencia de contaminantes. -Actividades de restauración y conservación en desarrollo. -Presencia de ecosistemas frágiles o vulnerables (e.j: bofedales, vegas, humedales). -Límites de distribución del ecosistema. -Categoría de relevancia del ecosistema. -Función y estructura del ecosistema. -Interacción entre especies. -Condición de sitios RAMSAR. -Posición ecológica a escala paisaje. -Índice de fragmentación del paisaje. -Fragilidad del suelo. -Endemismos. -Estado de sucesión ecológica.	**Metodologías genéricas:** •Cuestionarios, entrevistas y paneles •Listas de chequeo •Matrices •Redes y diagramas de sistemas •Mapeo de superposición y SIG •Revisión bibliográfica de estudios de caso. •Análisis temporal de campo. •Guía Metodológica para Compensación de Biodiversidad.	AI1, AI2, PI, EI y PS: para las metodologías genéricas, ya que pueden ser usadas en las distintas etapas.
			Metodologías especificas: <u>Evaluación de Riesgo Ecológico</u> (ERA): •Modelación. •Análisis de tendencias de variables críticas. •Cuestionarios, entrevistas y paneles •Revisión bibliográfica de estudios de caso <u>Indicadores Sinópticos</u> (función, valor, pérdida funcional y potencial de reemplazo): •Mapeo de superposición y SIG •Listas de chequeo Revisión bibliográfica de estudios de caso •Seguimiento de índices ecológicos. •Ordenamiento territorial.	Evaluación de Riesgo Ecológico: **PI, EI y PS** Indicadores Sinópticos: **PI, EI y PS** Evaluación de la vulnerabilidad del paisaje: **AI1, AI2, PI, EI y PS**

Tabla 3-34. Recomendaciones para el objeto de protección Ecosistemas

Objeto de Protección	Impactos acumulativos	Variables críticas o relevantes	Metodologías recomendadas	Uso en el SEIA
			• Análisis de capacidad de carga. • Análisis de ecosistemas. Evaluación de la vulnerabilidad del paisaje: • Mapeo de superposición y SIG • Análisis temporal de campo. • Análisis de tendencias de variables críticas • Ordenamiento territorial. • Análisis de capacidad de carga.	

Fuente: Elaboración propia.

3.3.5 *PLAN DE SEGUIMIENTO*

La definición de un plan de seguimiento relacionado con un objeto de protección potencialmente afectado por impactos acumulativos sigue la misma lógica que la evaluación ambiental habitual, pero se diferencia en que debe permitir seguir la evolución de éste en un contexto territorial que incluye otros proyectos o actividades que pueden tener incidencia en su estado. Es por ello que, además de variables relacionadas directamente con el proyecto, se deberá considerar otras variables que cumplan, idealmente, una función integradora en el territorio, en caso de que ello sea posible. Para el seguimiento de estas otras variables se puede considerar levantar información propia o bien utilizar información pública proveniente de terceros o del Estado.

Respecto de este último punto es importante encontrar un equilibrio, ya que por un lado a un determinado Titular no le corresponde mantener un seguimiento territorial amplio y detallado (eso es más bien propio de la función pública), pero por otro lado sin información en esta línea no será posible evaluar los resultados y la contribución del proyecto a la condición del Objeto de Protección.

Por otra parte, considerando las recomendaciones realizadas en los numerales 3.3.1.1 y 3.3.1.2, es esperable que su necesidad se relacione con eventuales impactos significativos, los cuales deben ser abordados a través de medidas ambientales (EIA). En el caso de impactos no significativos, su monitoreo debiese ser abordado mediante Compromisos Ambientales Voluntarios (EIA y DIA). Dado que los impactos acumulativos se generan muchas veces por una multiplicidad de fuentes de menor relevancia, resulta de suma importancia que se genere información desde estas fuentes que permita situarlas en el espacio y determinar su contribución marginal al impacto combinado. Sin esta información será muy difícil que otros actores (incluyendo organismos del Estado) puedan realizar un análisis de impactos acumulativos.

A continuación, en la Tabla 3-35 se indican, a modo de ejemplo, algunas de los indicadores que podrían ser consideradas para el establecimiento de un plan de seguimiento, en relación con los objetos de protección priorizados, así como algunas recomendaciones prácticas.

Tabla 3-35. Indicadores recomendados para el seguimiento ambiental en el contexto de impactos acumulativos (listado no taxativo)

Componente	Indicadores	Recomendaciones
Aire (calidad)	• Cantidad de emisiones del proyecto, en contraste con el registro de calidad del aire. • Concentración de contaminantes atmosféricos (medición continua o discreta en caso de que el punto anterior no aplique).	• Se recomienda considerar niveles de concentración dentro de un área de 5 km desde el proyecto, como criterio inicial de análisis, donde se deberá evaluar la suficiencia de este radio. En caso de que no sea posible considerar una medición de concentración referencial, se sugiere utilizar instrumentos de menor precisión o medición discreta. • Se recomienda considerar, un monitoreo de emisiones del proyecto. • Se recomienda considerar un seguimiento de variables operacionales para una estimación de emisiones del tipo fugitivas en el caso que estas se generen por el proyecto.
Agua	**Cantidad de agua (escasez):** • Nivel del agua subterránea o de cursos de agua superficial. • Superficie y/o volumen de cuerpos de agua (lagunas, embalses, salares, glaciares, etc.) • Caudal de cursos superficiales. **Calidad del agua (contaminación):** • Parámetros de calidad del agua relacionados con problemáticas de contaminación a escala regional en la cuenca o subcuenca de emplazamiento del proyecto (salinidad, nutrientes, otros). • Parámetros de calidad del agua relacionados con problemáticas de contaminación en bahías, fiordos, otros.	Considerar puntos que permitan cuantificar los efectos directos del proyecto (magnitud, extensión, duración) y otros que actúen como **puntos de control** respecto del proyecto, pero a la vez como indicadores de los impactos agregados producto de otras fuentes. Por ejemplo, puntos de monitoreo aguas arriba (para aguas superficiales), alejados (en un acuífero, en un lago, en medio marino), o bien en otros cuerpos de agua cercanos no afectados por el proyecto (bahías, glaciares).
Suelo	• Erosión • Capacidad de uso de Suelo (CUS) • Presencia de contaminantes • Cobertura vegetal y su evolución en el tiempo	Monitoreo de la cuantificación y comparación de distintos escenarios a través del modelo propuesto (RUSLE) tanto temporal como espacial. Los distintos escenarios que se pueden modelar son: modelo de pérdida de suelo sin proyecto, con proyecto y con proyecto adicionando medidas de mitigación. El seguimiento se funda en las acciones de manejo (factor C del método RUSLE) y su verificación, ya que es la única variable que tendrá una variación en el tiempo, y como estas afectan las condiciones de erosión y la cobertura vegetal.

Tabla 3-35. Indicadores recomendados para el seguimiento ambiental en el contexto de impactos acumulativos (listado no taxativo)

Componente	Indicadores	Recomendaciones
Flora	• Cobertura de las formaciones vegetacionales • Distribución de vegetación • Riqueza y abundancia de especies • Seguimiento de la evolución de métricas de fragmentación a nivel de subcuenca (modificación de paisaje, nace del PAS 150)	Cuantificación y análisis de la fragmentación de formaciones vegetales en la dimensión espacial y temporal, monitoreando su comportamiento, y considerando riqueza y abundancia de especies según su estado de conservación, en un área definida a nivel de subcuenca. Para ello, utilizar seguimiento del estado de cobertura de vegetación mediante imágenes satelitales u otro tipo de Sistema de Información Geográfica. Por su parte, se pueden mencionar a modo de ejemplo de medidas que puedan aportar en el seguimiento, se puede vincular a enriquecimiento de vegetación sobre ecosistemas degradados, restauración pasiva, investigación y rescate de germoplasma.
Fauna	• Modificación en el ambiente específico de la especie objetivo (en función de procesos de fragmentación y pérdida de hábitat). • Rango de movilidad, asociado a nicho ecológico (desplazamiento con fines reproductivos, de alimentación o refugio). • Uso de refugios, como vegetación, cuevas, madrigueras, etc. • Interacciones con otras especies • Abundancia de la especie objetivo	Cuantificación y análisis de la afectación de especies en la dimensión espacial y temporal, monitoreando su comportamiento, y considerando riqueza y abundancia de especies en algún estado de conservación, en un área definida a nivel de subcuenca. Para ello, realizar monitoreos en temporadas contrastadas, dando preferencia al seguimiento de especies clave (directamente afectadas, en categoría de amenaza, especies paragua, etc).
Ecosistemas	• Porcentaje del Piso Ecológico afectado por los proyectos v/s Porcentaje total del piso (visto a nivel total del piso, no de proyecto) • Cambios de Paisaje (cambios de uso de suelo/ cobertura de uso de suelo, por ejemplo, pasar de bosque nativo a matorral, pradera o cultivos) • Monitoreos multi-específicos de grupos de especies ligadas, asociadas por ejemplo a la sensibilidad común frente a estresores ambientales. • Monitoreo de especies asociadas a objetivos de manejo específicos, por ejemplo, indicadores de	Se requiere conocimiento de las interrelaciones ecológicas del sistema desde una perspectiva holística. El uso de índices sinópticos, evaluación de vulnerabilidad de paisaje y análisis de imágenes satelitales pueden ser una herramienta indispensable para algunos de estos indicadores.

Tabla 3-35. Indicadores recomendados para el seguimiento ambiental en el contexto de impactos acumulativos (listado no taxativo)

Componente	Indicadores	Recomendaciones
	degradación ambiental (presencia de especies generalistas, invasoras, etc). • Monitoreo de especies indicadoras, paraguas o claves de un ecosistema, o que interactúan.	
Salud de la Población	• Nivel de unidades de olor (considerando tanto lo señalado por el proyecto, como las fuentes detectadas en el proceso de evaluación ambiental). Ruido y vibraciones: (i) monitoreo discreto de ruido y vibraciones según carga productiva (instancia de mayor actividad que produzca el impacto), (ii) monitoreo continuo de vibraciones (dependiendo de la naturaleza del proyecto). • Sombra intermitente: monitoreo discreto con registro fotográfico en los receptores identificados en la evaluación considerando al menos 1 día (24 horas u horas de luz natural), por estación del año. • Electromagnetismo: monitoreo discreto de campos electromagnéticos, considerando estacionalidad del año que tiene relación al efecto corona asociado al ruido audible propiamente tal. • Emisiones lumínicas: registro del estado de las instalaciones (considerando horarios diurno y nocturno), cuyas características deberán cumplir con el Decreto 1/2023 Ministerio del Medio Ambiente o la actualización vigente al momento de la evaluación ambiental del proyecto. • Exposición a contaminantes por distintas vías: (i) monitoreo discreto de la emisión de gases no normados que se hayan identificado, (ii) monitoreo discreto de la emisión de otras sustancias que se hayan identificado.	• En este caso se presentan sugerencias para el seguimiento de emisiones lumínicas, sin embargo, se considera que esta emisión responde a presencia o ausencia de luminosidad producida por un determinado proyecto sobre posibles receptores, esta debiera ser abordada desde la perspectiva de la mitigación o eliminación de este riesgo. • En términos generales, para el seguimiento referido a la Salud de la Población, se recomienda enfocarse en los receptores identificados en el proceso de evaluación ambiental. Sin embargo, es reconocido el fenómeno de expansión de la población, la que se ha ido acercando a los proyectos ya ejecutados por lo que es sugerible que el seguimiento se apertura a una evaluación de un mayor número de receptores y las posibles medidas a activar en caso de que esto ocurra. • En los casos de otras emisiones, se recomienda es posible realizar seguimiento sobre los Factores Generadores de Impacto, como la emisión de las fuentes del proyecto y/o variables operacionales que se encuentren relacionadas a estas emisiones.

Fuente: Elaboración propia.

Resulta interesante también tener a la vista las recomendaciones para el seguimiento de impactos acumulativos realizados por el IFC (2013), las que establecen una diferencia entre el seguimiento de los indicadores de "impacto incremental" y los de "impactos acumulativos" (ver Tabla 3-36). El primero se entiende como los impactos estimados en base a la práctica habitual del SEIA, centrado en el proyecto en evaluación, mientras que el segundo amplía la mirada hacia el estado de los Objetos de Protección. Se entiende entonces que ambos tipos de indicadores tienen que ser incluidos en el Plan de Seguimiento Ambiental.

En la misma guía (IFC, 2013) se introduce el concepto de "línea de base futura" que consiste en la evolución del estado del medio ambiente sometido a todas las presiones, salvo aquellas que se derivarían del proyecto en evaluación. Atendido este concepto, la identificación de la contribución del proyecto a los impactos acumulativos se basa en una comparación entre esta línea de base futura y el estado ambiental que resulta de sumar los impactos del proyecto a ésta. Dicho esto, desde la mirada del seguimiento ambiental resulta entonces imprescindible poder tener indicadores respecto de esta línea de base futura, ya que sin ello será difícil evaluar el real aporte del proyecto en la ocurrencia de los impactos acumulativos.

Tabla 3-36. Ejemplos de indicadores según Guía del IFC (2013)

ASPECTO DEL PROYECTO	INDICADOR DE IMPACTO INCREMENTAL (EISA)	INDICADOR DE IMPACTO ACUMULATIVO (EGIA)
Oportunidades adicionales de empleo asalariado	• Número incremental de empleados y desempleados, tasas de participación de la población afectada • Valor incremental de los ingresos de subsistencia, salarios y otros ingresos de la población	• Número, tamaño, niveles de destrezas de la fuerza laboral regional • Medidas de cambios en medios de vida y sostenibilidad de los mismos
Agregado de un contaminante al medio ambiente (aire, agua)	• Concentración del contaminante en la emisión y/o vertido • Concentración con referencia a la norma de vertido • Carga aportada por el proyecto • Caracterización de la emisión espacial y/o pluma de vertido del proyecto	• Concentración del contaminante en el medio ambiente del receptor • Concentración relativa a la norma ambiental • Carga total del contaminante (proveniente de todas las fuentes) • Caracterización del patrón espacial de la concentración de contaminantes en el ambiente aguas abajo
Incidentes adicionales de enfermedad, problemas de drogas y alcohol y delitos	• Número adicional de incidentes de enfermedades de transmisión sexual, problemas de drogas y alcohol; tasas delictivas • Cambios incrementales en la demanda de servicios sanitarios, sociales y policiales	• Número total de incidentes, proporción de la población afectada • Medidas de la salud y el bienestar comunitarios y regionales; seguridad

Tabla 3-36. Ejemplos de indicadores según Guía del IFC (2013)

Pérdida de tierras (enajenación de tierras)	• Superficie y/o proporción de tierras perdidas, dañadas o inaccesibles debido al proyecto • Cambio incremental en los beneficios de los usuarios de las tierras afectadas (por ejemplo, producción agrícola perdida, uso para subsistencia)	• Superficie total de tierra disponible, valor de los beneficios de uso de la tierra • Población total afectada • Medidas de subsistencia sostenible y pobreza
Conversión o degradación del hábitat natural y crítico	• Superficie y/o proporción del hábitat natural y crítico convertido y/o degradado debido al proyecto • Cambio incremental en la calidad y/o estado del hábitat	• Superficie total de hábitat perdido • Cambio en las tasas de pérdida de hábitat • Medidas de fragmentación del hábitat
Regulación de caudales aguas abajo Reducción, modificación y/o fragmentación de hábitats acuáticos y ribereños	• Porcentaje de reducción de caudales aguas abajo comparado con los caudales anuales promedio • Porcentaje de reducción del perímetro humedecido o del hábitat utilizable en los tramos fluviales impactados • Conectividad de los tramos fluviales aguas arriba y aguas abajo de la presa o dique	• Integridad ecológica del río, incluyendo regímenes de caudales naturales (por ejemplo, cantidad, calidad, variabilidad estacional y previsibilidad) • Viabilidad de poblaciones de peces migratorios
Aumento de mortalidad de una población de fauna silvestre	• Mortalidad directa causada por las operaciones del proyecto a lo largo del tiempo • Porcentaje de la población local (o rango) perdido en relación con las cifras de poblaciones (o rangos) globales y/o regionales	• Cambio en tasas de declinación global y/o regional de población • Medidas de fragmentación de la población (o rangos)

Fuente: International Finance Corporation (2013).

Habiendo tenido a la vista los indicadores tipo resulta importante también reparar en la ubicación de los **puntos, estaciones o zonas de monitoreo**, puesto que dependiendo de ello podrían tener como objetivo monitorear los impactos generados por el proyecto en el objeto de protección, la evolución del objeto de protección sujeto a otras presiones o cambios ambientales (estimación de la línea de base futura en base a puntos de control), o derechamente la contribución de los FGI de otros proyectos o actividades sobre el objeto de protección. En los casos en que sea posible, y tal como lo plantea el IFC (2013), se recomienda encarecidamente establecer indicadores de seguimiento que permitan cuantificar la contribución del proyecto en evaluación a la generación de impactos acumulativos, ya que ello permitirá delimitar la responsabilidad del Titular respecto del impacto combinado, permitiendo así focalizar los esfuerzos ya sea en **robustecer las medidas del proyecto en cuestión**, o **bien informar a un instrumento de nivel superior** para que se tomen las acciones que correspondan según el instrumento y las responsabilidades que asigne (Estado, privados, ambos). Esta estrategia también resulta crítica en el contexto de cambio climático, en el cual se esperan cambios importantes en una serie de indicadores ambientales que pueden agravar la generación de los impactos acumulativos, que son factores externos a los proyectos, sobre los cuales no se puede actuar directamente a nivel del SEIA (ya que

corresponde más bien a estrategias de adaptación al cambio climático que debiesen ser de carácter multisectorial).

Tal como ya se indicó, los impactos acumulativos requieren de "soluciones acumulativas" para su gestión, pero también de "seguimientos acumulativos" para su control. **Difícilmente podrá realizarse un seguimiento territorial de impactos acumulativos si los distintos proyectos o actividades que inciden en ellos no son consistentes en la información de seguimiento que generan** (ya sea a nivel de indicadores, de metodologías, u otros aspectos esenciales). En el Informe OE1 se abordó este tema[96], destacándose el hecho de que es común que se recomiende una estrategia de monitoreo colaborativo y multi-actor en el territorio (Canter y Atkinson, 2010; Franks *et al*. 2010; IFC, 2013; Renewable UK, 2013), y proveyendo de ejemplos prácticos de la realidad nacional (casos de la bahía de Mejillones y del Salar de Atacama). Este es un aspecto clave que requiere ser abordado con urgencia, y para el cual podría ser de utilidad recurrir a la Evaluación Ambiental Estratégica, Planes de Gestión de Cuencas o Planes de Prevención o Descontaminación como un instrumento de orden superior que tiene que articularse con el SEIA, y que permite definir objetivos, alcances, metodologías y responsabilidades entorno al seguimiento de variables ambientales relacionadas con determinados impactos acumulativos en un territorio delimitado[97].

3.3.6 *ESQUEMA DE MANEJO ADAPTATIVO*

Existe un amplio consenso respecto al hecho que la inclusión de un Esquema de Manejo Adaptativo (EMA) es un elemento fundamental para el seguimiento y gestión de los impactos acumulativos, dado el alto nivel de incertidumbre que involucra su evaluación y su evolución. De hecho, es un elemento incluido en prácticamente la totalidad de las guías y manuales internacionales revisados, y es motivo también de diversas publicaciones científicas. Al respecto, el SEA cuenta con una metodología diseñada para los Planes de Alerta Temprana (PAT) en hidrogeología[98] que cumple con los preceptos conceptuales del manejo adaptativo. Todo el fundamento técnico respecto de la necesidad y la experiencia comparada fueron expuestos en el Informe OE1, en el cual se concluyó que los PAT efectivamente siguen el diseño general recomendado para el manejo adaptativo.

En la Tabla a continuación se realiza una homologación entre los criterios establecidos por el SEA para los PAT y los criterios equivalentes que podrían ser considerados para su aplicación más amplia en un EMA relacionado con otros objetos de protección. Debe tenerse presente que los mencionados PAT solo se aplican al componente "Agua" y más específicamente al subcomponente "Aguas Subterráneas", sin que se haya tenido a la vista en el

[96] Ver numeral 3.5.7 del Informe OE1.
[97] Basados en las recomendaciones internacionales y localmente en el ejemplo de la bahía de Mejillones y del Salar de Atacama, se evidencia que es más eficiente y efectivo si se comparten puntos de monitoreo en zonas con proyectos que inciden en los mismos objetos de protección. Sin embargo, a nivel del SEIA solo se ha encontrado un caso en que esto ha sido autorizado en una RCA (caso del Salar de Atacama, SQM-Albemarle).
[98] Criterios de Evaluación en el SEIA: Contenidos Técnicos para la Evaluación Ambiental del Recurso Hídrico (SEA, 2022).

presente estudio la existencia de alguna otra metodología dentro del SEIA que incluya sistemáticamente los conceptos del manejo adaptativo.

Tabla 3-37. Contenidos mínimos de un Esquema de Manejo Adaptativo (EMA)

Contenidos mínimos de un PAT en recursos hídricos (SEA, 2012)	Propuesta de contenidos de aplicación general para un Esquema de Manejo Adaptativo (EMA) aplicable a diversos objetos de protección
Ubicación de los puntos de observación. Cuando estos son pozos, proveer su detalle constructivo	Ubicación de los puntos de observación con una descripción de los aspectos fundamentales que los caracterizan en cuanto a su funcionalidad.
Parámetros o variables que serán utilizadas para caracterizar el estado y evolución de dicho componente y su relación con el objeto de protección.	Parámetros o variables que serán utilizadas para caracterizar el estado y evolución del objeto de protección, y su relación con éste.
Umbrales límites que aseguran la no afectación del o los objetos de protección, con bases de cálculo explicadas con detalle y argumentos técnicos que permitan adoptar una decisión fundada.	Umbrales límites que permitan asegurar que el estado del objeto de protección se mantendrá en la condición proyectada, con el respectivo respaldo técnico.
Umbrales intermedios que asegurarán no sobrepasar el umbral límite del objeto de protección.	Los umbrales intermedios de carácter preventivo que permitirán realizar gestiones con miras a no sobrepasar el umbral límite establecido.
Duración y frecuencia del monitoreo para cada parámetro.	Duración y frecuencia del monitoreo para cada parámetro o indicador.
Metodología de medición de cada parámetro.	Metodología de medición de cada parámetro o indicador.
--	Criterios para delimitar responsabilidades del proyecto a evaluar en relación con el resto de las partes involucradas o factores ambientales cuyos impactos inciden en el mismo objeto de protección.
Plan de acción: acciones preventivas en función de los umbrales que permitan asegurar la no afectación del o los objetos de protección.	Plan de acción: acciones preventivas a implementar por el proyecto en función de los umbrales intermedios que permitan ejercer control sobre los impactos de tal forma de mantener la condición bajo el umbral límite[99].
Mecanismos y criterios de activación/desactivación de todas las acciones del PAT.	Mecanismos y criterios de activación/desactivación de todas las acciones del EMA.
Plazo y frecuencia de entrega de los informes con la evaluación de los resultados y cualquier otro aspecto relevante ante una activación del PAT.	Plazo y frecuencia de entrega de los informes con la evaluación de los resultados y cualquier otro aspecto relevante ante una activación del EMA.
--	Mecanismos de revisión que permitan incorporar nueva información y mejoras en el conocimiento del comportamiento del objeto de protección con el fin de modificar (robustecer) el EMA.

Fuente: Elaboración propia.

[99] Para ciertos objetos de protección complejos, como el caso de ecosistemas, más que un "umbral límite" puede considerarse un "escenario proyectado".

Atendido el hecho que la definición de un EMA puede resultar compleja[100], quien lo proponga deberá demostrar técnicamente durante la evaluación ambiental que su aplicación permitirá cumplir con los objetivos que persigue, considerando los puntos de observación, variables, umbrales y conjunto de acciones propuestas[101].

Por otra parte, y debido a la misma incertidumbre, **se debe considerar un mecanismo adicional para la revisión o actualización del EMA que no solo debe estar dado por un criterio temporal** (por ejemplo, cada dos años), sino que debe incorporar criterios adicionales que permitan revisarlo y robustecerlo, a través de un proceso de retroalimentación, cuando exista evidencia de que haya ocurrido o pueda ocurrir un cambio en el estado del Objeto de Protección, por ejemplo, porque han ocurrido cambios significativos en el territorio (ej., nuevos proyectos que no habían sido previstos), cambios ambientales que alteran la dinámica del sistema (ej., **derivados del cambio climático** o desastres naturales), o bien las acciones contempladas no llegan a un nivel de efectividad que permita cumplir los objetivos ambientales. También podría ser útil una modificación para adaptarse en el caso de establecerse planes de seguimiento o mitigación territoriales.

Este es un aspecto crucial, ya que de no existir un mecanismo de revisión integral y expedido del EMA solo se tendría un esquema "parcialmente" adaptativo, ya que su rango de acción quedaría limitado por el set de umbrales y acciones establecidas durante la evaluación ambiental, lo cual es en el fondo una predicción de escenarios sujeta también a las incertidumbres mencionadas.

Para establecer la forma de revisión es necesario primero **analizar si la modificación de un EMA podría ser considerada como un cambio de consideración**, es decir, realizar el análisis artículo 2 letra g) del RSEIA. La respuesta depende ciertamente del alcance de la modificación, puesto que existen cambios que no necesariamente tienen mayores implicancias ambientales (cambio en la ubicación de un punto de monitoreo o de la frecuencia de medición). Por otra parte, también pueden existir casos interpretados como un cambio en el estándar ambiental, lo cual sí amerite un proceso de evaluación ambiental (por ejemplo, a través de la modificación de la medida debido a una modificación de los umbrales)[102].

En caso de que cumpla con algunos de los literales de la letra g) del artículo 2 del RSEIA, aplicando un cambio de consideración, dicha modificación pudiese requerir de su ingreso al SEIA.

[100] Existen numerosos ejemplos de PAT que involucran distintas zonas, objetivos, indicadores y acciones que los vuelven extensos y técnicamente complejos. Por ejemplo, ver los casos de los proyectos de extracción de sales y litio en el Salar de Atacama, o el caso de Optimización Proyecto Minero Cerro Casale.
[101] Notar que, como parte de los contenidos mínimos de un PAT, el criterio del SEA exige "Análisis de eficacia del PAT considerando los puntos de observación, umbrales y acciones de tal manera que sea consistente y demostrativo de sus fines preventivos. Este deberá ser realizado a través de la modelación de las acciones del PAT y simulación de escenarios de activación que muestren su efectividad."
[102] Ver el procedimiento de sanción Rol F-041-2016 seguido por la SMA en contra de SQM Salar, en donde se formuló un cargo clasificado como gravísimo por eludir al SEIA, relacionado con la modificación de ciertas variables del Plan de Contingencias (asimilable a un PAT).

Alternativamente, y dadas las características de un EMA, es muy probable que se cumplan los supuestos para que se configure una revisión de la RCA conforme a lo dispuesto en el artículo 25 quinquies de la Ley. Esta vía puede activarse de oficio o a petición del Titular o del directamente afectado, es decir, puede ser activada directamente por el SEA o bien solicitada por el propio Titular. En cualquier caso, existe un instructivo del SEA que detalla el proceso, sus requisitos, plazos e implicancias[103].

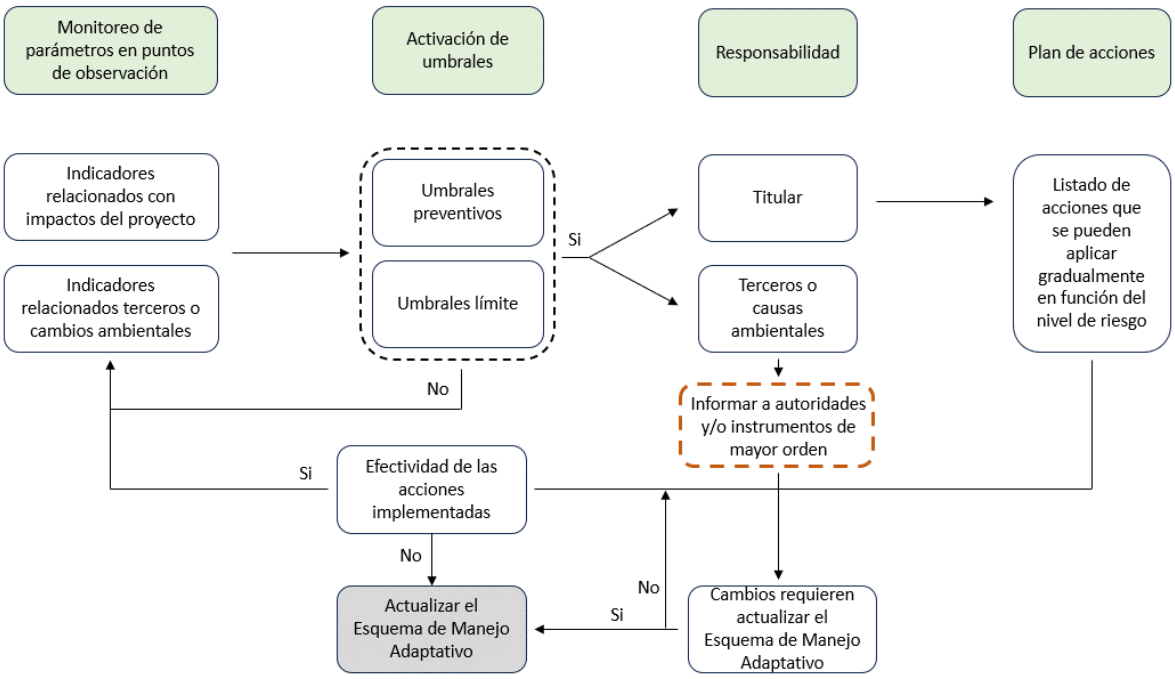
Ahora bien, ya sea mediante un nuevo ingreso a evaluación ambiental, o por medio de la revisión de la RCA correspondiente, bajo los tiempos que involucra la práctica habitual no podría sostenerse un procedimiento abreviado o expedito. El **riesgo de que el proceso sea extenso y complejo** es generar una resistencia importante a emprender las modificaciones requeridas para mejorar el desempeño de los EMA, pudiendo también traducirse en plazos que no permitirían seguir el paso de la evolución del sistema considerando todos los factores indicados[104]. Se recomienda entonces realizar una **mejora a nivel de gestión del SEIA (sin involucrar cambios legales)**, procedimentando o generando condiciones especiales para la modificación de los EMA por las vías legales que corresponda. Puede ser de utilidad para ello explorar un **trabajo colaborativo con la SMA**, que es el organismo que tiene más información respecto del desempeño ambiental de un proyecto (en base al seguimiento ambiental) y el estado de territorio.

Se hace la prevención de que pueden obtenerse resultados distintos a los proyectados debido de infracciones a algún instrumento o normativa (ya sea ambiental o no), por parte del Titular o de terceros, cuyas actividades inciden en el objeto de protección e impactan a su vez en las métricas del EMA. En este caso, la vía más idónea no es la modificación del EMA, sino que realizar las denuncias que corresponden para que los organismos encargados de la fiscalización de la normativa infringida puedan tomar las medidas que ameriten el caso, con el objetivo de reestablecer el cumplimiento. En el caso de instrumentos de carácter ambiental corresponde a la SMA su fiscalización, contando para ello con distintas herramientas, entre ellas ordenar medidas provisionales para volver al cumplimiento y controlar riesgos ambientales.

Considerando todos los puntos expuestos con anterioridad, en la Figura 3-78 se presenta un diagrama general para la elaboración de EMA en el SEIA:

[103] Instructivo N°150584 de fecha 25 de marzo de 2015, que imparte instrucciones en relación al artículo 25 quinquies de la Ley N°19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente y al artículo 74 del Decreto Supremo N°40 de 2012, del Ministerio del Medio Ambiente, Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.
[104] Se recomienda que la definición del mecanismo idóneo sea parte de un trabajo coordinado entre el SEA y la SMA, dadas las competencias que ambos ostentan.

Figura 3-78. Propuesta general para un Esquema de Manejo Adaptativo (EMA)



Fuente: Elaboración propia.

Un aspecto central de un EMA es la definición de umbrales que sean adecuados, lo cual representa un desafío relevante en los casos en que no existe normativa asociada, como ya fue discutido en el numeral 3.1. Otro aspecto clave consiste en las medidas que se incorporen como parte del plan de acciones, cuyo objetivo debe ser la reducción de los efectos derivados de los FGI que sean identificados como relevantes, ya sea por medio de la reducción de la perturbación en sí misma (ej., medida operacional) o por medio de la mitigación de su magnitud, duración o extensión (ej., medidas de contención). El catálogo de medidas posibles puede resultar muy extenso y ser fuertemente dependiente de la tipología del proyecto, sus características específicas y/o la condición y dinámica del objeto de protección en la localización específica donde podrían manifestarse los impactos. Cabe señalar que el EMA resulta a su vez compatible con las medidas de compensación establecidas por un instrumento regulador a nivel estratégico (ej. Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica). Aun así, a continuación, se propone un listado a modo de ejemplo, por objeto de protección (ver Tabla 3-38).

Tabla 3-38. Ejemplos de medidas para un Esquema de Manejo Adaptativo

Objeto de protección	Tipo de Medida
Aire (calidad)	En la actualidad las medidas de los planes de prevención y/o descontaminación imprimen la ejecución de actividades ante situaciones particulares de niveles de calidad del aire. Sin bien estas actividades responden a otro instrumento de

Tabla 3-38. Ejemplos de medidas para un Esquema de Manejo Adaptativo

Objeto de protección	Tipo de Medida
	carácter ambiental, puede ser homologado por proyectos sin la necesidad de estar en un área bajo la condición de saturación o latencia. Otro ejemplo que existe hoy en día tiene relación con los Planes Operacionales que responden a determinados procesos o industrias (termoeléctricas, fundiciones), donde también quedan sujetas a las condiciones meteorológicas del sector.
Agua	Operacional: reducción de la extracción de agua, tratamiento de aguas de proceso o de contacto previo a descarga, eliminación de descargas (recirculación), cubrir sectores de acopio para evitar generar aguas de contacto, racionalizar el uso de productos químicos en el ambiente o cambiarlos por otros de menor impacto. Contención: impermeabilización de piscinas de proceso o sectores de acumulación de residuos lixiviables (aguas de contacto), barreras hidráulicas, pantallas cortafuga.
Suelo	Medidas de mitigación de pérdida de suelo, las cuales pueden ser escalares, dependiendo de la evolución de la pérdida de suelo de manera acumulativa. Se pueden ir adaptando y adicionando las medidas de mitigación como por ejemplo la pérdida de suelo, a través de distintas actividades, desde el rescate y acopio de los horizontes orgánicos, hasta la construcción de obras de contención disminuyendo la energía cinética de la escorrentía, control y conducción de la escorrentía superficiales. En una siguiente derivada, serían las medidas de restauración, pudiendo ser de carácter físico (construcción de obras para revertir procesos erosivos), estabilización a través de la revegetación, aplicación de subsolados para la descompactación de los suelos, y reposición de la condición original de los suelos caracterizados.
Flora	Para el componente flora y vegetación y la pérdida de este, es la implementación de programas de reforestación para las formaciones vegetales, y para especies en algún estado de conservación e implementación de tecnologías satelitales para la cuantificación de los comportamientos de las comunidades vegetacionales. Definición de lugares con condición crítica para la conservación, lo que conlleva acciones de no intervención y/o la restricción de acceso temporal.
Fauna	Medidas de diseño para evitar contacto entre fauna e infraestructura (desviadores de vuelo en LAT, rejillas en aducciones en centrales térmicas, otros). Enriquecimiento de hábitat.
Ecosistemas	Dado por estudios específicos de capacidad de carga o estudios ecosistémicos. Podrían utilizarse umbrales o indicadores para ilustrar qué tipo de eventos pueden ocurrir si el desarrollo alcanza cierto nivel o intensidad. Definir estándares y umbrales para sistemas terrestres o acuáticos puede ser más desafiante que para el aire o el agua. Las Soluciones Basadas en la Naturaleza (NBS) pueden ser útiles para definir medidas; no obstante, debe tenerse presente que la escala debe ser acorde a la evaluación ambiental de proyectos[105].

[105] El Comité Científico de Cambio Climático ha adoptado la siguiente definición: "*Soluciones basadas en la naturaleza: acciones para proteger, gestionar de manera sostenible y restaurar ecosistemas naturales o modificados, que abordan desafíos de la sociedad como el cambio climático, la seguridad alimentaria e hídrica o el riesgo de desastres, de manera eficaz y adaptativa, al mismo tiempo que aportan al bienestar humano y proporcionan beneficios para el resto de la biodiversidad.*"
Mayores detalles pueden encontrarse en:
https://cambioclimatico.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2020/07/Informe-SB-borrador.pdf

Tabla 3-38. Ejemplos de medidas para un Esquema de Manejo Adaptativo

Objeto de protección	Tipo de Medida
Salud de la Población	Considerando que este objeto de protección se encuentra representado por distintos componentes, las medidas de manejo adaptativo se circunscriben en aquellas ya mencionadas para Aire. En el caso del resto de componentes o emisiones consideradas resulta más complejo distinguir este tipo de medidas, sin embargo, es posible distinguir lo siguiente: • En el caso de las emisiones de electromagnetismo, lumínicas y sombra intermitente, las actividades de los proyectos que lo generen deberían considerar medidas para evitar su ocurrencia. • Para emisiones sonoras, se adoptan medidas respecto de los horarios de funcionamiento (se acota la actividad para que su ocurrencia suceda en horarios diurnos. En este sentido es una forma de disminuir la percepción del ruido, sin embargo, desde la perspectiva de la adaptación, podría existir una evaluación en el seguimiento de esta emisión, que permita responder y adaptar la medida según la realidad del sector, la temporalidad de las actividades y el resto de las medidas propuestas durante el proceso de evaluación ambiental. • En el caso de las vibraciones, también se concibe actualmente desde la perspectiva del horario. • Para la exposición a contaminantes, se puede homologar a lo referido a calidad del aire. En caso en particular se debe mencionar que lo que buscaría el manejo adaptativo está orientado a la disminución del riesgo a la salud de la población, así como también aquellas situaciones que, a pesar de todos los esfuerzos, se materializa este riesgo o la afectación. En este contexto, es importante aclarar que dichas medidas ambientales son diferentes a aquellas aplicables en el contexto de activación del Plan de Emergencias y Contingencias de cada proyecto de inversión.

Fuente: Elaboración propia.

Como se ha planteado anteriormente, la disponibilidad de información territorial es un aspecto crucial para facilitar y mejorar la evaluación de los impactos acumulativos. En esta línea, es recomendable que la información ambiental y operacional[106] que se genere sea **informada a las Autoridades en un formato estandarizado que permita procesarla digitalmente**, ya que permitirá a organismos del estado y terceros identificar y cuantificar los efectos del proyecto en evaluación sobre los objetos de protección, lo cual será información útil para desarrollar futuras evaluaciones de impactos acumulativos o políticas públicas a nivel territorial (por ejemplo, desarrollar o alimentar instrumentos de segundo orden como normas de calidad, los cuales a su vez pueden actuar sobre los proyectos).

Al respecto, es importante reconocer el trabajo desarrollado por la SMA, que ha avanzado en esta línea y ha instruido la aplicación de formatos estandarizados en Excel para reportar

[106] Es relevante la información operacional que se relaciona con los FGI, ya que permitirá a organismos del estado y terceros identificar y cuantificar los efectos del proyecto en evaluación sobre los objetos de protección, lo cual será información útil para desarrollar futuras evaluaciones de impactos acumulativos o políticas públicas a nivel territorial.

información del componente hídrico[107] y de biodiversidad[108]. Sería de suma utilidad que se desarrollen formatos de este tipo para los demás componentes priorizados y, sobre todo, que esta información sea puesta a disposición de forma integrada por medio de portales de Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) que permitan su análisis directo y la descarga de metadatos para su posterior procesamiento.

3.3.7 *RELACIÓN ENTRE EL SEIA E INSTRUMENTOS DE ORDEN SUPERIOR*

3.3.7.1 Rol de la EAE frente a la problemática de impactos acumulativos[109]

3.3.7.1.1 Orígenes de la EAE en Chile

En la historia de la Ley N° 20.417 existen referencias a los impactos acumulativos en relación con la EAE, lo cual refleja que al menos –en principio– en la discusión legislativa se pretendía que esta materia fuera parte de la EAE.

Para ilustrar lo anterior se reproduce a continuación un extracto de la historia de la Ley, que se repite 4 veces a lo largo de esta[110], y que destaca los objetivos de la EAE. Esto formaba parte del proyecto original que estaba contenido en el mensaje presidencial.

> "En primer lugar, se crea la Evaluación Ambiental Estratégica. Esta es el procedimiento realizado por el Ministerio sectorial respectivo, para que se incorporen las consideraciones ambientales del desarrollo sustentable, al proceso de formulación e implementación de las políticas y planes de carácter normativo general, que tengan impactos sobre el medio ambiente o la sustentabilidad, de manera que ellas sean integradas en la dictación de la respectiva política y plan, y sus modificaciones sustanciales.
>
> Su objeto será anticipar los eventuales efectos ambientales adversos asociados o que puedan derivarse de la definición de una determinada política o plan y de ese modo, considerar la prevención o mitigación de tales efectos o los mecanismos para **evitar la generación de efectos ambientales acumulativos**" (énfasis agregado).

De la simple lectura del pasaje, queda de manifiesto que uno de los roles centrales para los cuales estaría llamada la EAE es para evitar la generación de impactos acumulativos. Esto no tiene nada de nuevo, de hecho, es totalmente concordante con lo que indica la experiencia internacional.

Por ejemplo, los impactos acumulativos están explícitamente regulados en instrumentos de carácter estratégico en Canadá[111] y la Comunidad Europea[112], por citar algunos.

[107] Resolución Exenta SMA N°894/2019 que "Dicta instrucciones para la elaboración y remisión de informes de seguimiento ambiental del componente ambiental agua".
[108] Resolución Exenta SMA N°343/2022 que "Dicta instrucciones para la elaboración y remisión de informes de seguimiento ambiental del componente ambiental biodiversidad para los proyectos que cuentan con resolución de calificación ambiental".
[109] Numeral basado principalmente en Walker, 2016.
[110] Páginas 18, 94, 480 y 691 de la Historia de la Ley N° 20.417.
[111] Canadian Council of Ministers of the Environment, 2009.
[112] Comunidad Europea, Directiva 2001/42/CE.

Ahora bien, la definición que está actualmente vigente en Chile según la Ley N° 19.300 es la siguiente:

> "*Evaluación Ambiental Estratégica: El procedimiento realizado por el Ministerio sectorial respectivo, para que se incorporen las consideraciones ambientales del desarrollo sustentable, al proceso de formulación de las políticas y planes de carácter normativo general, que tengan impacto sobre el medio ambiente o la sustentabilidad, de manera que ellas sean integradas en la dictación de la respectiva política y plan, y sus modificaciones sustanciales*".

Como puede apreciarse, la EAE nació con una vocación directamente ligada al control de los impactos acumulativos, sin embargo, esto se perdió durante la tramitación de la Ley. Es más, no sobrevivió ninguna mención explícita a los impactos acumulativos en relación con la EAE, sino que solo se habla de "consideraciones ambientales", que es un término muy amplio como para asociarlo con algún tipo de impacto en particular.

Un aspecto a destacares la vinculación que exige la Ley entre el SEIA y la EAE. Específicamente, en el artículo 8 de la Ley N° 19.300 se establece que "los proyectos o actividades sometidos al sistema de evaluación de impacto ambiental deberán considerar siempre las políticas y planes evaluados estratégicamente". De forma complementaria, se desprende del artículo 15 del D.S. N°40/2012, del Ministerio del Medio Ambiente, que el foco deberá estar en "la compatibilidad del proyecto o actividad con el uso del territorio y los objetivos ambientales de tales políticas y planes".

3.3.7.1.2 Reglamento de la EAE

El Reglamento de la EAE entró en vigencia en noviembre del año 2015 por medio del Decreto Supremo N°32, del Ministerio del Medio Ambiente.

En dicho Reglamento no existe ninguna referencia explícita a los impactos acumulativos, sino que –al igual que la Ley– se remite al concepto amplio de "consideraciones ambientales". En este caso, el Reglamento incluye una definición de este concepto en los siguientes términos:

> "Consideraciones Ambientales del Desarrollo Sustentable: El conjunto de objetivos ambientales, efectos ambientales, criterios de desarrollo sustentable que una política, plan o instrumento de ordenamiento territorial, incorpora en su proceso de elaboración o modificación sustancial, al ser sometido a Evaluación Ambiental Estratégica".

Como puede apreciarse, el concepto de mayor interés para el tema en estudio son los "efectos ambientales", que se definen a su vez en el Reglamento como:

> "Efectos Ambientales: Corresponden a las implicancias sobre el medio ambiente y la sustentabilidad que generarían las opciones de desarrollo planteadas por la política, plan o instrumento de ordenamiento territorial sometido a Evaluación Ambiental Estratégica".

Vale la pena notar el carácter amplio y general de las definiciones, que no permite alcanzar mayores niveles de especificidad como serían los impactos acumulativos. En este punto solo puede concluirse que los aspectos regulados de la EAE están en un nivel jerárquico superior al de los impactos acumulativos, por lo que bajo esta lógica no ha habido mención para estos últimos.

3.3.7.1.3 Guías para la EAE

Como se concluyó del análisis realizado anteriormente, la regulación de la EAE está en un nivel jerárquico superior al de los impactos acumulativos, por lo que no ha habido mención para estos últimos. Es precisamente por ello que las guías quedan con un amplio espacio para abordar aspectos en un nivel mayor de detalle. En este caso, existen cuatro guías relacionadas con la EAE, publicadas entre los años 2015 y 2020.

La "Guía de orientación para el uso de la evaluación ambiental estratégica en Chile" (MMA, 2015) tiene por objetivo "disponer de una herramienta de apoyo con orientaciones conceptuales y metodológicas para la aplicación de la EAE en procesos de formulación de políticas y planes de carácter normativo e instrumentos de ordenamiento territorial, en el marco de la normativa vigente en Chile". Citando a Partidário (2012), la guía señala que dentro de las contribuciones de la EAE se cuenta "detectar oportunidades y riesgos de carácter estratégico en las opciones analizadas y **facilitar la consideración e implicaciones acumulativas**" (énfasis agregado). Además, en la Tabla 1 de la referida guía se presenta una comparación entre la Evaluación Ambiental Estratégica y la Evaluación de Impacto Ambiental en que se discute la diferencia de estos instrumentos en relación con los impactos acumulativos. Mientras que en la Evaluación de Impacto Ambiental existe una "Revisión limitada de los impactos acumulados, con frecuencia limitada a fases de un proyecto específico. No cubre desarrollos a nivel regional ni proyectos múltiples", la Evaluación Ambiental Estratégica "**Inherentemente, incorpora la consideración de los impactos acumulativos**" (énfasis agregado).

Esto último es relevante puesto que al reconocerse que la EAE considera los impactos acumulativos "inherentemente", se le da un carácter de hecho a este aspecto, confirmando que pese a no estar incluido expresamente en la Ley ni en el Reglamento, forma parte indisociable de la EAE.

Por su parte, la "Guía de orientación para incorporar la dimensión ambiental en procesos de ordenamiento territorial sustentable" tiene por objetivo "establecer orientaciones para la incorporación de la dimensión ambiental en los procesos asociados al ordenamiento territorial con la finalidad de asegurar intervenciones bajo el marco del desarrollo sustentable".

Si bien **en esta guía no existen referencias a los impactos acumulativos, se presta especial atención a lo que se reconoce como "sinergias territoriales"**, y que en la guía se definen como:

> "Sinergias: acción de dos o más elementos (en este caso decisiones de política) que generan un efecto superior al que se conseguiría con las sumas individuales. El análisis de sinergias implica la consideración de todas las consecuencias (positivas y negativas) de la decisión".

Esta definición resulta clave, puesto que en la guía se considera que la evaluación de las sinergias territoriales es uno de los contenidos fundamentales para la incorporación de la dimensión ambiental en el ordenamiento territorial sustentable.

Asimismo, se detallan las contribuciones que genera la guía para los procesos de ordenamiento territorial, las cuales se relacionan, entre otros, con la "evaluación de sinergias positivas y negativas que se producen en el territorio, estableciendo directrices o recomendaciones para mitigar o prevenir las negativas y potenciar las positivas".

En línea con lo anterior, la guía propone una metodología específica para el análisis de las sinergias territoriales, que incluye tres componentes:

- Espacialización de temas y subtemas ambientales.
- Análisis de tendencias.
- Análisis de sinergias de los temas y subtemas ambientales y de otras decisiones de ordenamiento territorial sustentable.

Si bien no se describirá ni abordará en detalle la metodología propuesta, lo importante es reconocer que la guía incorpora el análisis de las sinergias territoriales como una parte fundamental para lograr el ordenamiento territorial sustentable en el marco de la EAE, y para ello provee de una definición (y de una metodología) que puede asimilarse a los impactos acumulativos del tipo sinérgico.

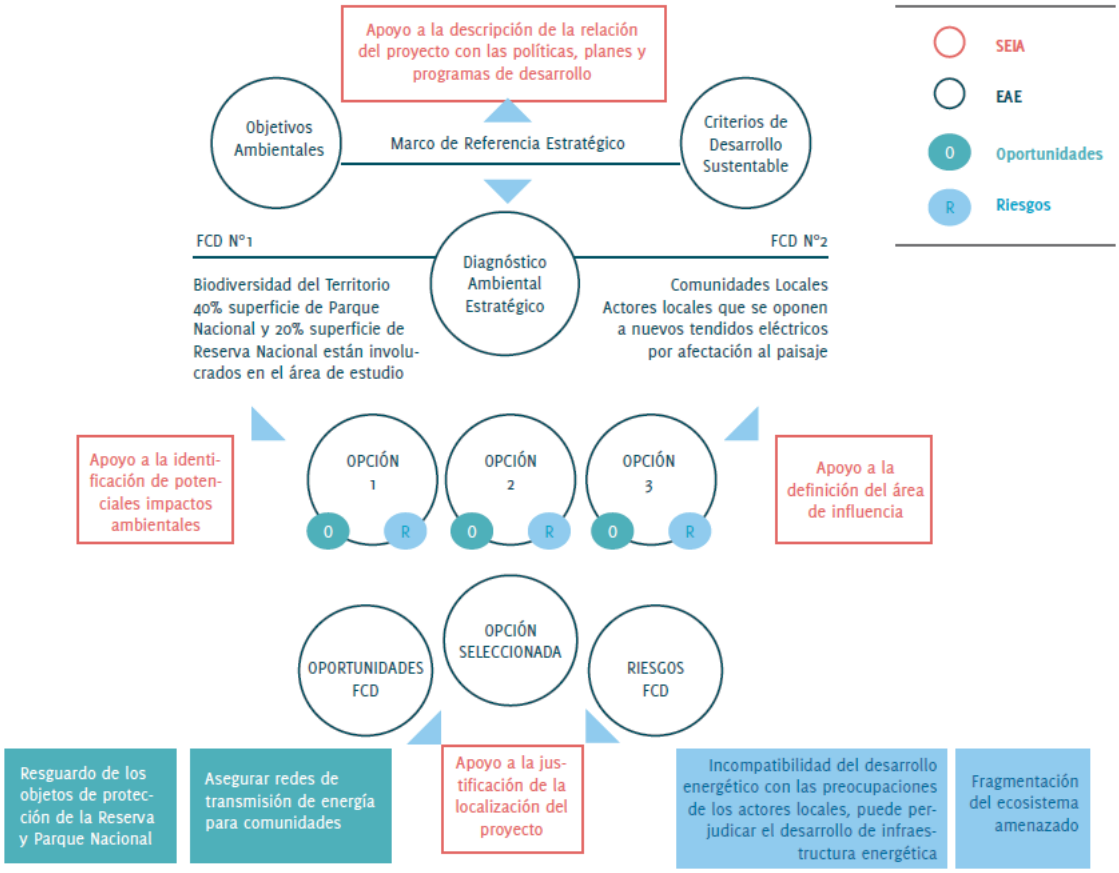
En la "Guía para articular el proceso de Evaluación Ambiental Estratégica con la Evaluación de Impacto Ambiental – Estudios de Franjas y Proyectos de Transmisión Eléctrica" (MMA, SEA, Min Energía, 2018) se indica que:

> "(…) la decisión de localización de la línea de transmisión se radicó en el Estado, luego de realizar un estudio que busca alternativas en que se compatibilicen de la mejor manera posible las consideraciones ambientales, sociales y técnico-económicas presentes en el territorio. Para apoyar la toma de esta decisión, este estudio se acompaña de una Evaluación Ambiental Estratégica (EAE), que busca identificar de manera temprana los principales temas ambientales y de sustentabilidad presentes en el territorio, evaluar alternativas y crear instancias de coordinación con los demás servicios públicos.
>
> Una vez que la decisión de localización del proyecto es tomada por el Estado (a través de Consejo de Ministros para la Sustentabilidad), se licita su construcción y el titular que se la adjudique debe terminar de definir el proyecto y evaluar sus impactos en el marco del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA).

> Considerando que en este tipo de proyectos convergen dos instrumentos de gestión ambiental distintos, pero complementarios (EAE y SEIA), la presente Guía tiene por objetivo orientar la coordinación de los distintos actores y dar continuidad efectiva a ambos instrumentos. Para ello, por una parte, identifica contenidos de la EAE que pueden apoyar la posterior evaluación del proyecto en el marco del SEIA; y, por la otra, entrega lineamientos que aseguren un trabajo coordinado y continuo de los Órganos de la Administración del Estado en ambas instancias de evaluación".

En la Guía de detallan varios aspectos que vinculan a la EAE con el SEIA, destacando el rol previo de la EAE en la identificación de los objetivos ambientales y en la definición de criterios de sustentabilidad para, junto con otros criterios de decisión, analizar distintas opciones de proyectos (en este caso franjas). A modo de resumen se provee de una figura ejemplificadora que se reproduce a continuación. En dicha figura pueden identificarse como parte de la EAE distintos elementos que inciden en el SEIA y que son de especial utilidad para el tema de los impactos acumulativos, a saber, proveer de un marco referencial estratégico (objetivos ambientales y criterios de sustentabilidad, que pueden condicionar la definición de umbrales), identificación de impactos, y definición del área de influencia. Ciertamente se esperaría que al realizar una EAE se identifiquen los temas ambientales críticos de un territorio, dentro de los cuales debieran estar los impactos acumulativos de relevancia que podrían estarse manifestando.

Figura 3-79. Ejemplo de articulación de contenidos EAE con SEIA



Fuente: Guía para articular el proceso de evaluación ambiental estratégica con evaluación de impacto ambiental (2018).

Por último, se cuenta con el "Manual de Contenidos y Procedimientos para la Aplicación de la Evaluación Ambiental Estratégica en los Instrumentos de Planificación Territorial" (Circular N°180 DDU 430 Minvu, del 14 de abril de 2020). Dicho Manual abarca los tipos de Instrumentos de Planificación Territorial sobre los cuales aplica el procedimiento de (EAE), conforme lo dispuesto en la Ley N° 19.300, y que corresponden a todos los niveles de planificación previstos en la Normativa de Urbanismo y Construcciones, correspondientes a:

- Planificación Urbana Intercomunal o Metropolitana: Plan Regulador Intercomunal o Metropolitano.
- Planificación Urbana Comunal: Plan Regulador Comunal, Plan Seccional y Plan Seccional de Remodelación (artículo 72 LGUC). A ellos se suman las modificaciones al IPT a través del artículo 50 de la LGUC.

No se encontraron referencias explícitas a impactos acumulativos o sinérgicos en el texto, pero sí existe una referencia a los problemas ambientales y de sustentabilidad que incumben al proceso de planificación, los cuales se refieren a la influencia humana o natural sobre los ecosistemas que conducen a una limitación, reducción o incluso a la eliminación de su funcionamiento (MMA, 2015). Dichos problemas se ejemplifican en la siguiente Tabla:

Tabla 3-39. Problemas y preocupaciones ambientales y de sustentabilidad en IPTs

IPT Nivel Intercomunal	IPT Nivel Comunal
• Pérdida del suelo agrícola de alta calidad por incremento de la urbanización dispersa en el área rural. • Subdivisión del suelo rural en tamaños prediales menores a 5.000 m^2. • Microbasurales asociados a los canales de riego, en el entorno de los asentamientos poblados.	• Deterioro por presencia de zonas industriales en desuso. • Algunas industrias generan ruidos, olores y emanaciones que impactan en la salud y calidad de vida de los vecinos. • Grandes predios de actividades industriales que limitan la conectividad local haca las avenidas metropolitanas.

Fuente: DDU 430, MINVU (2000).

Como puede apreciarse, algunas de las preocupaciones ambientales coinciden con potenciales impactos acumulativos ya identificados, por ejemplo, pérdida de suelo, ruido, olores, emisiones, entre otras.

3.3.7.1.4 Conclusiones sobre el rol de la EAE

A nivel internacional ha existe una discusión sobre la forma más efectiva para la gestión de los impactos acumulativos. Algunos dicen que debiera realizarse íntegramente por medio de instrumentos de carácter estratégico (en Cooper & Sheate (2004) se pueden encontrar diversas referencias a autores que sostienen esta visión), mientras que otros abogan por una gestión integrada y colaborativa, que abarque tanto en los instrumentos estratégicos como en la evaluación ambiental de proyectos (Cooper & Sheate, 2004; Therviel & Ross, 2007; Noble, 2010; Seitz *et al*., 2011). Esta última posición es la que parece tomar más fuerza, aunque, en cualquier caso, no existe duda de que los instrumentos de carácter estratégico son los más idóneos para enfrentar el problema de los impactos acumulativos.

Esta postura se reflejaba explícitamente en los inicios de la discusión sobre la EAE en Chile, cuando la Ley estaba en gestación. Sin embargo, durante la tramitación se perdió esta referencia explícita, pero quedaron una serie de elementos en las distintas guías técnicas de la EAE que se encuentran publicadas, y que dan cuenta de que se mantiene la vocación original de la EAE para evaluación y gestión de los impactos acumulativos.

Dicho lo anterior, se advierte que la EAE se encuentra subutilizada en circunstancias en que podría jugar un rol protagónico en relación con los impactos acumulativos, siempre en

articulación con el SEIA, siguiendo un modelo similar al planteado para los estudios de franjas y proyectos de transmisión eléctrica.

3.3.7.2 Relación entre el SEIA y otros instrumentos

Tal como se consignó en el Informe OE1, debe reconocerse que la ocurrencia de efectos acumulativos es consecuencia de la contribución de múltiples proyectos o actividades. En atención a ello es que diferentes autores han señalado que, para la gestión y mitigación de los impactos acumulativos, también se requieren soluciones "acumulativas" (Thervivel y Ross, 2007; Canter y Ross, 2010; Canter, 2015), en el sentido que deben estar compuestas por diversas medidas que tienen que ser aplicadas por la gran variedad de actores que contribuyen a la generación de un impacto en el territorio.

En la guía del IFC (IFC, 2013) **se recalca que en la mayoría de los casos no es posible para un solo proyecto prevenir o evitar que los impactos acumulativos de múltiples proyectos resulten en una condición inaceptable en el estado final del medio ambiente**, y por lo tanto usualmente la única opción para manejar los impactos acumulativos asociados a múltiples proyectos recae en la implementación de medidas de gestión colaborativas y de carácter regional.

Estas **soluciones acumulativas o colaborativas** van más allá del alcance permitido comúnmente en el marco de la evaluación ambiental de un proyecto, pudiendo ser necesaria la aplicación de múltiples instrumentos de gestión, tanto a nivel estratégico (nacional, regional y comunal) como a nivel de proyecto (local). Estos se pueden desarrollar en la esfera del primer orden, estableciendo las bases y principios fundamentales que rigen la organización y funcionamiento del Estado chileno (instrumentos legales y normativos de mayor jerarquía en el sistema jurídico). Existen también instrumentos de segundo orden, que tienen como objetivo desarrollar y detallar las disposiciones generales establecidas en la Constitución y las leyes orgánicas, y se presentan como normas legales y reglamentos. Y, por último, se encuentran los instrumentos de tercer orden que hacen referencia a regulaciones y disposiciones administrativas de menor jerarquía, emitidas por organismos y entidades gubernamentales para proporcionar más detalle en cuando a la aplicación de políticas públicas, leyes y reglamentos.

Ahora bien, tal como fue relevado por Walker e Irarrázabal (2016), en el contexto nacional existe una seria limitación para aplicar dicha estrategia, por cuanto existe una carencia de los instrumentos complementarios al SEIA para los fines requeridos. Por ejemplo, existe una deuda histórica respecto de desarrollo del Ordenamiento Territorial en Chile, la cobertura a nivel nacional de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental (recursos hídricos) es muy limitada, y la Evaluación Ambiental Estratégica ha sido utilizada con poca frecuencia. Si bien esta situación no es una razón para obviar la evaluación de los IAS en el SEIA, debe reconocerse que, **ante la ausencia de instrumentos complementarios de primer y segundo orden, el ejercicio que se realice en la evaluación de proyectos presentará limitaciones**

para abordar el problema de forma integral, las cuales son inherentes a la capacidad del instrumento.

No obstante, existe una serie de instrumentos de esta índole que sí han sido desarrollados, y que son subutilizados en la esfera del SEIA. Reconocer la existencia de dichos instrumentos y ponerlos en valor para la evaluación de impactos acumulativos no es solo necesario, sino que es fundamental. También es importante reconocer las brechas, ya que ello permitirá poner en evidencia los vacíos y desarrollar estrategias para priorizarlos y eventualmente abordarlos.

A continuación, en la Tabla 3-40 se presenta un listado de instrumentos complementarios al SEIA junto con una breve reseña del rol que podrían cumplir para abordar el tema de los impactos acumulativos.

Tabla 3-40. Instrumentos complementarios al SEIA de relevancia para los efectos acumulativos

Componente	Instrumento	Rol
Aire (Calidad)	Normas de emisión	Seguimiento y reportabilidad.
	Declaración de zona saturada	Definición de riesgo para la salud o efectos sobre los RRNN
	Planes de prevención y/o descontaminación ambiental	Restricciones de actividades y compensación de emisiones.
	Tratados internacionales	Restricciones de actividades.
	Convenio de Viena para la Protección de la Capa de Ozono y el Protocolo de Montreal.	Restricciones de actividades.
	Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes y el Convenio de Rotterdam.	Restricciones de actividades.
	Guías y Manuales Internacionales	Identificación, medidas y seguimiento.
Agua	Normas Secundarias de Calidad Ambiental (NSCA)	Definir umbrales de significancia.
	Planes de descontaminación (solo 1 en desarrollo[113])	Identificación, medidas y seguimiento.
	Planes Estratégicos de Recursos Hídricos en Cuencas (art. 293 Bis del Código de Aguas).	Definición de umbrales.
	Planes de manejo para recursos naturales renovables (art. 42, Ley 19.300).	Medidas y seguimiento.
	Planes de Alerta Temprana (PAT)	Medidas y seguimiento.
	Decretos que declaran Zona de Escasez Hídrica	Identificación y medidas.
	Limitación de ejercicio de derechos por la DGA	Identificación y medidas.

[113] En Lago Villarrica.

Tabla 3-40. Instrumentos complementarios al SEIA de relevancia para los efectos acumulativos

Componente	Instrumento	Rol
Suelo	Normas Secundarias de Calidad Ambiental (NSCA)[114]	Definir umbrales de significancia.
Flora	Planes de Recuperación, Conservación y Gestión de Especies (RECOGE)	Identificación y medidas
	Ley N°20.283/2008. MINAGRI. Ley sobre recuperación del bosque nativo y fomento forestal.	Identificación, medidas y seguimiento.
	Decreto N°29/2012. MMA. Reglamento de Clasificación de Especie (RCE).	Definir umbrales de significancia.
Fauna	Planes de Recuperación, Conservación y Gestión de Especies (RECOGE)	Identificación y medidas.
	Ley N°19.473/1996 SAG. Ley de Caza y su Reglamento (D.S. N°5/1998, SAG).	Definir umbrales de significancia.
	Decreto N°29/2012. MMA. Reglamento de Clasificación de Especie (RCE).	Definir umbrales de significancia.
	Ley 18.892/1989 y Decreto N°430/1992 Ley General de Pesca y Acuicultura.	Definir umbrales de significancia.
	Convención sobre la Diversidad Biológica.	Restricciones de actividades.
	Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES).	Restricciones de actividades.
	Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES).	Restricciones de actividades.
	Convención sobre la Diversidad Biológica (CDB).	Restricciones de actividades.
	Convención de Ramsar.	Restricciones de actividades.
	Convención de Bonn.	Restricciones de actividades.
	Convención de Berna.	Restricciones de actividades.
	Convención de Washington.	Restricciones de actividades.
	Guía para la Conservación de la Biodiversidad en Áreas de Influencia.	Identificación, medidas y seguimiento.
	Guía para la Evaluación de Impacto Ambiental de Proyectos de Energía Fotovoltaica.	Identificación, medidas y seguimiento.
	Guía para la Evaluación de Impacto Ambiental de Proyectos de Energía Eólica en Chile.	Identificación, medidas y seguimiento.
Ecosistemas	Política Nacional de Áreas Protegidas.	Restricciones de actividades.
	Política Nacional para la Protección de Especies Amenazadas.	Restricciones de actividades.

[114] Anteproyecto recién ingresado durante el 2023, el cual debiese consignar umbrales.

Tabla 3-40. Instrumentos complementarios al SEIA de relevancia para los efectos acumulativos

Componente	Instrumento	Rol
	Estrategia Nacional de Biodiversidad.	Restricciones de actividades.
	Estrategia Nacional para la conservación y uso racional de humedales.	Restricciones de actividades.
	Ley N°20.283/2008. MINAGRI. Ley sobre recuperación del bosque nativo y fomento forestal.	Identificación, medidas y seguimiento.
	Ley N°19.473/1996 SAG. Ley de Caza y su Reglamento (D.S. N°5/1998, SAG).	Definir umbrales de significancia.
	Ley 18.892/1989 y Decreto N°430/1992 Ley General de Pesca y Acuicultura.	Definir umbrales de significancia.
	Ley N°19.473/1996 SAG. Ley de Caza y su Reglamento (D.S. N°5/1998, SAG).	Definir umbrales de significancia.
	Decreto N°29/2012. MMA. Reglamento de Clasificación de Especie (RCE).	Definir umbrales de significancia.
Salud de la Población	Normas Primarias de Calidad Ambiental (aire)	Definición de umbrales
	Normas de emisión	Definición de umbrales[115] Seguimiento y reportabilidad
	Normas de emisión de olores	Definición de umbrales
	Normas de emisión de ruido	Definición de umbrales
	Norma de emisión de luminosidad	Restricciones de diseño alumbrados exteriores
	Norma de sustancia peligrosas	Identificación y medidas
General / varios	Evaluación Ambiental Estratégica de IPTs	Restricciones de actividades y Definir umbrales de significancia.
	Ley SBAP	Párrafo 4° Instrumentos para la conservación de ecosistemas Art. 38 inciso quinto: "El Servicio promoverá, además, la coordinación entre las medidas de compensación de diversos proyectos o actividades, con el objetivo de obtener ganancias en biodiversidad eficientes, eficaces y permanentes".

Fuente: Elaboración propia.

Tal como puede apreciarse, existen objetos de protección con mayor densidad normativa asociada, lo cual puede entregar información crítica para la identificación de impactos acumulativos de preocupación, definición de umbrales de significancia, medidas y seguimiento ambiental. Tal es el caso para aire, salud de la población y agua. Caso contrario es

[115] De acuerdo con el artículo 5° del Reglamento del SEIA, las normas de emisión vigentes serán consideradas para efectos de predecir los impactos sobre los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire de acuerdo con los límites establecidos en estas.

el de suelo, que se encuentra prácticamente desregulado (existe una deuda histórica en cuanto al desarrollo de una norma de suelo).

Ahora bien, la ausencia de estos instrumentos puede traducirse ciertamente en una mayor complejidad para el tema de los impactos acumulativos (identificación de éstos), y en algunos casos derechamente en una limitación (aplicación de medidas). Ello no obsta a que esto pueda ser suplido por medio de medidas de gestión que puedan ser incorporadas en el marco del SEIA. A continuación, se proponen acciones en esta línea:

- Identificación: En algunos casos existen instrumentos que permiten establecer con claridad cuando existe una problemática territorial que evidencia la ocurrencia de impactos acumulativos en un espacio geográfico determinado. Este es el caso, por ejemplo, de la declaración de una zona saturada. La ausencia de este tipo de instrumentos implica la ocurrencia de impactos acumulativos deberá ser evaluada mediante la caracterización ambiental del área de estudio, requiriendo un mayor esfuerzo de recopilación de información territorial y de análisis, y dejando a criterio del Titular (en primera instancia) el reconocimiento de esta problemática.
- Umbrales: El establecimiento de umbrales o niveles de tolerancia para la intervención de recursos naturales o afectación de especies es un problema inherentemente de política pública, por cuanto requiere definir un nivel "aceptable" para el país. Esto puede ser desarrollado alternativamente dentro del SEIA siguiendo criterios científicos y ecológicos, pero representa un ejercicio que puede exceder las capacidades de un Titular en términos de la complejidad, alcance y duración de los estudios requeridos[116], y puede ser cuestionado por terceras partes[117] (riesgo de judicialización).
- Medidas: Tal como se indicó, para hacerse cargo de impactos acumulativos se requieren medidas acumulativas que actúen en distintas fuentes. Es así como existen instrumentos que, reconociendo la problemática de los impactos acumulativos[118], definen ciertas medidas que son de aplicación obligatoria para distintas fuentes (planes de descontaminación) lo cual, además de ser efectivo, impone medidas cuya idoneidad no requiere ser evaluada en el SEIA (ya viene dada por el otro instrumento). Aun así, es preciso reconocer que la sola aplicación de las medidas contempladas en un instrumento podría no ser suficientes para efectos de la evaluación de un proyecto específico en el SEIA, tal como ha sido reconocido en la "Guía para la Evaluación Ambiental del Riesgo para la Salud de la Población" (SEA, 2023), en donde se expresa que no es suficiente para mitigar impactos en la calidad del aire el solo cumplimiento del respectivo plan de descontaminación. En este caso, y en el caso de no existir instrumentos, puede resultar compleja la definición de medidas

[116] A modo de ejemplo, el desarrollo de una NSCA para el componente hídrico toma varios años, e incluso más de una década.
[117] Estudios de este tipo suelen estar sujetos a supuestos, limitaciones e incertidumbres, por lo que pueden ser objeto de diversos cuestionamientos.
[118] La contaminación atmosférica de una cuenca urbana es un problema de naturaleza acumulativa, no obstante, no se utiliza formalmente dicho término en los instrumentos asociados.

idóneas para hacerse cargo de un impacto acumulativo desde un proyecto en particular (en lo que le corresponda), por ejemplo, para los objetos de protección bióticos (en especial aquellos que pueden desplazarse dentro y fuera del área de influencia). Una alternativa podría ser explorar la generación por parte del SEA de catálogos de medidas aplicables para ciertas problemáticas territoriales, de manera que los Titulares que se sometan a evaluación consideren dichas medidas, y propiciando que aquellos que ya cuentan con RCA puedan actualizarla en lo que corresponda utilizando un proceso abreviado (medidas de mitigación, planes de prevención de contingencias y planes de emergencias[119]).

[119] La actualización de los planes de contingencia puede ser relevante para la gestión de los impactos acumulativos, ya que algunos funcionan en base a umbrales que gatillan medidas. Para su actualización la SMA ha establecido un mecanismo muy sencillo que consiste en una declaración a través de un sistema electrónico, lo cual se encuentra regulado en la Resolución Exenta SMA N°1610/2018 que "Dicta instrucción de carácter general sobre deberes de actualización de planes de prevención de contingencias y planes de emergencias, y remisión de antecedentes de competencia de la superintendencia del medio ambiente, a través del sistema de RCA".

4. CONCLUSIONES

4.1 OBJETIVO ESPECÍFICO 1

A continuación, se enumeran algunos de los aspectos destacados que surgen de la revisión de información y análisis realizado a lo largo del documento:

- Existe un importante número de países (más de 100) que incluyen la EGIA como parte de su regulación ambiental, no obstante, en Latinoamérica existe una carencia en su reconocimiento, aun cuando se aborda en algunos casos de forma tácita, indirecta o derechamente al margen de la evaluación ambiental.
- A nivel internacional existe más de una decena de documentos guía que presentan metodologías generales para tratar el tema de la EGIA. Si bien no son del todo coherentes entre ellos (responden a distintos esquemas regulatorios y objetivos), proveen de una base teórica que permite llegar a un buen entendimiento del espectro de posibilidades que pueden adoptarse bajo distintos enfoques.
- La etapa metodológica más relevante para la EGIA corresponde al "Scoping", o definición del alcance. Es en esta etapa que se definen los "bordes" del ejercicio, lo cual incluye determinar, a través de un proceso iterativo, los objetos de protección o atributos relevantes sobre los cuales se realizará la evaluación, los límites territoriales y temporales, además de las otros proyectos o actividades que deben ser incorporados.
- Los impactos acumulativos no son una clase diferente de impacto ambiental, más bien son los mismos impactos que se reconocen en la práctica habitual de la evaluación ambiental, siendo diferente, en términos generales, su origen (múltiples fuentes) y forma de generarse (combinación por vía aditiva o interactiva).
- Si bien en la literatura internacional la metodología de la EGIA se basa en el análisis de los impactos en los "Componentes Ecosistémicos Valorados" (VECs, por sus siglas en inglés), esta definición puede ser homologada a los Objetos de Protección Ambiental y Atributos con los que se trabaja en el SEIA.
- Dadas las similitudes relevadas, algunos autores declaran que el ejercicio de EGIA es básicamente lo mismo que la evaluación ambiental, por lo que las metodologías habituales suelen resultar aplicables (determinación del área de influencia, predicción y evaluación de impactos, etc.). Las diferencias son básicamente de alcance, ya que puede involucrar más proyectos o actividades, un mayor período de evaluación y un área más extensa, lo que conlleva en conjunto a un ejercicio más complejo, pero no necesariamente distinto. Siendo así, muchas de las guías y criterios publicados a la fecha pueden resultar aplicables en lo específico.
- Dado el mayor alcance de la EGIA suele transcender de las responsabilidades y capacidades de un proponente en particular en el ámbito del SEIA, y también puede exceder las capacidades propias del instrumento. Es por lo que, para poder

abarcarla en su real dimensión, se requiere de instrumentos que actúen de forma complementaria al SEIA, muchos de los cuales no tienen actualmente la cobertura o el estado de desarrollo requerido en Chile.

- En el caso particular de las medidas de mitigación, reparación o compensación, existe una limitación clara de la evaluación a nivel de proyecto, por cuanto las acciones que adopte un titular difícilmente permitirán hacerse cargo de los impactos provenientes de múltiples fuentes, ya que solo tendrán un efecto parcial (acotado a su contribución). Para ello se necesita otro tipo de instrumentos que puedan actuar a nivel colectivo en el territorio.
- Otro aspecto en el que se identifica una limitación es el seguimiento ambiental, que llevado a cabo exclusivamente a nivel de proyectos puede llevar no solo a limitaciones para caracterizar los impactos acumulativos, sino que también a generar ineficiencias, pérdidas de recursos e incluso efectos contraproducentes. La experiencia internacional sugiere mecanismos colaborativos y multi-actor que permitan abordar el problema de forma más efectiva y eficiente.
- Dados los importantes niveles de incertidumbre que involucra la EGIA por los distintos supuestos que deben realizarse, las herramientas de manejo adaptativo resultan inherentes a la gestión de los impactos acumulativos, por lo que debiesen ser siempre consideradas. Al respecto, resulta necesario desarrollar lineamientos específicos para los distintos componentes, los cuales pueden basarse en la experiencia existente en relación con los Planes de Alerta Temprana (recursos hídricos).

Como reflexión final se destaca que existen la necesidad y los elementos necesarios para realizar una evaluación de impactos acumulativos en el SEIA, sujeto a ciertas limitaciones que se han expuesto y a diversas consideraciones que se han detallado a lo largo del informe, y que se especifican en las recomendaciones que siguen a continuación.

4.2 OBJETIVO ESPECÍFICO 2

- Conforme al Documento Técnico de Salmonicultura en AP (SEA, 2023) y a la Guía Riesgo para la salud de la población (SEA, 2023), el concepto "impacto acumulativo" corresponde "*el resultado de los efectos sucesivos, incrementales y/o combinados de una acción, proyecto o actividad en una zona, territorio o componente determinado, que se pueden sumar a los efectos de otros emprendimientos existentes, planificados y/o razonablemente previsibles, se encuentren con autorización ambiental o sin ella*".
- El artículo 2°, letra h bis) de la Ley N°19.300/1994 proporciona soporte legal al concepto "efecto sinérgico": "... *aquel que se produce cuando el efecto conjunto de* ***la presencia simultánea de varios agentes supone una incidencia ambiental mayor que el efecto suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente***".

- El artículo 18, letra f) del RSEIA indica que "… la "evaluación de impactos sinérgicos" se **deberán considerar los proyectos o actividades que cuenten con calificación ambiental vigente** de acuerdo a lo indicado en el literal e.11 anterior.".
- En términos conceptuales, los impactos acumulativos no son una clase diferente de impacto ambiental; más bien son los mismos impactos que se reconocen en la práctica habitual de la evaluación ambiental, que pueden manifestarse debido su origen o naturaleza, y dependiendo de su forma de generación (múltiples fuentes que interactúan en el tiempo y en el territorio), con las consecuentes diferencias metodológicas requeridas para su evaluación y gestión. De esta forma, los objetos de protección habituales les son plenamente aplicables.
- El análisis de impactos acumulativos aplica para todos los proyectos que ingresan al SEIA, independiente de su vía de ingreso. En un EIA aplica para realizar la Descripción pormenorizada de aquellos efectos, características o circunstancias del artículo 11 de la Ley N°19.300; mientras que en una DIA aplica para descartar los efectos indicados en el mismo artículo, en el escenario más adverso posible.
- El proceso de evaluación en el marco del SEIA debe considerar los antecedentes provistos por otros proyectos cercanos, ya sean EIA o DIA que cuentan con RCA favorable (en fase de tramitación sectorial, construcción, operación, cierre o seguimiento ambiental post cierre); así como también aquellos proyectos que se encuentran en proceso de tramitación ambiental.
- Si bien a nivel nacional existe información relativamente reciente, aun no se observa una aproximación sistemática y consistente al tema, existiendo una importante dispersión de esfuerzos y aproximaciones. Por el contrario, a nivel internacional existe un cúmulo importante de información que es difícil de procesar e integrar debido al gran volumen y diversidad de las fuentes (con sus contextos, alcances, jerarquías, enfoques y objetivos específicos). Lo anterior es confirmado por la extensiva revisión bibliográfica realizada en distintas fuentes, tanto nacionales como internacionales. Aun así, a nivel de objetos de protección y variables fue posible establecer un listado amplio y de consenso, que será de utilidad para la evaluación a nivel de proyecto, entendiendo que una de las etapas metodológicas más relevantes es el **"scoping"** o definición del alcance.
- Si bien la Evaluación y Gestión de Impactos Acumulativos (EGIA) tiene diferencias claras con la evaluación ambiental de proyectos tradicional, ambas se enmarcan en el mismo marco metodológico amplio en el cual se busca predecir y evaluar los potenciales impactos acumulativos (sea cual sea su naturaleza), proponer medidas adecuadas cuando corresponda y realizar un seguimiento de las variables ambientales. Por lo mismo, gran parte de las metodologías que se utilizan comúnmente en la evaluación ambiental de proyectos resultan aplicables para la EGIA.
- En términos más concretos, se logró establecer un paquete de familias de metodologías que podrían ser aplicables según cada objeto de protección, muchas de las cuales son comunes a los distintos objetos de protección. Dichas **metodologías**

forman parte de la práctica habitual de la evaluación ambiental, pero en la próxima entrega serán detalladas con sus particularidades en relación con los impactos acumulativos (Informe Final OE3).

- En relación con la definición de umbrales cobra relevancia la normativa existente que permita cumplir dicho objetivo, a saber, normas de calidad primaria (salud de la población) y secundaria (recursos naturales incluidos aire, agua y suelo). Si bien se puede realizar un análisis científico de capacidad de carga u otro equivalente (según componente), los alcances de dicho análisis quedan comúnmente fuera de los objetivos y posibilidades de un proponente en específico en el marco del SEIA (salvo casos que puedan ser sencillos y acotados territorialmente).
- Las metodologías de manejo adaptativo a nivel nacional no son claras, salvo para el caso de las aguas subterráneas. Existe información y propuestas en distintas fuentes para otros componentes, pero no se observan metodologías más **específicas** de amplio consenso.
- Por último, se identificaron una serie de instrumentos que pueden relacionarse con la evaluación de impactos acumulativos desde el nivel estratégico. No obstante, muchos de ellos se encuentran hoy subutilizados en el país. Dicho de otra forma, existe una baja densidad de éstos. Esto implica que la presión sobre la evaluación de los impactos acumulativos recae principalmente en el SEIA, con los riesgos y limitaciones que ello conlleva.

4.3 OBJETIVO ESPECÍFICO 3

En el desarrollo del presente Informe se han explorado las distintas metodologías utilizadas a nivel nacional e internacional para la evaluación y gestión de impactos acumulativos, considerando tanto guías y manuales de países y organismos no gubernamentales, como publicaciones científicas.

Como parte de los resultados se distinguen dos niveles de metodologías. El primer nivel, considerado como general, describe los pasos o etapas que deben desarrollarse para realizar una evaluación y gestión de impactos acumulativos. El segundo nivel, más detallado, aborda específicamente aspectos relacionados con cada uno de los pasos o etapas descritas en el nivel general.

Para efectos de elaborar una propuesta concreta y aplicable al contexto nacional se han revisado las distintas metodologías, para luego ser contrastadas con el procedimiento y metodologías que caracterizan al SEIA, de tal forma de generar una adaptación consistente con el SEIA.

En cuanto a la metodología general, se destacan los siguientes aspectos:

- Resulta necesario hacer un **análisis previo al ingreso al SEIA**, de responsabilidad del Titular, **donde se defina la aplicabilidad y alcance del ejercicio de evaluación de impactos acumulativos**. Eso será posteriormente incorporado en los capítulos

correspondientes de la DIA o EIA al momento del ingreso. Esta etapa es consistente con lo que se denomina "*Scoping*" a nivel internacional.

- Existe bastante consenso a nivel internacional sobre los pasos metodológicos que debe incorporar un análisis de impactos acumulativos, lo cual tiene muchos puntos en común con los requerimientos legales establecidos para la evaluación ambiental en Chile. En ese sentido, se propone una conceptualización que permite mantener el ejercicio dentro de los bordes del SEIA.
- Para llevar a cabo la evaluación y gestión de impactos acumulativos se reconoce un set de metodologías o "*Toolbox*" comunes de amplio consenso que pueden ser aplicadas a las distintas etapas del proceso. Dichas metodologías no son esencialmente diferentes a las que se utilizan en el marco del SEIA.

Respecto de la forma de abordar cada etapa y las metodologías asociadas, se destaca lo siguiente:

- La descripción del proyecto requiere la realización de un análisis que involucra no solo al proyecto mismo y sus Factores Generadores de Impacto, sino también un análisis de éste en el contexto territorial donde existen otros proyectos o actividades que inciden en los mismos objetos de protección.
- El área de influencia es uno de los aspectos en donde mayores diferencias existen, puesto que requiere la identificación y descripción de otros proyectos, además de las características y estado de los Objetos de Protección susceptibles de ser afectados por estos proyectos o actividades en conjunto con el proyecto en evaluación. De esta forma, el área de estudio que debe considerarse puede resultar mayor a lo que se obtendría sin considerar los impactos acumulativos, lo cual puede llevar a la delimitación de un Área de Influencia también mayor. Los criterios que deben considerarse pueden variar dependiendo sobre todo del Objeto de Protección en estudio, lo cual representa un cambio de enfoque respecto de la práctica habitual.
- Para la predicción y evaluación del impacto ambiental existe un set de metodologías conocidas (*Toolbox*) que fueron descritas en el informe junto con sus fortalezas, debilidades y usos. El aspecto relevante es determinar, para cada caso, cuál o cuáles de estas metodologías serán más idóneas y ciertos aspectos de su aplicación. El ejercicio debe ser integrado finalmente en una Tabla o Matriz que representa una variación de aquellas que se utilizan comúnmente en la evaluación ambiental y que han sido recientemente destacadas por el SEA en una de sus últimas guías publicadas.
- En cuanto al seguimiento ambiental se destaca el hecho de que debe incorporar dos tipos de indicadores, aquellos "incrementales" de uso habitual en la evaluación, y **aquellos "acumulativos" que buscan medir el resultado de los efectos combinados en el Objeto de Protección receptor**. Esto último representa ciertamente un desafío dada la frecuente ausencia de información territorial, pero es un aspecto esencial para el seguimiento de los impactos acumulativos. De acuerdo con la práctica

internacional, debe considerarse el manejo adaptativo como complemento al seguimiento ambiental, para lo cual se propuso una metodología de amplia aplicación que puede ser aplicable para distintos Objetos de Protección.

- Si bien no forma parte del procedimiento formal del SEIA, para realizar una gestión de los impactos acumulativos se reconoce que es imprescindible el uso de otros instrumentos de mayor jerarquía que permitan hacer una gestión colectiva en el territorio. En este sentido se exploró la Evaluación Ambiental Estratégica junto con otros instrumentos sectoriales, respecto de los cuales se realizan recomendaciones para su uso en conexión con el SEIA (retroalimentación en ambos sentidos)

A lo largo del informe se tuvo a la vista las particularidades de los Objetos de Protección priorizados, a saber, Aire, Salud de la Población, Agua, Suelo, Flora, Fauna y Ecosistemas. Para cada uno se incorporaron recomendaciones específicas de cuáles metodologías aplicar junto con información necesaria para su aplicación.

5. RECOMENDACIONES GENERALES

A continuación, se listan las principales limitaciones y recomendaciones asociadas derivadas del presente estudio:

1. Falta de marco conceptual específico. Se requiere incorporar a nivel legal las definiciones básicas, que permitan a su vez sostener a nivel reglamentario un marco conceptual coherente de acción que incluya los elementos y etapas fundamentales.

2. Necesidad de abordar el tema con instrumentos complementarios al SEIA. Resulta necesario identificar los instrumentos complementarios al SEIA que pueden tener un rol tanto en la evaluación, como en la gestión (mitigación) y seguimiento de los impactos acumulativos. De particular relevancia resultan los instrumentos que permitan realizar una gestión colectiva en el territorio, con un alcance amplio en cuanto a proyectos y acciones.

3. Necesidad de delimitar roles y articular instrumentos. Junto con lo anterior, debe definirse los "bordes" de cada instrumento respecto de la EGIA, los mecanismos por medio de los cuales se vincularán y los flujos de información (en ambos sentidos) que permitirá su retroalimentación, sobre todo entre instrumentos que actúan a nivel de proyecto y aquellos de alcance colectivo.

4. Falta de mecanismos para seguimiento territorial. Se sugiere en el corto plazo buscar mecanismos operativos (no necesariamente mediante modificaciones legales y/o reglamentarias) entre el SEA y la SMA para generar condiciones que permitan establecer planes de seguimiento ambiental territoriales y colaborativos cuando sea coherente y necesario.

6. RECOMENDACIONES ESPECÍFICAS

6.1 OBJETIVO ESPECÍFICO 1

A continuación, se compilan y relevan las consideraciones específicas más relevantes expuestas a lo largo del documento en torno a la predicción y evaluación ambiental de impactos acumulativos:

Tabla 6-1. Recomendaciones específicas por cada aspecto relevante analizado

Aspecto	Recomendaciones Específicas
Objetos de Protección afectos a Impactos Acumulativos	A nivel de literatura se trabaja con el concepto de VEC, pero fruto del análisis realizado se llegó a la conclusión de que es un concepto que puede ser homologado al de objeto de protección y atributos asociados. Siendo así, se recomienda reconocer esta equivalencia por lo que no habría necesidad de introducir nuevos conceptos al ámbito del SEIA.
Vías de combinación y tipos de Impactos Acumulativos	Los impactos acumulativos no son una clase diferente de impacto ambiental, más bien son los mismos impactos que se reconocen en la práctica habitual de la evaluación ambiental, siendo diferente, en términos generales, su origen (múltiples fuentes) y forma de generarse (combinación por vía aditiva o interactiva). Si bien, conceptualmente ha surgido una amplia clasificación de impactos acumulativos en base a variados criterios, no se recomienda exigir como un requisito o regla general su clasificación, ya que la sola identificación del tipo de IA puede ser complejo, poco claro y llevar a un desgaste innecesario sin un claro beneficio, corriendo el riesgo de que el foco se centre más en la definición que en la evaluación propiamente tal. Esto es sin perjuicio de que, de forma voluntaria, en algunos casos los titulares puedan hacer referencia a un tipo en particular de efectos, cuando sea fácil identificarlo y pueda aportar en la conceptualización del problema.
Criterios para la definición de Límites Espaciales de Impactos Acumulativos	En ambos casos se ve una similitud importante de las metodologías y recomendaciones internacionales con lo que se realiza en el SEIA para la delimitación y descripción del área de influencia, para lo cual el SEA ha publicado sus metodologías bajo la forma de guías y criterios. Se recomienda seguir con los mismos lineamientos (no resultaría aplicable si el enfoque fuera de carácter estratégico).
Criterios para la definición de Límites Temporales de Impactos Acumulativos	
Tipos de proyectos relevantes a considerar en la EGIA	No debe olvidarse que esto es actualmente un requisito del RSEIA. Este es un tema central para lo cual se recomienda seguir dos criterios generales: (i) seleccionar solo proyectos cuyos impactos se materializan en los mismos objetos de protección relacionados con el proyecto en evaluación, dentro de su área de influencia, (ii) considerar proyectos o actividades en que exista un alto grado de certeza en cuanto a su materialización, para lo cual se provee de una lista de criterios en la Tabla 3-4.
Metodologías generales para la evaluación de impactos acumulativos	Si bien la EGIA tiene diferencias claras con la evaluación ambiental de proyectos, ambas se enmarcan en el mismo marco metodológico amplio en el cual se busca predecir y evaluar los potenciales impactos (sea cual sea su naturaleza), proponer medidas adecuadas cuando corresponda y realizar un seguimiento de las variables ambientales. Por lo mismo, gran parte

Tabla 6-1. Recomendaciones específicas por cada aspecto relevante analizado

Aspecto	Recomendaciones Específicas
	de las metodologías que se utilizan comúnmente en la evaluación ambiental de proyectos resultan aplicables para la EGIA. Si revisaron varias metodologías basadas en distintos pasos para la EGIA, las cuales guardan similitudes entre sí. Se recomienda considerar el procedimiento por el IFC (2013), el cual cuenta con aceptación a nivel internacional y se articula bien con la definición de impacto acumulativo adoptada por el SEA.
Instrumentos de Gestión Ambiental y su Vínculo con el SEIA	Dado que actualmente la existencia y operatividad de los instrumentos de mayor orden que deben actuar de forma complementaria al SEIA es una de las principales brechas, se recomienda realizar la evaluación de impactos acumulativos a nivel del SEIA, pero reconociendo las limitaciones a las cuales queda expuesta. Mientras no se vaya cerrando la brecha se recomienda activar coordinaciones para definir cómo relacionar el SEIA con otros instrumentos que podrían jugar un rol relevante.
Consideraciones sobre medida de mitigación, reparación o compensación	Dado que los impactos acumulativos se originan producto de múltiples fuentes, resulta más idóneo que las medidas que se propongan actúen de forma coherente y "acumulativa" sobre dichas fuentes. En el SEIA las diversas medidas son propuestas por cada actor, lo cual lleva a una dispersión de iniciativas y a una escasa coherencia y efecto agregado. Para enfrentar esta situación se recomienda establecer lineamientos estratégicos para la definición de medidas, por ejemplo, a través de catálogos de medidas, bancos de compensación, u otros, que se puedan aplicar en territorios específicos. De esta forma se puede generar un mecanismo para orientar las acciones que se propongan por los distintos proponentes en el SEIA y velar por su integración, coherencia y efectividad.
Consideraciones sobre el seguimiento ambiental	Se recomienda realizar una articulación SEA-SMA para buscar mecanismos operativos que permitan propender a establecer planes de seguimiento ambiental coherentes a nivel territorial entre los distintos actores. Para ello puede establecerse un mecanismo simplificado de revisión de este tipo de obligaciones y activar mesas de trabajo coordinadas por el MMA en territorios específicos donde adquiera especial relevancia. Esto se puede articular con las facultades que ha ejercido en los últimos años la SMA, dictando instrucciones de carácter general dirigidas a robustecer el monitoreo ambiental (por ejemplo, R.E. N°1314/2020 en el Salar de Atacama)
Análisis de la Aplicabilidad del Manejo Adaptativo y Gestión de la Incertidumbre en el Diseño, Gestión y Seguimiento de Medidas Ambientales	En todos los documentos revisados que contienen metodologías se incorpora el manejo adaptativo, por lo que se considera un elemento fundamental en relación con los impactos acumulativos. La experiencia del SEA en los Planes de Alerta Temprana relacionados con recursos hídricos es sumamente valiosa, y cuenta con un marco conceptual robusto y probado en varias décadas de práctica. Se recomienda basarse en este desarrollo para establecer un marco más general que pueda ser aplicado a diversas componentes. Mientras ello no esté disponible se sugiere considerar propuestas caso a caso en las evaluaciones que lo consideren, pero teniendo a la vista como base la metodología publicada de los PAT.

Fuente: Elaboración propia

6.2 OBJETIVO ESPECÍFICO 2

- Las propuestas de gestión de impactos acumulativos desde un nivel local y acotado (proyecto), debe ir en línea con el marco de planificación territorial, para determinar si son coherentes con los lineamientos establecidos para dicho territorio en particular.
- Si bien se provee de un amplio listado de objetos de protección y variables, no debe olvidarse que una evaluación de impactos acumulativos debe ser enfocada en los efectos críticos que realmente importan dada la actividad en evaluación y su contexto territorial, y en ningún caso debiera transformarse en un ejercicio a ser realizado de forma extensiva sobre distintos componentes y variables en un mismo caso.
- Se recomienda incorporar la variable "Análisis de capacidad de carga" para evaluar impactos acumulativos en Aire, Suelo y Ecosistemas. Para lo anterior, se requieren instrumentos de 1° y/o 2° orden que regulen en el territorio la participación y responsabilidad de múltiples actores involucrados en la generación del impacto.
- Deben existir niveles progresivos de desarrollo a nivel regional o ecosistémico, ya que sirven como base para indicadores o umbrales. La idea es ilustrar cuáles serían los efectos que se pudiesen desencadenar si el nivel de desarrollo en un territorio alcanza cierto nivel o intensidad.
- De la revisión realizada, surge la necesidad de aclarar un aspecto metodológico. Además de las variables críticas que caracterizan a los objetos de protección, resulta necesario tener en consideración otras variables críticas durante la evaluación de impactos acumulativos, las cuales inciden sobre los objetos de protección o las variables anteriores, pero cuyo origen es externo. Este es el caso de las forzantes derivadas del cambio climático, por ejemplo, la reducción de caudales en los cursos de agua superficial o, derivado de lo mismo, el deterioro de la calidad del agua (aumento de concentración de elementos como metales, por ejemplo).

6.3 OBJETIVO ESPECÍFICO 3

En términos generales la **disponibilidad de información** es crítica para realizar una buena evaluación de los impactos acumulativos, ya que se requiere comprender el estado de los Objetos de Protección en el territorio junto con los distintos Factores Generadores de Impacto que indicen en ellos, en un área de estudio más amplia que la propia área de influencia del proyecto en los términos en los que se considera en el SEIA habitualmente.

A nivel de gestión del SEIA

- Sistematizar y disponibilizar toda la información condensada en el SEIA, el nivel de significancia relacionado con los distintos impactos acumulativos, junto con el análisis de magnitud, extensión y duración, **de manera de poder identificar los componentes sensibles en una cuenca** (aquellos componentes u objetos de protección en

que se reiteran los impactos significativos reconocidos, por ejemplo, el caso de *Sterna Lorata* en Mejillones).

- Análisis de correlación de la sistematización de la magnitud, duración y extensión para construir un índice que permita la caracterización de la presión para la toma de decisiones.
- Digitalizar las líneas de base.

OAECAs

- Sistematización y representación territorial de la información de los PAS 148, 149, 150, 151 y 153 (flora y vegetación).
- El SAG cuenta con información relevante en distintos ámbitos, la cual debiera ser digitalizada y puesta a disposición.
- SBAP: El Servicio evaluará y propondrá al Ministerio del Medio Ambiente una clasificación de los ecosistemas del país según su estado de conservación, sobre la base de antecedentes científico-técnicos.
- SBAP: El Servicio promoverá, además, la coordinación entre las medidas de compensación de diversos proyectos o actividades, con el objetivo de obtener ganancias en biodiversidad eficientes, eficaces y permanentes.

SMA

- Se recomienda que la SMA siga avanzando en el desarrollo de **formatos estandarizados para el monitoreo de variables ambientales**, de tal forma de que la información se genere a nivel de dato (de forma complementaria a los Informes) y sea procesable digitalmente.
- Poner a disposición pública dicha información como capas para un IDE, que permita una visualización de la información de monitoreo integrada y representada en el espacio para su consulta online y descarga.

MMA

- Se recomienda potenciar el uso de la EAE para hacer frente a los impactos acumulativos, ya que es el instrumento más idóneo para dichos efectos según la experiencia internacional. Puede jugar un rol crucial en distintas etapas, por ejemplo, a la hora de establecer planes de monitoreo de impactos acumulativos territoriales, o bien para definir medidas de manejo/mitigación coordinada entre los distintos actores involucrados.

Otro de los aspectos críticos dice relación con la **gestión integrada en el territorio**, que para efectos del SEIA se traduce actualmente en limitaciones claras en su alcance. Resultaría de especial relevancia desarrollar mecanismos que permitan homologar las medidas de mitigación o manejo ambiental que debiesen aplicarse en ciertos territorios, al igual **que establecer planes de seguimiento integrales y colaborativos entre los distintos actores**. Este

ámbito puede ser abordado al alero de otros instrumentos, siendo de particular relevancia la EAE, que está llamada a tomar un rol central en la evaluación y gestión de impactos acumulativos.

Relacionado con lo anterior, **la identificación de los "otros" proyectos o actividades es esencial, y no puede estar limitado únicamente a los proyectos con RCA**. En esta línea el SEA, a través de la práctica, ha ampliado lo dispuesto en la Ley y el Reglamento y se recomienda continuar en esta línea, considerando que pueda generarse una modificación legal/reglamentaria cuando corresponda.

7. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

7.1 LIBROS

- Astorga, E. 2007. Derecho Ambiental Chileno. Parte General. Santiago. Ediciones LexisNexis. p. 230.
- Blakley, J. y Franks, D. 2021. Handbook of Cumulative Impact Assessment. Reino Unido: Edward Elgar Publishing.
- Canter, L.W. 1999. "Cumulative Effects Assessment", Capítulo 18 en Handbook of Environmental Impact Assessment – Vol. 1 Environmental Impact Assessment: Process, Methods, and Potential, Petts, J., editor; Blackwell Science, Ltd., Oxford, Inglaterra.
- Canter, L.W. 2015. Cumulative Effects Assessment and Management. Principles, Processes and Practices. Estados Unidos: EIA Press. Primera Edición.

7.2 GUÍAS INTERNACIONALES

- Assessing cumulative enviromental effects under the Canadian enviromental assessment act: Canadian Enviromental Assessment Agency (CEAA) [Canada], 2018.
- California Enviromental Equality Act (CEQA). 2005. Guidance for preparers of cumulative impact analysis approach and guidance: The National Enviromental Policy Act (NEPA).
- Canada Council of Ministers of the Environment, 2009.Regional strategic enviromental assessment in Canada: Principles and guidance [Canada].
- Council on Environmental Quality (CEQ), 1997.Considering Cumulative Effects Under the National Environmental Policy Act [United States].
- Energy Sector Management Assistance Program. (2012). Sample guidelines: Cumulative enviromental impact assessment for hydropower proyects in Turkey. [Turkey].
- European Community (CE), (2001). Guiderlines for the Assessment of indirect and cumulative impacts as well as impacts interactions [Luxembourg].
- NSW Government, 2022.Cumulative impact assessment guidelines for state significant projects Good practice guidance on cumulative effects assessment in strategic enviromental assessment. [New Zeland].
- Renewable UK. (2013). Cumulative impact assessment guidelines: Guilding principles for cumulative impacts assessment in offshore wind farms: [England].
- Franks, D.; Brereton, D; Moran, C.J, *et al*. (2010). Cumulative impacts: a good practice guide for the Australian coal mining industry assessment: NSW Government [Australia].
- Enviromental Protencion Agency (EPA UK). (2020). Good practice guidance on cumulative effects assessment in strategic enviromental assessment: [England].

- Franks, Daniel … [et.al], Cumulative impacts: a good practice guide for the Australian coal mining industry assessment: NSW Government [Australia], [s.f].
- International Association for Impact Assessment (IAIA, 2023). Cumulative effects assessment and management. Disponible en: [https://www.iaia.org/wiki-details.php?ID=9].
- International Finance Corporation (IFC) (2013). Manual de buena práctica: evaluación y gestión de impactos acumulativos: guía para el sector privado en mercados emergentes: [United States],
- Minerals Council of Australia. (2015). Cumulative enviromental impact assessment industry guide: adaptative strategies [Australia].
- NSW Government, 2022. Cumulative groundwater impact assessment approaches: information paper. [New Zeland]
- NSW Department of Planning, Industry and Environment. (2020). Cumulative Impact Assessment Guidelines for State Significant Proyects.
- Páez Zamora, Juan Carlos … [*et.al*], Guía práctica para la evaluación y gestión de impactos acumulativos en América Latina y el Caribe: BID Invest [Estados Unidos], 2023.
- Partidário, M. 2012. Guía de Mejores Prácticas para la Evaluación Ambiental Estratégica: Orientaciones metodológicas para un pensamiento estratégico en EAE.
- Renard, K.G., Foster, G.R., Weesies, G.A. *et al*. (1991). RUSLE: Revised Universal Soil Loss Equation. J. Soil and Water Conservation 46(1):30-33.
- Texas Departament of Transportation USA. (2019). Cumulative impact analysis guidelines. [United States].

7.3 GUÍAS Y CRITERIOS DEL SEA QUE INCLUYEN LINEAMIENTOS RESPECTO A LA EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS ACUMULATIVOS

- Guía de evaluación de impacto ambiental : Riesgo para la salud de la población : artículo 11 de la Ley N° 19.300 letra A) [Chile] : Ministerio de Salud, Ministerio del Medio Ambiente, Servicio de Evaluación Ambiental, 2023 (Segunda Edición).
- Guía de evaluación de impacto ambiental : Efectos adversos sobre recursos naturales renovables / [Santiago de Chile] : Gobierno de Chile, Servicio de Evaluación Ambiental, 2023 (Segunda Edición).
- Guía para el uso de modelos de calidad del aire en el SEIA [Santiago de Chile]: Gobierno de Chile, Servicio de Evaluación Ambiental, 2023 (Segunda Edición).
- Criterio de Evaluación en el SEIA: Contenidos Técnicos para la Evaluación Ambiental del Recurso Hídrico [Santiago de Chile]: Gobierno de Chile, Servicio de Evaluación Ambiental, 2022 (Primera Edición).
- Criterio de evaluación en el SEIA : Evaluación del efecto sinérgico asociado a impactos por ruido sobre la salud de la población [Santiago de Chile] : Gobierno de Chile, Servicio de Evaluación Ambiental, 2022 (Primera edición).

- Criterio de evaluación en el SEIA: Evaluación de impactos por ruido sobre fauna nativa. [Santiago de Chile] : Gobierno de Chile, Servicio de Evaluación Ambiental, 2022 (Primera edición).
- Criterio de evaluación en el SEIA : Evaluación de impactos por radiación electromagnética en proyectos de transmisión eléctrica [Santiago de Chile]: Gobierno de Chile, Servicio de Evaluación Ambiental, 2023 (Primera Edición).
- Criterio de evaluación en el SEIA : Consideraciones para la predicción de las emisiones de ruido audible asociado al efecto corona en proyectos de transmisión eléctrica [Santiago de Chile] : Gobierno de Chile, Servicio de Evaluación Ambiental, 2023 (Primera Edición).
- Criterio de evaluación en el SEIA: Introducción a proyectos de hidrógeno verde [Santiago de Chile] : Gobierno de Chile, Servicio de Evaluación Ambiental, 2023 (Primera Edición).
- Criterio de evaluación en el SEIA : Descripción integrada de proyectos para la generación de hidrógeno verde en el SEIA [Santiago de Chile] : Gobierno de Chile, Servicio de Evaluación Ambiental, 2023 (Primera Edición).
- Criterio de evaluación en el SEIA : Evaluación ambiental de proyectos de salmonicultura en mar localizados en o próximo a un área protegida [Santiago de Chile] : Gobierno de Chile, Servicio de Evaluación Ambiental, 2023 (Primera Edición).
- Guía para la Descripción de Proyectos de Engorda de Salmónidos en Mar en el SEIA [Santiago de Chile] : Gobierno de Chile, Servicio de Evaluación Ambiental, 2021 (Primera Edición).
- Guía metodológica para la consideración del cambio climático en el SEIA [Santiago de Chile] : Gobierno de Chile, Servicio de Evaluación Ambiental, 2023 (Primera Edición).
- Guía para la descripción del área de influencia en el sistema de evaluación de impacto ambiental [Santiago de Chile] : Gobierno de Chile, Servicio de Evaluación Ambiental, 2017.
- Guía Área de Influencia en humedales en el SEIA [Santiago de Chile] : Gobierno de Chile, Servicio de Evaluación Ambiental, 2023 (Primera Edición).
- Guía para la predicción y evaluación de impacto ambiental en Humedales en el SEIA [Santiago de Chile] : Gobierno de Chile, Servicio de Evaluación Ambiental, 2023 (Primera Edición).
- Criterio de evaluación en el SEIA : Objetos de protección [Santiago de Chile]: Gobierno de Chile, Servicio de Evaluación Ambiental, 2022.
- Guía para la descripción de proyectos inmobiliarios en el SEIA [Santiago de Chile] : Gobierno de Chile, Servicio de Evaluación Ambiental, 2019 (Primera Edición).
- Guía metodológica para la compensación de la biodiversidad en ecosistemas terrestres y acuáticos continentales [Santiago de Chile] : Gobierno de Chile, Servicio de Evaluación Ambiental, 2023 (Segunda Edición).

- Guía metodológica para la descripción de ecosistemas marinos. [Santiago de Chile] : Gobierno de Chile, Servicio de Evaluación Ambiental, 2022 (Primera Edición).
- Guía para el Uso de Modelos de Aguas Subterráneas en el SEIA [Santiago de Chile] : Gobierno de Chile, Servicio de Evaluación Ambiental, 2012.
- Criterio de evaluación en el SEIA: Introducción a proyectos de almacenamiento de energía. [Santiago de Chile] : Gobierno de Chile, Servicio de Evaluación Ambiental, 2023.
- Criterio de evaluación en el SEIA: Criterios técnicos para campañas de terreno de fauna terrestre y validación de datos. [Santiago de Chile] : Gobierno de Chile, Servicio de Evaluación Ambiental, 2022.
- Criterio de evaluación en el SEIA: Efecto sombra intermitente en parques eólicos. [Santiago de Chile] : Gobierno de Chile, Servicio de Evaluación Ambiental, 2021 (Primera Edición).
- Criterio de evaluación en el SEIA: Predicción y evaluación de impacto por ruido submarino. [Santiago de Chile] : Gobierno de Chile, Servicio de Evaluación Ambiental, 2022 (Primera Edición).
- Criterio de evaluación en el SEIA: Contenidos técnicos para la evaluación del impacto sobre la libre circulación, conectividad y tiempos de desplazamiento en proyectos inmobiliarios. [Santiago de Chile] : Gobierno de Chile, Servicio de Evaluación Ambiental, 2022 (Primera Edición).
- Criterio de evaluación en el SEIA: Impacto de emisiones en zonas saturadas por material particulado respirable MP10 y material particulado fino respirable MP2,5. [Santiago de Chile] : Gobierno de Chile, Servicio de Evaluación Ambiental, 2023 (Primera Edición).
- Criterio de Evaluación "Alcances y principios metodológicos para la evaluación de los impactos ambientales" [Santiago de Chile] : Gobierno de Chile, Servicio de Evaluación Ambiental, 2023.

7.4 MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE

- Guía de orientación para el uso de la evaluación ambiental estratégica en Chile / Ministerio del Medio Ambiente (MMA), Oficina de Evaluación Ambiental, 2015.
- Guía de orientación para incorporar la dimensión ambiental en procesos de ordenamiento territorial sustentable / Ministerio del Medio Ambiente, Oficina de Evaluación Ambiental, 2015.
- Guía para articular el proceso de Evaluación Ambiental Estratégica con la Evaluación de Impacto Ambiental – Estudios de Franjas y Proyectos de Transmisión Eléctrica" (MMA, SEA, Min Energía), 2018.
- Sexto Informe Nacional de Biodiversidad de Chile ante el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) / Ministerio del Medio Ambiente (MMA). Santiago, Chile, 2019. Disponible en: https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2020/01/6NR_FINAL_ALTA-web.pdf

7.5 SERVICIO AGRÍCOLA GANADERO

- Guía de evaluación Ambiental: Recurso natural suelo. D-RNN-EIA-PR-005 (Servicio Agrícola Ganadero (SAG), 2019.

7.6 MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO

- Manual de Contenidos y Procedimientos para la Aplicación de la Evaluación Ambiental Estratégica en los Instrumentos de Planificación Territorial (Circular N°180 DDU 430 MINVU), 2020.

7.7 PUBLICACIONES NACIONALES

- Bergamini, K, Pérez, C. y Araya, G. 2021. Gestión del Cumplimiento Ambiental / Santiago, Chile: RIL editores: Instituto de Estudios Urbanos y territoriales UC, 2021.
- Chávez, R. y Soto, I. 2010. Efectos sinérgicos y acumulativos de proyectos en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental: reconocimiento legal y propuesta para una adecuada aplicación. En: Jornadas de derecho ambiental: 27, 28 y 29 de octubre de 2010. Santiago, Universidad de Chile, Facultad de Derecho. pp. 511-532.
- Gestión Ambiental Consultores (GAC). 2020. Informe Final recomendaciones metodológicas para la evaluación de impactos acumulativos en el SEIA de Chile. 2020.
- Ministerio del Medio Ambiente. 2016. Informe Final. Comisión Asesora Presidencial para la Evaluación del SEIA. Santiago. [Chile].
- Matamala, S. 2016. Propuesta metodológica para la predicción de impactos ambientales acumulativos y sinérgicos (IAAS), en el marco del sistema de evaluación de impacto ambiental (SEIA).
- Pliscoff, P. 2015. Aplicación de los criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) para la evaluación de riesgo de los ecosistemas terrestres de Chile. Informe Técnico elaborado para el Ministerio del Medio Ambiente. Santiago, Chile. 63 p.
- Walker P. & Irarrázaval R. 2016. Los efectos acumulativos y el Sistema de evaluación de impacto ambiental. Revista de Derecho ambiental Año IV N°6 pág. 67- 91.
- Walker P. 2016. Los impactos acumulativos en la regulación ambiental chilena ¿Dónde están? Tesis para optar al grado de magister en gestión, derecho y evaluación ambiental. Facultad de Derecho, Universidad Finis Terrae.

7.8 PUBLICACIONES INTERNACIONALES SELECCIONADAS

- Abbruzzese B, Leibowitz SG. (1997). Environmental Auditing: A Synoptic Approach for Assessing Cumulative Impacts to Wetlands. Environ Manage. May; 21(3):457-75.

- Adhikari, D., et al. (2019). Ecological niche modeling as a cumulative environmental impact assessment tool for biodiversity assessment and conservation planning: A case study of critically endangered plant Lagerstroemia minuticarpa in the Indian Eastern Himalaya. Journal of Environmental Management. 243. 299-307.
- Alexeeff, G., Faust, J., August, L, et al. (2012). A Screening Method for Assessing Cumulative Impacts. International journal of environmental research and public health. 9. 648-59.
- Antwi, E., Boakye-Danquah, J., Owusu-Banahene, W., et al. (2023). Risk assessment framework for cumulative effects (RAFCE). Frontiers in Environmental Science.
- Atkinson, SF. & Canter, LW. (2011). Assessing the cumulative effects of projects using geographic information systems. Environmental Impact Assessment Review, 31, 457-464.
- Baxter W., Ross, W. y Spaling, H. (2001). Improving the practice of cumulative effects assessment in Canada. Impact Assessment and Project Appraisal N°19:4,pp. 253–262.
- Bragagnolo C. y Geneletti, D. (2012). Addressing cumulative effects in Strategic Environmental Assessment of spatial planning. Aestimum N°60, pp. 39-52.
- Canter, L. y Ross, B. (2010). State of practice of cumulative effects assessment and management: the good, the bad and the ugly. Impact Assessment and Project Appraisal N°28:4, pp. 261–268.
- Canter, L.W. & Atkinson, S.E. (2010). Adaptive Management with Integrated Decision Making: An Emerging Toll fon Cumulative Efffects Management. Impact Assesment and Project Appraisal, Vol. 28, N°4. 287-297.
- Conesa Fernández-Vítora, V. 1997. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Mundi-Prensa, 412 páginas.
- Cooper, L (2004), "Guidelines for Cumulative Effects Assessment in SEA of Plans". EPMG Occasional Paper 04/LMC/CEA.
- Cooper, L. y Sheate, W. (2004). Integrating cumulative effects assessment into UK strategic planning: implications of the European Union SEA Directive. Impact Assessment and Project Appraisal N°22:1, pp. 5-16.
- Duinker, P. y Greig, L. (2006). The impotence of cumulative effects assessment in Canada: ailments and ideas for redeployment. Environmental Management N°37:2, pp. 153–161.
- Duinker, P., Burbidge, E., Boardley, S. y Greig, L. (2013). Scientific dimensions of cumulative effects assessment: toward improvements in guidance for practice. Environmental Reviews N°21, pp. 40-52.
- Dussaillant, I., Berthier, E., Brun, F. *et al*. (2019): Two decades of glacier mass loss along the Andes. Nature Geoscience, 12(10), 802-808.

- Gibbs, M. (2011). Ecological Risk Assessment, Prediction, and Assessing Risk Predictions. Risk Analysis, Vol. 31. N°11.
- Glasson, J., R. Therivel & A. Chadwick (1994) Introduction to Environmental Impact Assessment. The Natural and Built Environment Series 1. London: UCI. Press.
- Kennett, S. (1999). Towards a new paradigm for cumulative effects management. Canadian Institute of Resources Law CIRL Occasional Paper N°8.
- Leopold, L., Clarke, B., Hanshaw, B. et al. (1971). A procedure for evaluating environmental impact. Geological Survey. Circ.645, G.O.P., Washington DC, 13 pp.
- Lourdes M. Cooper & William R. Sheate (2004) Integrating cumulative effects assessment into UK strategic planning: implications of the European Union SEA Directive, Impact Assessment and Project Appraisal, 22:1, 5-16.
- Milne, P. & Grierson, S. 2008. When is enough, enough? Dealing with cumulative effects under the resource management act.
- Noble, B. (2010). Cumulative Environmental Effects and the Tyranny of Small Decisions: Towards Meaningful Cumulative Effects Assessment and Management. University of Northern British Columbia Natural Resources and Environmental Studies Institute Occasional Paper N°8.
- NSW Department of Planning, Industry and Environment. (2020). Cumulative Impact Assessment Guidelines for State Significant Proyects.
- NSW Groundwater Assessment Toolbox for SSD/SSI. (2022). Cumulative groundwater impact assessment approaches Disponible en: https://water.nsw.gov.au/__data/assets/pdf_file/0003/507612/Cumulative-Groundwater-Impact-Assessment-Approaches.pdf
- Páez-Zamora, J.C. 2009. Linking EIA to CIAM. 'IAIA13 Conference Proceedings' Impact Assessment the Next Generation. 33rd annual Meeting of the International Association for Impact Assessment. 13 – 16 May 2013, Calgary, Alberta, Canada.
- Parr, S. 1999. Study on the Assessment of Indirect and Cumulative Impacts as well as impact interactions. United Kingdom: EU (European Commission).
- Pavlickova, K & Vyskupova, M. (2015). A method proposal for cumulative environmental impact assessment based on the landscape vulnerability evaluation, Environmental Impact Assessment Review, Volume 50, Pages 74-84.
- Seitz, N., Westbrook, C., y Noble, B. (2011). Bringing science into river systems cumulative effects assessment practice. Environmental Impact Assessment Review N°31, pp. 172–179.
- Simeoni, C., Furlan, E., Hung Vuong, P, et al. 2023. Evaluating the combined effect of climate and anthropogenic stressors on marine coastal ecosystems: Insights from a

systematic review of cumulative impact assessment approaches, Science of The Total Environment, Volume 861.

- Spaling, H. 1994. Cumulative Effects Assessment: Concepts and Principles. Impact Assessment N°12:3, pp. 231-251.
- Therivel, R. y Ross, B. (2007). Cumulative effects assessment: Does scale matter? Environmental Impact Assessment Review N°27, pp.365–385.
- Warner, LL & RD Diab. (2002). Use of geographic information systems in an environmental impact assessment of an overhead power line. Impact Assessment Project Appraisal, 20, 39–47.