

ARTÍCULO 11 DE LA LEY N°19.300

GUÍA PARA LA EVALUACIÓN AMBIENTAL DEL RIESGO PARA LA SALUD DE LA POBLACIÓN



GUÍA PARA LA EVALUACIÓN AMBIENTAL DEL RIESGO PARA LA SALUD DE LA POBLACIÓN

Autor: Servicio de Evaluación Ambiental

Segunda Edición

Santiago, marzo de 2023

Diseño y diagramación: Servicio de Evaluación Ambiental

Fotografías: Adobe Stock, Deposifotos, Unplash.

Si desea presentar alguna consulta, comentario o sugerencia respecto del documento, por favor, escribir al siguiente correo [**comentarios.documentos@sea.gob.cl**](mailto:comentarios.documentos@sea.gob.cl)

GUÍA PARA LA EVALUACIÓN AMBIENTAL DEL RIESGO PARA LA SALUD DE LA POBLACIÓN



La segunda edición de la **Guía para la evaluación ambiental del riesgo para la salud de la población** ha sido elaborada por el Departamento de Estudios y Desarrollo con la colaboración de los demás departamentos de la División de Evaluación Ambiental y Participación Ciudadana, División Jurídica, Departamento de Comunicaciones y Direcciones Regionales del Servicio de Evaluación Ambiental.

Agradecemos a todas las personas que hicieron posible esta publicación, especialmente al personal del Ministerio de Salud por su revisión y aportes a esta Guía.

PRESENTACIÓN

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

Dicha labor requiere establecer criterios comunes y consistentes con el conjunto de competencias ambientales que tienen los distintos Órganos de la Administración del Estado con Competencia Ambiental (Oaeca) que participan en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), contribuyendo, de esta manera, con la disminución de los márgenes de discrecionalidad en la toma de decisiones y entregando certezas jurídicas y técnicas a quienes participan de este proceso.

Con base en lo anterior, la elaboración de esta segunda edición de la Guía para la evaluación ambiental del riesgo para la salud de la población **responde a la necesidad de ajustar la evaluación ambiental del componente a los lineamientos entregados por el artículo 5° del Reglamento del SEIA**, específicamente, a la utilización de normativa como base para el descarte de los Efectos, Características y Circunstancias (ECC).

De esta actualización se destacan y precisan los principales lineamientos y criterios:

- Se entregan precisiones al momento de distinguir el escenario bajo el cual se encuentran afectos los receptores humanos; “riesgo preexistente” o generación de un riesgo no existente previamente (véase numeral 3.1).
- Se aclara que la caracterización del “riesgo preexistente” no busca que los titulares declaren un área como saturada, sino más bien determinar el escenario bajo el cual se evaluará el riesgo para la salud de la población (véase numeral 3.1.1).
- Delimita el uso de normas para el descarte de los ECC según se presenta en la Figura 6.
- Entrega claridad sobre la forma de evaluar la situación con proyecto según la Figura 7 y Figura 8.
- Bajo el punto anterior, se incluye, en caso de corresponder, la evaluación considerando los efectos sinérgicos y/o impactos acumulativos aplicables tanto en una Declaración de Impacto Ambiental como en un Estudio de Impacto Ambiental (véase numeral 3.2.1).
- Se entregan precisiones sobre las medidas para hacerse cargo de los ECC sobre la salud de la población (véase numeral 3.3).

¹ Ref. artículo 81, letra d), de la Ley N°19.300.

Es importante señalar que esta segunda edición es parte de los compromisos adquiridos por el SEA con la Contraloría General de la República, según lo solicitado en el Informe Final N°27/2022 respecto al caso de contaminación que afecta a las comunas de Concón, Quintero y Puchuncaví, en cuanto a la necesidad detectada de incorporar lineamientos respecto a los efectos acumulativos de las emisiones atmosféricas.

Cabe señalar que las restantes temáticas de la guía se mantienen en concordancia con la primera edición del año 2012, incluido el objetivo de entregar lineamientos para la evaluación ambiental del riesgo para la salud de la población en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA).

Dirección Ejecutiva
Servicio de Evaluación Ambiental

SIGLAS Y ACRÓNIMOS

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

AI	:	Área(s) de Influencia
DIA	:	Declaración(es) de Impacto Ambiental
ECC	:	Efectos, Características y Circunstancias
EIA	:	Estudio(s) de Impacto Ambiental
FGI	:	Factores Generadores de Impacto
Minsal	:	Ministerio de Salud
Oaeca	:	Órgano(s) de la Administración del Estado con Competencia Ambiental
OMS	:	Organización Mundial de la Salud
OP	:	Objeto(s) de Protección
PAS	:	Permiso(s) Ambiental(es) Sectorial(es)
RCA	:	Resolución(es) de Calificación Ambiental
SEA	:	Servicio de Evaluación Ambiental
SEIA	:	Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental
Seremi	:	Secretaría(s) Regional(es) Ministerial(es)
SVCGH	:	Sistemas de Vida y Costumbre de los Grupos Humanos
US. EPA	:	<i>Environmental Protection Agency</i> de los Estados Unidos

ÍNDICE

PRESENTACIÓN.....	5
SIGLAS Y ACRÓNIMOS.....	7
1. INTRODUCCIÓN.....	12
1.1 Alcances generales de la evaluación de impacto ambiental	12
1.2 Objetivo y alcance de la Guía	14
1.3 Órganos de la Administración del Estado con competencia ambiental sobre la salud de la población	16
2. ALCANCE DE LA EVALUACIÓN AMBIENTAL SOBRE EL RIESGO PARA LA SALUD DE LA POBLACIÓN.....	20
2.1 Conceptos de contaminante y contaminación	20
2.2 Normas de calidad ambiental y normas de emisión	20
2.3 Concepto de riesgo para la salud	21
2.3.1 Definiciones de impacto ambiental y riesgo en el marco del SEIA	21
2.3.2 Alcances del riesgo según lo estipulado en el artículo 11, letra a), de la Ley N°19.300	23
2.4 Concepto de salud de la población	25
2.5 Caracterización de emisiones, efluentes y residuos	27
2.6 Relación entre el impacto sobre componentes ambientales y el riesgo para la salud de la población	28
3. EVALUACIÓN DEL RIESGO PARA LA SALUD DE LA POBLACIÓN.....	34
3.1 Riesgo para la salud debido a la ejecución de un proyecto o actividad	34
3.1.1 Escenario N°1, existencia de un “riesgo preexistente”.	35
3.1.2 Escenario N°2, generación de un riesgo que no existía previo al desarrollo del proyecto	37
3.2 Criterios generales para evaluar la generación o presencia de los efectos, características o circunstancias de la letra a) del artículo 11 de la Ley N°19.300	38
3.2.1 Superación de valores de las concentraciones y períodos establecidos en normas primarias de calidad ambiental nacional	40
3.2.2 Superación de valores de las concentraciones y períodos establecidos en normas primarias de calidad ambiental de los Estados que señala el Reglamento del SEIA	45
3.2.3 Aumento del riesgo preexistente	47
3.2.4 Normas de emisión en la evaluación del riesgo para la salud en el marco del SEIA	49
3.3 Criterios sobre aplicabilidad de medidas respecto al riesgo para la salud de la población humana	51
3.3.1 Mecanismo de compensación en el marco de los planes de prevención y descontaminación y su relación con las medidas de mitigación	52

ANEXO I. ASPECTOS GENERALES DE LA METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE RIESGOS PARA LA SALUD DE LA POBLACIÓN	56
1. IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO	58
1.1 Identificación de contaminantes	58
2. EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN	59
2.1 Ruta de exposición	59
2.2 Dosis de exposición	60
3. EVALUACIÓN DOSIS - RESPUESTA	62
4. CARACTERIZACIÓN DEL RIESGO	63
4.1 Ejemplo 1: contaminante químico no cancerígeno	63
4.2 Ejemplo 2: contaminante químico cancerígeno	64
4.3 Exposición a mezclas de contaminantes	65
5. SUPERACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO ACEPTADO	65
5.1 Superación del nivel de riesgo incremental aceptado para el caso de contaminantes cancerígenos	65
5.2 Superación del nivel de riesgo incremental aceptado para el caso de contaminantes no cancerígenos	66
6. INCERTIDUMBRE	66
ANEXO II. DISCUSIÓN SOBRE EL NIVEL DE RIESGO INCREMENTAL O ACEPTABLE DE LOS CONTAMINANTES CANCERÍGENOS	67
ANEXO III. BIBLIOGRAFÍA	69



1. INTRODUCCIÓN



1. INTRODUCCIÓN

1.1 Alcances generales de la evaluación de impacto ambiental

La evaluación de impacto ambiental es el procedimiento orientado a determinar si el impacto ambiental de un proyecto o actividad se ajusta a las normas vigentes². Como tal, contempla mecanismos a través de los cuales se determina el referido impacto y su significancia, así como el cumplimiento de las normas ambientales aplicables. La Ley N°19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente establece que dicho procedimiento está a cargo del Servicio de Evaluación Ambiental (SEA).

En términos generales, la evaluación de impacto ambiental en el marco del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) se basa en el análisis de las partes, obras y acciones de un proyecto o actividad a ejecutarse o modificarse y cómo estas alteran los componentes del medio ambiente receptores de impactos que son considerados objetos de protección³ para el SEIA. Tal ejercicio se realiza previo a la ejecución del proyecto o actividad y, por lo tanto, se basa en una predicción de la evolución de los componentes ambientales en los escenarios sin y con proyecto.

² Ref. artículo 2°, letra j), de la Ley N°19.300.

³ Más antecedentes en el documento "Criterio de Evaluación en el SEIA: Objetos de protección" (SEA, 2022), Disponible en el Centro de Documentación del SEA en su sitio web, www.sea.gob.cl.

El titular de un proyecto o actividad debe analizar si este se encuentra en el listado de tipologías susceptibles de causar impacto ambiental, en cualquiera de sus fases, que deben someterse al SEIA, listado contenido en el artículo 10 de la Ley N°19.300 y el artículo 3° del Reglamento del SEIA⁴.

Es responsabilidad del titular definir la modalidad de ingreso, ya sea a través de un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) o una Declaración de Impacto Ambiental (DIA). Para ello, corresponde un análisis del artículo 11 de la Ley N°19.300, donde se establece que los proyectos que se sometan al SEIA requieren la elaboración de un EIA si generan o presentan, a lo menos, uno de los siguientes Efectos, Características o Circunstancias (ECC):

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

De acuerdo con lo anterior, la generación o presencia de uno de estos ECC hace necesario que el titular del proyecto o actividad presente un EIA, instrumento que se caracteriza por la presentación de medidas destinadas a mitigar, reparar o compensar los ECC que se generarán, el cual debe considerar las materias contenidas en el artículo 12 de la Ley N°19.300 y los artículos 12, 13, 14, 15, 16, 17 y 18 del Reglamento del SEIA.

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

En consecuencia, la evaluación de impacto ambiental es el procedimiento administrativo en que, a través de un EIA o una DIA, debe demostrarse que el proyecto o actividad cumple con

⁴ Decreto Supremo N°40, de 2012, del Ministerio del Medio Ambiente que aprueba el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

las normas ambientales aplicables. En el caso de un EIA se debe acreditar que el proyecto o actividad se hace cargo de los ECC que genera o presenta, mediante la definición e implementación de medidas de mitigación, compensación y reparación según corresponda, justificando la inexistencia de los demás ECC enunciados en el artículo 11 de la Ley N°19.300. En el caso de una DIA, además se debe justificar la inexistencia de impactos ambientales significativos.

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

1.2 Objetivo y alcance de la Guía

La presente Guía tiene como objetivo entregar criterios y lineamientos para evaluar la generación o presencia del riesgo para la salud de la población, derivado de la cantidad y calidad de efluentes, emisiones o residuos generados por un proyecto o actividad, cuando estos puedan constituir un efecto adverso para la salud de las personas, permitiendo determinar si el proyecto deberá someterse al SEIA a través de un EIA, o en caso contrario, mediante una DIA.

De acuerdo con la letra a) del artículo 11 de la Ley N°19.300, la salud de la población constituye un objeto de protección (OP) y, en consecuencia, los impactos generados por los efluentes, emisiones o residuos del proyecto deben ser evaluados dentro del SEIA, en relación con el eventual riesgo o afectación de la salud de la población. Por lo tanto, para indicar el alcance de esta Guía, se señalará el marco conceptual de lo que se define como salud.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) indica que la salud es un "*estado de completo bienestar físico, mental y social*"⁵, lo cual constituye la premisa de las políticas públicas en la protección de la salud y su objetivo global, a través de los diferentes instrumentos que persiguen este fin.

La evaluación ambiental del riesgo para la salud de la población, según el marco normativo estipulado en el literal a) del artículo 11 de la Ley N°19.300 y artículo 5° del Reglamento del SEIA, **se sustenta en lo que establecen las distintas normas ambientales de calidad primaria, de emisión o normas de los Estados de referencia respecto a la protección de la vida o de la salud de la población.**

La Figura 1 ilustra el proceso de evaluación de impacto ambiental de un proyecto o actividad en el SEIA y el alcance de esta Guía.

⁵ Cita procede del preámbulo de la Constitución de la Organización Mundial de la Salud, que fue adoptada por la Conferencia Sanitaria Internacional, celebrada en Nueva York en julio de 1946 y ratificada en 1948.

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



Fuente: elaboración propia

Como se puede observar en la Figura 1, la identificación de las partes, obras y acciones de un proyecto, en consideración a su localización y temporalidad, así como sus emisiones, efluentes, residuos, explotación, extracción, uso o intervención de recursos naturales, mano de obra, suministros o insumos básicos y, productos y servicios generados, según correspondan, forman parte de la descripción del proyecto, tanto en una DIA como en un EIA. A partir de dicha descripción es posible realizar una primera identificación de impactos, la que se complementa una vez conocidas las características de cada **área de influencia** (AI).

Para establecer si los impactos identificados son o no significativos se requiere realizar una estimación del impacto dependiendo de la información disponible. Cabe señalar que la identificación y estimación de los impactos se les denomina **predicción de impactos**. **En el caso de la evaluación ambiental del riesgo para la salud de la población esta estimación debe ser cuantitativa.**

La significancia de todos los impactos identificados se establece en función de los criterios contenidos en la Ley N°19.300, en el Reglamento del SEIA y en guías específicas; etapa identificada como **evaluación de impactos**. En este sentido, y de acuerdo con lo presentado en la Figura 1, el alcance de la presente Guía tiene relación a la entrega de lineamientos respecto a la **evaluación del impacto** sobre la salud de la población, no así sobre la **predicción de los impactos** de las emisiones, efluentes y residuos sobre un componente del medio ambiente.

La información presentada en esta Guía se complementa con los contenidos mínimos de los EIA y DIA a los que alude los artículos 12 al 17 del Reglamento del SEIA y criterios de evaluación establecidos en la Ley N°19.300 y el Reglamento del SEIA, cuyo cumplimiento es de exclusiva responsabilidad de todo titular de proyecto o actividad que se somete al SEIA.

Es necesario indicar que este documento se complementa con otras guías, tanto metodológicas como de criterios, que el SEA ha publicado, lo cual se enmarca en las funciones que tiene el Servicio de uniformar criterios, requisitos, condiciones, antecedentes, certificados, trámites, exigencias técnicas y procedimientos de carácter ambiental⁶; las que se encuentran disponibles en el sitio *web* del Servicio, www.sea.gob.cl.

De acuerdo con lo dispuesto en la Ley N°19.300, el Reglamento del SEIA y el Ordinario de la Dirección Ejecutiva del SEA N°151276, del 2015 y reiterado por el Ordinario de la Dirección Ejecutiva del SEA N°20239910266, del 2023; en los procesos de evaluación ambiental se debe observar el contenido de esta Guía; la que para efectos de una mejora continua puede ser objeto de revisión y actualización.

1.3 Órganos de la Administración del Estado con competencia ambiental sobre la salud de la población

El Ministerio de Salud (Minsal) y sus Secretarías Regionales Ministeriales (Seremi) cuentan con las atribuciones específicas de carácter exclusivo respecto a la protección de la salud de la población⁷. Sin embargo, existen diversos Órganos de la Administración del Estado con Competencia Ambiental (Oaeca) que cuentan con competencias en los distintos componentes del medio ambiente que pueden ser impactados y, por lo tanto, afectar a la salud de la población.

Los aspectos metodológicos asociados a la estimación de los contaminantes generados en las emisiones, efluentes y residuos, además de sus mecanismos de liberación, transporte, transmisión o transformación que pueden experimentar en los distintos medios son de competencia

⁶ Ref. artículo 81, literal d), de la Ley N°19.300.

⁷ Las competencias del Ministerio de Salud respecto a la protección de la salud de las personas se encuentran fundadas en el Decreto con Fuerza de Ley N°725, de 1967, del Ministerio de Salud Pública, Código Sanitario.

de distintos Oaeca⁸, en relación con los componentes ambientales. Estas competencias están enfocadas en la predicción del impacto, es decir, la identificación y estimación de estas alteraciones; procedimientos que no son materia de la presente Guía.

Los Oaeca que poseen competencias sobre los componentes ambientales impactadas, en el marco de la predicción de los impactos que las emisiones, efluentes y residuos que un proyecto o actividad son: el Ministerio del Medio Ambiente y la Dirección General de Aguas, entre otros.

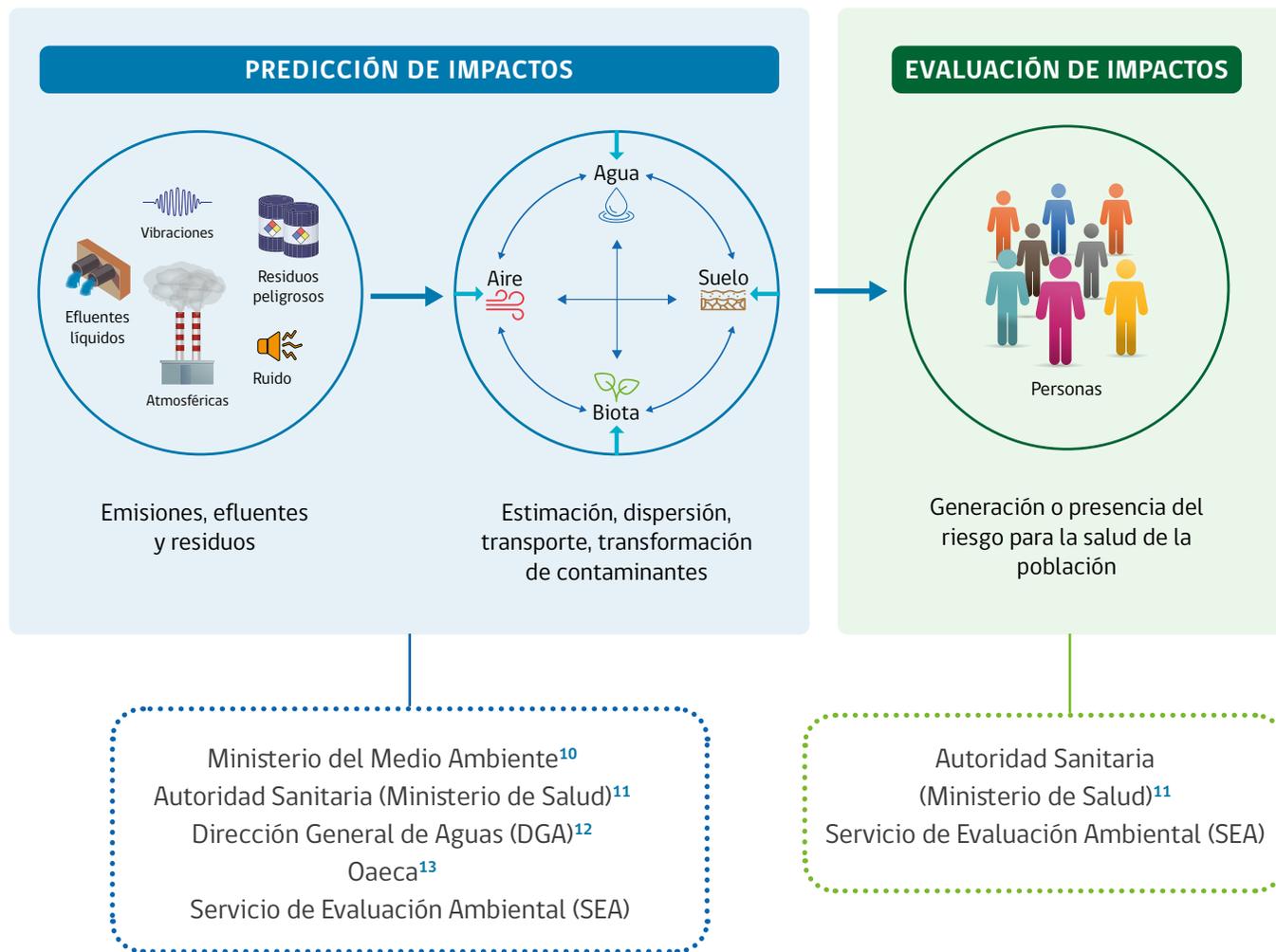
En la Figura 2 se pueden observar las competencias de los distintos Oaeca en las etapas que involucran tanto la predicción como evaluación de los impactos generados por las emisiones, efluentes y disposición de residuos, es decir, con la evaluación del riesgo para la salud de las personas. En este punto, es necesario reiterar que, en el capítulo de **predicción de impactos** tienen competencias distintos Oaeca acorde a los componentes ambientales analizadas, sin embargo, **es el SEA como administrador del SEIA y el Ministerio de Salud como Autoridad Sanitaria, quienes tienen la competencia respecto a la evaluación del impacto de las emisiones, efluentes y residuos sobre el riesgo para salud de las personas.**

Cabe aclarar que los pronunciamientos emitidos por cualquier Oaeca, incluyendo a la Autoridad Sanitaria, serán analizados en el marco del procedimiento de evaluación ambiental, debiendo el SEA analizar su idoneidad y que se hayan realizado en el marco de sus competencias, en el cumplimiento del rol de administrador del SEIA⁹.

⁸ Respecto del ámbito de las competencias del respectivo Oaeca, véase los artículos 35, 38, 40 y 43 del Reglamento del SEIA, en el caso de un EIA, y los artículos 47, 50, 52 y 55, en el caso de una DIA.

⁹ Para más detalle se recomienda la revisión del instructivo [Reitera y solicita reforzar instrucciones sobre materias de procedimientos de carácter ambiental que indica en sentido que indica](#) (SEA, 2023), disponible en el Centro de Documentación del SEA en su sitio web, www.sea.gob.cl.

Figura 2. Competencias en materia de evaluación de riesgo para la salud



Fuente: elaboración propia

10 Las competencias del Ministerio del Medio Ambiente respecto a la predicción del impacto respecto a las emisiones, residuos y efluentes radican en lo indicado en el artículo 70 de la Ley N°19.300.

11 Las competencias del Ministerio de Salud respecto a la predicción y evaluación del impacto respecto a las emisiones, residuos y efluentes radican en lo indicado en el Libro III del Decreto con Fuerza de Ley N°725, de 1967, del Ministerio de Salud Pública, Código Sanitario.

12 Las competencias de la Dirección General de Aguas respecto a la predicción del impacto respecto a las emisiones, residuos y efluentes radican en lo indicado en el Decreto con Fuerza de Ley N°1122, de 1981, del Ministerio de Justicia, Código de Aguas.

13 Dependiendo de las emisiones, efluentes y residuos generados por el proyecto, existen otros Oaeca con competencias en la predicción del impacto, los que deberán pronunciarse en el marco de sus competencias.

2.

ALCANCE DE LA
EVALUACIÓN
AMBIENTAL SOBRE
EL RIESGO PARA
LA SALUD DE LA
POBLACIÓN



2. ALCANCE DE LA EVALUACIÓN AMBIENTAL SOBRE EL RIESGO PARA LA SALUD DE LA POBLACIÓN

2.1 Conceptos de contaminante y contaminación

De acuerdo con el artículo 2º de la Ley N°19.300, las definiciones de contaminante y contaminación son las siguientes.

- **Contaminante¹⁴:** *"todo elemento, compuesto, sustancia, derivado químico o biológico, energía, radiación, vibración, ruido, luminosidad artificial o una combinación de ellos, cuya presencia en el ambiente, **en ciertos niveles, concentraciones o períodos de tiempo**, pueda constituir un riesgo a la salud de las personas, a la calidad de vida de la población, a la preservación de la naturaleza o a la conservación del patrimonio ambiental"* (énfasis agregado).
- **Contaminación¹⁵:** *"la presencia en el ambiente de sustancias, elementos, energía o combinación de ellos, en concentraciones o concentraciones y permanencia superiores o inferiores, según corresponda, a las establecidas en la legislación vigente"*.

2.2 Normas de calidad ambiental y normas de emisión

Las normas de calidad ambiental están definidas en la Ley N°19.300, distinguiéndose entre normas primarias de calidad ambiental y normas secundarias de calidad ambiental, según su objetivo de protección.

El objetivo de protección de una norma de calidad primaria es la salud de la población; en cambio, el de una norma secundaria de calidad ambiental es la protección o la conservación

¹⁴ Ref. artículo 2º, letra d), de la Ley N°19.300.

¹⁵ Ref. artículo 2º, letra c), de la Ley N°19.300.

o preservación del medio ambiente. De acuerdo con el artículo 2° de la Ley N°19.300, las definiciones de norma primaria y secundaria de calidad son las siguientes.

- **Norma Primaria de Calidad Ambiental¹⁶:** *“aquella que establece los valores de las concentraciones y períodos, máximos o mínimos permisibles de elementos, compuestos, sustancias, derivados químicos o biológicos, energías, radiaciones, vibraciones, ruidos o combinación de ellos, cuya presencia o carencia en el ambiente puede constituir un riesgo para la vida o la salud de la población”* (énfasis agregado).
- **Norma Secundaria de Calidad Ambiental¹⁷:** *“aquella que establece los valores de las concentraciones y períodos, máximos o mínimos permisibles de sustancias, elementos, energía o combinación de ellos, cuya presencia o carencia en el ambiente pueda constituir un riesgo para la protección o la conservación del medio ambiente, o la preservación de la naturaleza”*.

El objetivo de protección de una norma de emisión es variado, pudiendo utilizarse para la **“prevención de la contaminación o de sus efectos”** o **“la mantención de la calidad ambiental de un territorio”¹⁸**. De acuerdo con el artículo 2° de la Ley N°19.300, la definición de norma de emisión es la siguiente.

- **Norma de Emisión¹⁹:** *“las que establecen la cantidad máxima permitida para un contaminante medida en el efluente de la fuente emisora”*.

2.3 Concepto de riesgo para la salud

2.3.1 Definiciones de impacto ambiental y riesgo en el marco del SEIA

En la letra k) del artículo 2° de la Ley N°19.300 se define **impacto ambiental** como *“la alteración del medio ambiente, provocada directa o indirectamente por un proyecto o actividad en un área determinada”*. De la definición citada, se desprende que para la ocurrencia de un impacto se debe presentar de manera copulativa, tanto una alteración, que dicha alteración sea provocada directa o indirectamente por el proyecto o actividad y, que esta alteración tenga lugar en un área específica. A continuación, se analiza lo referente a la causalidad del proyecto respecto a las alteraciones generadas en el medio ambiente.

¹⁶ Ref. artículo 2°, letra n), de la Ley N°19.300.

¹⁷ Ref. artículo 2°, letra ñ), de la Ley N°19.300.

¹⁸ Ref. artículo 33 del D.S. N°38, de 2011, del Ministerio del Medio Ambiente, aprueba Reglamento para la dictación de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión.

¹⁹ Ref. artículo 2°, letra o), de la Ley N°19.300.

El requisito de causalidad²⁰ exige una relación intrínseca causa-efecto entre la ejecución o modificación de un proyecto o actividad y la alteración del medio ambiente. En este sentido, esta relación es relevante para la predicción y evaluación de impactos, ya sean alteraciones directas o indirectas. Se considera que una alteración directa es la causada por alguna acción del proyecto; en cambio, una alteración indirecta es la causada como resultado del efecto producido por dicha acción.

En este sentido, la generación o presencia del riesgo para la salud de la población responde a una alteración indirecta, es decir, el efecto adverso en la salud es resultado de la alteración en el medio ambiente debido a la cantidad y calidad de efluentes, emisiones o residuos generados por el proyecto. Se debe aclarar que el riesgo para la salud de la población corresponde a un impacto y no a una situación de riesgo en el marco de los planes de prevención de contingencias y de los planes de emergencias²⁰.

Por lo tanto, todo titular de un proyecto o actividad que genere efluentes, emisiones o residuos, debe predecir y evaluar sus impactos ambientales, y en función de ellos, determinar la generación o presencia del riesgo para la salud de la población.

Ahora bien, el riesgo para la salud de la población debe ser entendido como la “**posibilidad de ocurrencia del efecto adverso²¹ sobre un receptor humano producto de la cantidad y calidad de los efluentes, emisiones o residuos**”.

Esta definición indica la existencia copulativa entre la *posibilidad de ocurrencia* y el *efecto adverso* de los contaminantes presentes en las emisiones, efluentes o residuos sobre un receptor. La *posibilidad de ocurrencia* tiene relación directa con el nivel de *exposición*, mientras que el *efecto adverso* con la *peligrosidad*.

Para efectos del alcance de la presente Guía se deberán considerar las siguientes definiciones:

- **Peligro:** *capacidad intrínseca de un elemento, compuesto, sustancia, derivado químico o biológico, energía, radiación, vibración, ruido, luminosidad artificial o una combinación de ellos, de causar un efecto adverso sobre un receptor.*
- **Exposición:** *contacto potencial del receptor con la fuente de peligro en un determinado periodo²². La exposición puede ser aguda (de segundos a días), intermedia (subcrónica) o crónica (más de un año).*

$$\text{RIESGO} = f (\text{PELIGRO, EXPOSICIÓN})$$

²⁰ Para más detalles véase [Of.Ord.D.E. N°180972/2018 del SEA](#), disponible en el Centro de Documentación del SEA; www.sea.gob.cl.

²¹ En referencia a la Guía ISO/CEI 73:2009, Organización Internacional de Normalización.

²² Desarrollo del criterio de ruta de exposición completa o potencialmente completa en el numeral 2.1 del Anexo I de la presente Guía.

Se hace presente que para que exista riesgo debe existir un peligro y haber exposición a dicho peligro por parte de una persona o población.

En consecuencia, la generación o presencia del riesgo para la salud de la población responde al impacto generado por las emisiones, efluentes y residuos de un proyecto o actividad, según su peligrosidad y exposición.

2.3.2 Alcances del riesgo según lo estipulado en el artículo 11, letra a), de la Ley N°19.300

La letra a) del artículo 11 de la Ley N°19.300 se refiere al riesgo para la salud de la población asociado a la cantidad y calidad de efluentes, emisiones o residuos.

El riesgo al que se refiere el mencionado artículo es el tipo de riesgo asociado a la presencia de contaminantes en el medio ambiente o riesgo por exposición a elementos, compuestos, sustancias, derivados químicos o biológicos, agentes físicos (tales como energía, radiación, vibración, ruido), o una combinación de ellos, que generen efectos adversos a una persona o población.

La sola presencia de contaminantes en el ambiente no constituye necesariamente un riesgo para la salud de la población. Para que se genere o presente este riesgo debe existir una fuente contaminante, un receptor (persona o población) y la posibilidad de migración del contaminante desde la fuente hasta un punto de contacto con el receptor (Figura 3 y Figura 4), es decir, **la ruta la exposición completa o potencialmente completa**²³. Ahora bien y tomando la definición del riesgo para la salud, presentada en el numeral 2.3.1 de esta Guía: “posibilidad de ocurrencia del efecto adverso²⁴ sobre un receptor humano producto de la cantidad y calidad de los efluentes, emisiones o residuos”, se debe entender que el efecto adverso se dará cuando los niveles del contaminante (concentración y periodo) sobrepasen los establecidos en la norma primaria de calidad ambiental nacional o de los Estados de referencia, en caso de corresponder²⁵.

Si no existe la posibilidad de contacto entre el receptor y los contaminantes, no hay posibilidad de exposición y, por lo tanto, no existe riesgo para la salud de la población. Lo anterior debe ser evaluado y considerado por el titular previo al ingreso del proyecto o actividad al SEIA.

En los casos en que estos tres elementos estén presentes en forma previa a la ejecución de un proyecto o actividad (por ejemplo: zona saturada²⁶ o aquellas áreas que no cuentan con declaratoria de saturación, pero sus niveles observados o monitoreados del contaminante

²³ Desarrollo del criterio de ruta de exposición completa o potencialmente completa en el numeral 2.1 del Anexo I de la presente Guía.

²⁴ En referencia a la Guía ISO/CEI 73:2009, Organización Internacional de Normalización.

²⁵ Véase numeral 3.1 de la presente Guía.

²⁶ Entendida como aquella en que una o más normas de calidad ambiental se encuentran sobrepasadas. Ref. artículo 2º de la Ley N°19.300.

indiquen que se sobrepasan los límites establecidos en la normativa nacional vigente; mismo caso para las normas de los Estados de referencia) lo relevante en el ámbito del SEIA es evaluar si el impacto ambiental identificado puede generar un efecto adverso sobre la salud, al aumentar el nivel de riesgo existente previo a la ejecución del proyecto o actividad. Este punto se desarrolla en extenso en el numeral 3.1 de la presente Guía.

2.

Figura 3. Componentes del riesgo



Fuente: elaboración propia

Figura 4. Ejemplo de ruta de exposición del material particulado MP2,5 desde una fuente puntual de un proyecto



2.

Fuente: elaboración propia

2.4 Concepto de salud de la población

Los conceptos de salud y población no cuentan con definición normativa en el ordenamiento jurídico nacional. La Real Academia Española²⁷ define población como un “conjunto de personas que habitan en un determinado lugar”. Por su parte, la OMS define salud como un “estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades”.

²⁷ Definición de la Real Academia Española: [población | Definición | Diccionario de la lengua española | RAE - ASALE](#)

- **Salud**

El concepto de "salud" no está definido en la Ley N°19.300 ni en el Reglamento del SEIA. Sin embargo, el referido marco normativo establece que para la evaluación de los impactos en la salud de la población se deben utilizar los **valores límites establecidos en las normas primarias de calidad ambiental, de emisión o normas de referencia, que abordan la protección de la vida y salud de la población**. En este sentido, y en el marco de la interpretación de las normas, es aceptado la definición de salud de la población referida por la OMS circunscrito al cumplimiento de las normas indicadas en el artículo 5° del Reglamento del SEIA.

- **Población**

El artículo 1° de la Ley N°19.300 regula, entre otras temáticas, "*el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación*". La titularidad de este derecho constitucional recae sobre "**todas las personas**", según lo establecido en el encabezado del artículo 19 de la Constitución Política de la República de Chile, entendiéndose por estas a cualquier persona natural.

Por otra parte, la Ley N°19.300 define medio ambiente libre de contaminación como "*aquél en el que los contaminantes se encuentran en concentraciones y períodos inferiores a aquéllos susceptibles de constituir un riesgo a la salud de las personas*"²⁸.

De lo anterior, se puede concluir que lo que la Ley N°19.300 busca proteger es la salud de las personas, lo que se ve reforzado por su artículo 12, letra d), que establece que cuando "*el proyecto deba presentar un Estudio de Impacto Ambiental por generar alguno de los efectos, características o circunstancias señaladas en la letra a) del artículo 11, y no existiera Norma Primaria de Calidad o de Emisión en Chile o en los Estados de referencia que señale el Reglamento, el proponente deberá considerar un capítulo específico relativo a los potenciales riesgos que el proyecto podría generar en la salud de las personas*".

Por lo tanto, la expresión población utilizada en la letra a) del artículo 11 de la Ley N°19.300 debe entenderse en términos amplios, es decir, **tanto a un conjunto de personas como, en atención a las circunstancias, a una sola persona que de manera permanente o transitoria pudieran encontrarse en el área de influencia del riesgo para la salud de la población**, por lo cual corresponderá analizar caso a caso las condiciones de dicha exposición.

El artículo 11 de la Ley N°19.300 establece que debe considerarse el riesgo para la salud debido a la calidad y cantidad de emisiones, efluentes o residuos, por lo que en este contexto las dimensiones de la salud humana relevantes son aquellas que efectivamente pueden verse afectadas adversamente por la composición y características de las emisiones, efluentes o residuos.

²⁸ Definición de *Medio Ambiente Libre de Contaminación*, letra m) del artículo 2° de la Ley N°19.300.

2.5 Caracterización de emisiones, efluentes y residuos

Las emisiones, efluentes y residuos constituyen la fuente del contaminante y es uno de los tres elementos señalados para que se genere o presente el riesgo para la salud de la población (véase Figura 3).

Para realizar la caracterización de la exposición de la población es necesario que el titular de cada proyecto o actividad, de manera previa al ingreso al SEIA, ya sea presentando una DIA como de un EIA, caracterice todos los efluentes, emisiones y residuos asociados al proyecto, listando los contaminantes que pueden liberarse, transformarse, transportarse, transmitirse o propagarse en el medio ambiente e indicando para cada uno de ellos la magnitud y duración de la emisión.

Es importante incluir todos los tipos y formas de los contaminantes, tanto químicos, físicos como biológicos o la combinación de estos, en caso de corresponder. Se deberán considerar los contaminantes primarios o que son emitidos directamente al ambiente, así como los precursores de contaminantes secundarios y la transformación de los contaminantes (por ejemplo, material particulado respirable secundario²⁹).

Este listado debe contener todos los contaminantes, tanto aquellos para los cuales existe norma primaria de calidad ambiental o de emisión nacional, o normas de los Estados de referencia. Es necesario precisar que las normas de los Estados de referencia deben ser análogas a la jerarquía normativa de la calidad ambiental y norma de emisión, lo cual debe ser justificado por el titular.

Asimismo, se deben listar los contaminantes que no tengan norma vigente, nacional o de los Estados de referencia, y que generen efectos adversos a la salud de la población³⁰. Es importante realizar una revisión exhaustiva de la normativa, nacional o Estados de referencia, para justificar técnicamente que el contaminante no cuente con una norma para la protección de la vida o salud de la población. Si es ese el caso y para su evaluación, se deben seguir los lineamientos del Anexo I de esta Guía.

29 El material particulado secundario se caracteriza por generarse a través de reacciones en la fase gaseosa seguido por la transferencia de los gases a la fase líquida a través de procesos de condensación o nucleación.

30 El SEA realizó una recopilación de los contaminantes para los que existe algún valor de referencia, ya sea como norma jurídica o como recomendación de organizaciones internacionales; véase Centro de Documento del SEA en el sitio web: <https://www.sea.gob.cl/>. Cabe indicar que esta recopilación no es excluyente, ya que es responsabilidad del titular revisar las últimas actualizaciones de cada valor de referencia del o los contaminantes evaluados.

2.6 Relación entre el impacto sobre componentes ambientales y el riesgo para la salud de la población

La evaluación de los ECC de la letra a) del artículo 11 de la Ley N°19.300 considera el impacto de las emisiones, efluentes y residuos sobre un componente ambiental que debido a su alteración puede generar un riesgo para la salud de la población. En este sentido, se entiende que esta alteración se genera sobre un componente ambiental o medio y que, de manera posterior, dicha alteración puede producir efectos adversos sobre la salud. Este medio corresponde a aquel componente ambiental que transporta o sirve de transporte al contaminante, desde el punto de emisión hasta el receptor.

Por lo tanto, **se hace necesario plantear los mecanismos de transporte y transformación³¹ (parte constitutiva de la ruta de exposición³²)** del contaminante, de modo de determinar las posibles vías de exposición existentes o que se pueden configurar, según el medio e interacción entre medios.

Para lo anterior, se recomienda presentar un modelo conceptual³³ (Figura 5) que represente esquemáticamente la interacción del contaminante con el o los receptores humanos, donde se identifique, como mínimo, lo siguiente:

- a) La fuente contaminante.
- b) El componente ambiental impactado (medio receptor del contaminante).
- c) Los mecanismos de transporte.
- d) La vía de exposición³⁴.

Para el SEIA los modelos conceptuales tienen por objetivo explicar la relación entre el proyecto o actividad y sus factores generadores de impactos (FGI), los impactos y los componentes ambientales con sus atributos. Estos modelos permiten entender de una manera simplificada y lógica, la cadena de consecuencias de un proyecto sobre el medio ambiente, y para este caso, la salud de la población.

31 Actualmente, se cuenta con dos guías publicadas por este Servicio que responden a la necesidad de elaborar protocolos respecto al uso de modelos matemáticos para predecir la calidad ambiental debido a las emisiones y efluentes sobre la calidad del aire y aguas subterráneas, correspondiendo estas a la "Guía para el uso de Modelos de Calidad del Aire en el SEIA" (SEA, 2023) y la "Guía para el uso de Modelos de Aguas Subterráneas en el SEIA" (SEA, 2012).

32 Véase numeral 2.1 del Anexo I, ambos de la presente Guía.

33 Definiciones de modelos conceptuales:

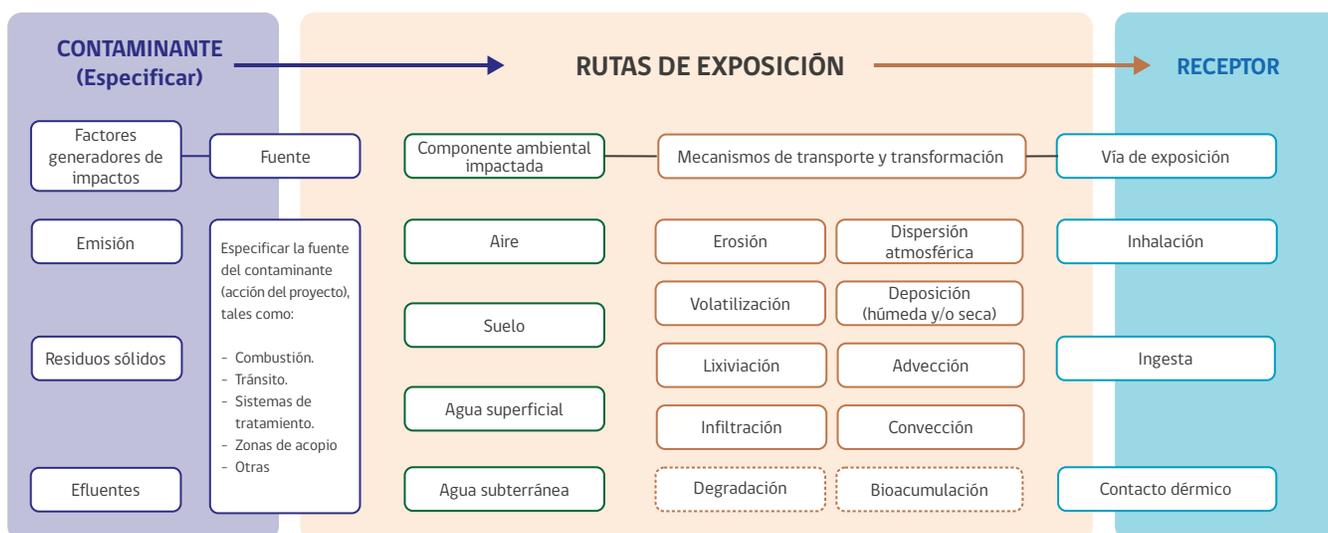
1. "Representación gráfica del sistema ambiental y de los procesos físicos, químicos y biológicos que determinan el transporte de contaminantes desde la fuente, a través de los medios que componen el sistema, hasta los potenciales receptores que forman parte de él" (Resolución Exenta N°1.690, de 2011, del Ministerio del Medio Ambiente).

2. "Un modelo conceptual puede permitir la generación de hipótesis y centrar la investigación relevante" (Daily et al., 2009; Ostrom, 2009; Potschin-Young et al., 2018).

34 "Mecanismo por medio del cual un contaminante entra al organismo (ingestión, inhalación, contacto dérmico)". Definición extraída de la Resolución Exenta N°1.690, de 2011, del Ministerio del Medio Ambiente.

De todas maneras, la recomendación del uso de modelos conceptuales está enfocada en un mejor entendimiento de la forma de predecir el impacto de las emisiones, efluentes y residuos. Será responsabilidad de cada titular, de manera previo al ingreso al SEIA, evaluar su utilización según la normativa utilizada para la evaluación del impacto sobre la salud de la población.

Figura 5. Modelo conceptual del riesgo a la salud de la población*



* Nota: Se indica que el modelo conceptual presentado es referencial, pudiendo encontrarse otros mecanismos de transporte o vías de exposición no presentadas, incluso componentes ambientales. Respecto a los "Mecanismos de Transporte y Transformación" se presentan dos bloques en líneas punteadas que corresponden a ejemplos de transformación, los restantes (sin líneas punteadas) son ejemplo de mecanismos de transporte.

Además del modelo conceptual, se recomienda analizar las siguientes temáticas que son transversales a la descripción de las áreas de influencia.

- Población próxima o cercana potencialmente afectada por el proyecto incluyendo instalaciones sensibles (es decir, establecimientos educacionales, de atención de salud, de larga estadía de adultos mayores, entre otros).
- Características topográficas y condiciones climáticas de la zona del proyecto, que contribuyen al transporte de los contaminantes y, finalmente, a la exposición a los mismos.



Como se observa en la Figura 5 los “*mecanismos de transporte y transformación*” dependen de la descripción pormenorizada del contaminante y del componente ambiental impactado, lo cual determina las distintas rutas de exposición del sistema³⁵.

En tanto, la vía de exposición es propia del receptor, ya que depende de la interacción de las personas con su territorio, de su forma de ocupación y uso³⁶. En términos generales se presentan al menos tres tipos de vías de exposición³⁷: inhalación, ingesta y contacto dérmico.

a) Inhalación

Según la Real Academia Española³⁸ la inhalación se define como el acto de “*aspirar, voluntaria o involuntariamente, ciertas sustancias, como gases, vapores, partículas, entre otros*”. Por lo tanto, el acto de aspirar o respirar aire que en su contenido presente contaminantes emitidos por el proyecto o actividad debe ser evaluado en función al período de exposición, a fin de determinar si su inmisión³⁹ representa o genera un riesgo para la salud de la población.

b) Ingesta

La ingesta corresponde al “*acto de introducir por la boca (algo, especialmente comida o bebida) para hacerlo llegar al estómago*”⁴⁰. En este sentido, la ingesta de agua de bebida o de consumo humano, de suelos contaminados, además de alimentos (animales o vegetales) que presenten o contengan contaminantes producto de las interacciones entre los medios de las emisiones, efluentes o residuos generados por el proyecto, deben ser evaluados a fin de determinar el riesgo de esta ingesta sobre la salud de la población.

Cabe hacer hincapié que, las normas de emisión⁴¹ regulan el nivel de descarga del contaminante en un determinado medio, lo cual no necesariamente reduce el riesgo para la salud según su

³⁵ Rutas de exposición incompletas no generan riesgos a la salud. Véase detalles en el numeral 2.1 del Anexo I de la presente Guía.

³⁶ La Guía Área de Influencia de los Sistemas de Vida y Costumbres de Grupos Humanos en el SEIA (SEA, 2020) establece que el territorio compartido corresponde a los lugares que “*habitan*” las personas o grupos humanos. Ahora bien, esta misma guía aclara que el término “*habitar*” deberá considerar “*todas aquellas formas de ocupación y usos del territorio (entorno), lo cual incluye, por ejemplo, lugares de cultivo, pastoreo, recolección de algas o mariscos, lugares de pesca, actividad turística, o incluso, sectores que se utilizan para el tránsito hacia otros lugares, como las rutas de veranada y las rutas entre centros poblados y lugares aislados, entre otros*”. Por lo tanto, las distintas actividades de las personas en un territorio marcarán la pauta respecto al contacto o vía de exposición con el contaminante.

³⁷ Vías de exposición relacionadas con contaminantes químicos, tal como se menciona en el Anexo I de la presente Guía.

³⁸ Definición de la Real Academia Española: [inhalación | Definición | Diccionario de la lengua española | RAE - ASALE](#)

³⁹ “*Entiéndase como la concentración de contaminantes en un punto determinado como consecuencia de las tasas de emisión, así como fenómenos de difusión, dispersión y reacciones químicas en la atmósfera*”.

⁴⁰ Definición RAE.

⁴¹ Determinar el valor o concentración de descarga permisible del contaminante, con el objetivo del cumplimiento de la protección al medio ambiente o salud de la población según especifique la norma.

transporte a otros medios⁴². Lo anterior, en relación con las características de cada contaminante o mezcla de contaminantes y la zona donde sea descargado y su capacidad de movilidad o retención del contaminante hacia la población.

c) Contacto dérmico

El contacto dérmico hace referencia a la exposición de la dermis (capa más externa de la piel) con el contaminante. Esta vía de exposición hace relación a la superficie corporal expuesta respecto a la presencia del contaminante en el medio, principalmente abiótico⁴³, debido a las emisiones, efluentes y residuos generados por el proyecto o actividad. El titular deberá evaluar este riesgo de manera de determinar los efectos sobre la salud de la población.

Cualquier otra vía de exposición identificada por el titular, debe ser avalada por una norma primaria de calidad ambiental, de emisión e información de referencia especificada en relación con el contaminante y su afectación a la salud de las personas.

⁴² Véase numeral 3.2.4 de esta Guía.

⁴³ Por medio abiótico entenderemos el suelo, agua o aire.



3.

EVALUACIÓN DEL RIESGO PARA LA SALUD DE LA POBLACIÓN



3.

3. EVALUACIÓN DEL RIESGO PARA LA SALUD DE LA POBLACIÓN

La generación o aumento significativo del riesgo para la salud de la población trae como consecuencia la obligación de que el proyecto o actividad ingresado al SEIA lo haga a través de un EIA, estableciendo las medidas de mitigación⁴⁴ para hacerse cargo de dicho impacto.

En este capítulo se presentan criterios para evaluar la generación o aumento significativo del riesgo para la salud de la población en el marco del SEIA.

3.1 Riesgo para la salud debido a la ejecución de un proyecto o actividad

En el SEIA hay que distinguir dos formas posibles de generación o presencia del riesgo para la salud de la población:

- **Escenario 1:** caso en el cual existe una situación que ya generaba riesgo a los receptores previo a la ejecución del proyecto, denominado **“riesgo preexistente”**, en un área determinada en atención al contaminante analizado, el que estará conformado por la concurrencia de uno de los siguientes supuestos:
 - a) **Supuesto N°1:** Se entenderá que existe un riesgo preexistente ante la existencia de una zona declarada saturada de conformidad por la superación una norma primaria de calidad ambiental nacional, según corresponda al contaminante en análisis, en el área en que se emplazará el proyecto o actividad.

⁴⁴ Para revisar los criterios de aplicabilidad de las medidas de mitigación u otras medidas, véase numeral 3.3 de esta Guía.

b) **Supuesto N°2:** Se entenderá que existe un riesgo preexistente ante la superación de la norma primaria de calidad ambiental o de los Estados de referencia, de conformidad a los resultados obtenidos de las observaciones o mediciones del contaminante en análisis, sin que sea necesario la existencia una declaratoria de una zona saturada en el área en que se emplazará el proyecto o actividad.

- **Escenario 2:** caso en el cual la ejecución del proyecto **genera un riesgo no existente en un escenario sin proyecto** (no existe alguno de los tres componentes del riesgo, es decir, una determinada concentración observada de un contaminante en un determinado período⁴⁵, una ruta de exposición y la presencia de receptores humanos, tal como se presentó en el numeral 2.3 de esta Guía).

Indicado lo anterior, es fundamental evaluar si la ejecución del proyecto puede aumentar el nivel de riesgo preexistente para los receptores humanos identificados en el área de influencia. Es necesario aclarar que el hecho de que exista un riesgo preexistente no significa, por sí solo, que se configura el ECC del artículo 11, letra a), de la Ley N°19.300 de forma automática, sino que implica que el titular deberá considerar dicha situación y analizar si el aumento en el contaminante respectivo que aportará el proyecto es significativo⁴⁶, debiendo, en consecuencia, realizar el análisis de significancia correspondiente. En este sentido, solo en el caso de que los resultados arrojen que el aumento de la concentración en dicho contaminante por sobre el límite establecido en la norma respectiva es significativo, se estará en presencia del ECC indicados.

A continuación, se abordarán en detalle los escenarios anteriormente indicados.

3.1.1 Escenario N°1, existencia de un “riesgo preexistente”.

- **Supuesto N°1, el área en que se emplazará el proyecto o actividad se encuentra declarada zona saturada para el contaminante en análisis, y el proyecto generará emisiones de dicho contaminante:**

Corresponde al escenario de un proyecto o actividad emplazado en una zona declarada saturada⁴⁷ que considera la generación de emisiones, efluentes o residuos que contengan el mismo contaminante responsable de la saturación. En dicho caso se debe evaluar la concentración por sobre los límites en la norma primaria de calidad ambiental correspondiente.

⁴⁵ Este punto debe entenderse bajo la definición de contaminante explicitada en el artículo 2° de la Ley N°19.300, que indica: “todo elemento, compuesto, sustancia, derivado químico o biológico, energía, radiación, vibración, ruido o una combinación de ellos, **cuya presencia en el ambiente, en ciertos niveles, concentraciones o periodo de tiempo pueda constituir un riesgo a la salud de las personas**” (énfasis agregado). Por lo tanto, bajo un cierto nivel de concentración y período el elemento o sustancia confiere la probabilidad de riesgo, bajo la definición de peligrosidad de este, definida por una norma de calidad nacional o de un Estado de referencia.

⁴⁶ En el numeral 3.2.3 de esta Guía se entregan criterios generales de cómo determinar el riesgo preexistente.

⁴⁷ “Entendida como aquella en que una o más normas de calidad ambiental se encuentran sobrepasadas”, en este caso respecto a una norma primaria de calidad ambiental. Ref. artículo 2° de la Ley N°19.300.

Se debe entender que cualquier zona declarada como saturada por la superación de una norma primaria de calidad ambiental nacional constituye una zona de riesgo preexistente para los efectos de la presente guía, es decir, se debe considerar que en estas las concentraciones y periodos de permanencia del contaminante se encuentran por sobre el límite de lo establecido en la misma.

- **Supuesto N°2, en el área en que se emplazará el proyecto o actividad, existe superación de los valores del contaminante en análisis según lo establecido en la norma primaria de calidad ambiental o norma del Estado de referencia, sin que exista un decreto que declare el área como saturada por dicho contaminante en el caso de la normativa nacional.**

Tal como se indicó anteriormente, la Ley N°19.300, en el artículo 2°, letra n), definió el concepto de norma primaria de calidad ambiental, estableciendo que corresponde a aquellas que establecen los valores de las concentraciones y períodos, máximos o mínimos, permisibles de elementos, compuestos, sustancias, derivados químicos o biológicos, energías, radiaciones, vibraciones, ruidos o combinación de ellos, cuya presencia o carencia en el ambiente pueda constituir un riesgo para la vida o la salud de la población.

Luego, el artículo 11 de la mencionada Ley, a propósito de la generación de los ECC, establece en su inciso final que, para evaluar el riesgo a la salud de la población, se considerará lo establecido en las normas de calidad y de emisión vigentes. Asimismo, añade que, a falta de tales normas, se utilizarán como referencia las vigentes en los Estados indicados, lo anterior, complementado por el artículo 5 del Reglamento del SEIA.

En esta línea, para que los receptores evaluados estén expuestos a un riesgo preexistente en un área determinada y respecto a un contaminante específico, no es requisito que exista una declaración formal saturación, según se desprende del tenor literal del artículo 5°, letra a), del Reglamento del SEIA. En efecto, dicha declaración corresponde más bien a la constatación de haberse alcanzado un determinado nivel de contaminación, y que tiene como objetivo principal dar pie a la elaboración de un Plan de Descontaminación, obligación que no está dirigida a los titulares de proyectos o actividades sino más bien al Estado⁴⁸.

En consecuencia, para determinar si el área donde se emplazan los receptores humanos en evaluación corresponde una zona de riesgo preexistente para un contaminante específico que no cuenta con declaración de saturación, se deberá realizar el siguiente análisis:

⁴⁸ Jorge Bermúdez Soto, *Fundamentos del Derecho Ambiental*, 2014, pág. N°242. A propósito de la Declaración de Zona Latente y Saturada, establece que "Condicionan el uso de otros instrumentos. Tanto las **declaraciones de zona saturada como latente constituyen el primer paso para la utilización de otras herramientas de gestión ambiental**, y en especial de los planes de prevención y descontaminación. Precisamente por esta razón es que **la autoridad es reticente a su utilización**, ya que si bien podría discutirse si tiene una potestad discrecional para declarar una zona latente o saturada, según corresponda, no existirá duda alguna de que, **efectuada la declaración, es obligatoria la elaboración y puesta en práctica de los respectivos planes de prevención y descontaminación**" (énfasis agregado).

CRITERIOS GENERALES PARA DETERMINAR QUE LOS RECEPTORES EVALUADOS ESTÁN EXPUESTOS A UN ÁREA DE “RIESGO PREEXISTENTE”

La caracterización del área de influencia respecto del contaminante⁴⁹ a analizar se debe realizar teniendo presente, a lo menos, los siguientes puntos.

- Los valores límites (concentración y periodos) del contaminante establecidos en las normas primarias de calidad ambiental nacional o de los Estados de referencia.
- La caracterización de los valores del contaminante debe ser realizada en una estación monitorea, ya sea de terceros o del titular, en puntos de muestreos u otra forma de caracterización, tomando como recomendación para esta caracterización las indicaciones de la norma primaria de calidad ambiental respectiva, con el objetivo de asegurar la calidad y validez de los datos observados o levantados.
- Características del medio de acumulación o dispersión del contaminante, ya sean topográficas y condiciones climáticas de la zona del proyecto, entre otras, que contribuyen a la dispersión o acumulación del contaminante en el área de influencia.
- Presencia de los receptores humanos en el área de influencia.

En conclusión, si la caracterización anteriormente indicada arroja como resultado la superación de los valores establecidos en una norma primaria de calidad ambiental, ya sea nacional o de los Estados de referencia, se debe considerar la existencia de un riesgo preexistente en el área de influencia para los receptores humanos descritos.

Tal como se indicó anteriormente, el hecho de que exista un área con riesgo preexistente de conformidad a los supuestos N°1 y N°2 descritos, no significa que se generen de forma automática los ECC del artículo 11, letra a), de la Ley N°19.300 sino que, dicho escenario debe ser considerado por el titular y se debe realizar el análisis de significancia para el contaminante respectivo. En esta línea, solo en el caso que se determine que el aporte del proyecto generará un aumento o disminución significativo —según corresponda— en la concentración del contaminante en análisis, por sobre los valores establecidos en la norma de calidad de que se trate, se estará en presencia del ECC del artículo 11, letra a), de la Ley N°19.300.

⁴⁹ En el caso de la calidad del aire, la “Guía de Calidad del Aire en el Área de Influencia de Proyectos que Ingresan al SEIA” (2015) indica, en el numeral 3.1, que para que una concentración medida en una estación de monitoreo sea representativa, estas “[...] deben ser similares a las concentraciones de exposición de los receptores de interés potencialmente afectados.”

3.1.2 Escenario N°2, generación de un riesgo que no existía previo al desarrollo del proyecto

En el segundo caso, el proyecto puede generar un riesgo no existente previamente al exponer a una población a emisiones, efluentes o residuos cuyos niveles de contaminantes configuren un peligro para la salud humana. Cabe aclarar que la exposición a los elementos o sustancias que tengan la potencialidad de generar perjuicios a la salud de los receptores humanos puede existir de manera previa al ingreso del proyecto o actividad al SEIA, pero en este escenario los niveles no configuran una superación del "riesgo aceptable"⁵⁰ para la salud o simplemente riesgo⁵¹ delimitado por la superación de los valores (concentraciones y periodos) establecidos en una norma primaria de calidad ambiental nacional o de los Estados de referencia. Por lo tanto, en este caso se requiere analizar la presencia del riesgo al que se expone a la población (existencia de los tres componentes que configuran el riesgo según lo explicado en el numeral 2.3.2 de la presente Guía).

En atención a los dos escenarios posibles es de vital importancia la descripción del área de influencia de manera de delimitar la causalidad que tenga el proyecto o actividad respecto a la generación del riesgo para la salud de la población o del aumento significativo del riesgo preexistente.

Este ejercicio debe ser realizado de manera previa al ingreso al SEIA por los titulares de proyecto o actividad.

3.2 Criterios generales para evaluar la generación o presencia de los efectos, características o circunstancias de la letra a) del artículo 11 de la Ley N°19.300

A continuación se exponen algunos criterios que deben verificarse, para cada contaminante o mezcla de contaminantes, respecto de la evaluación del riesgo para la salud de la población, según el siguiente orden:

- a) Superación de valores de concentración y períodos establecidos en normas primarias de calidad ambiental nacional.
- b) Superación de valores de concentración y períodos establecidos en normas primarias de calidad ambiental de los Estados que señala el Reglamento del SEIA⁵².

⁵⁰ Un nivel de riesgo aceptable se define como aquel umbral cuyos valores de concentración y exposición de un contaminante se establecen de modo de proteger la vida o salud de las personas. Estos valores son definidos tanto en normas primarias de calidad nacional o de los Estados de referencia.

⁵¹ En este sentido, las normas primarias de calidad ambiental reconocen que, por debajo de los valores de concentraciones y períodos establecidos, existe un riesgo a la salud, pero que tal riesgo, es aceptable.

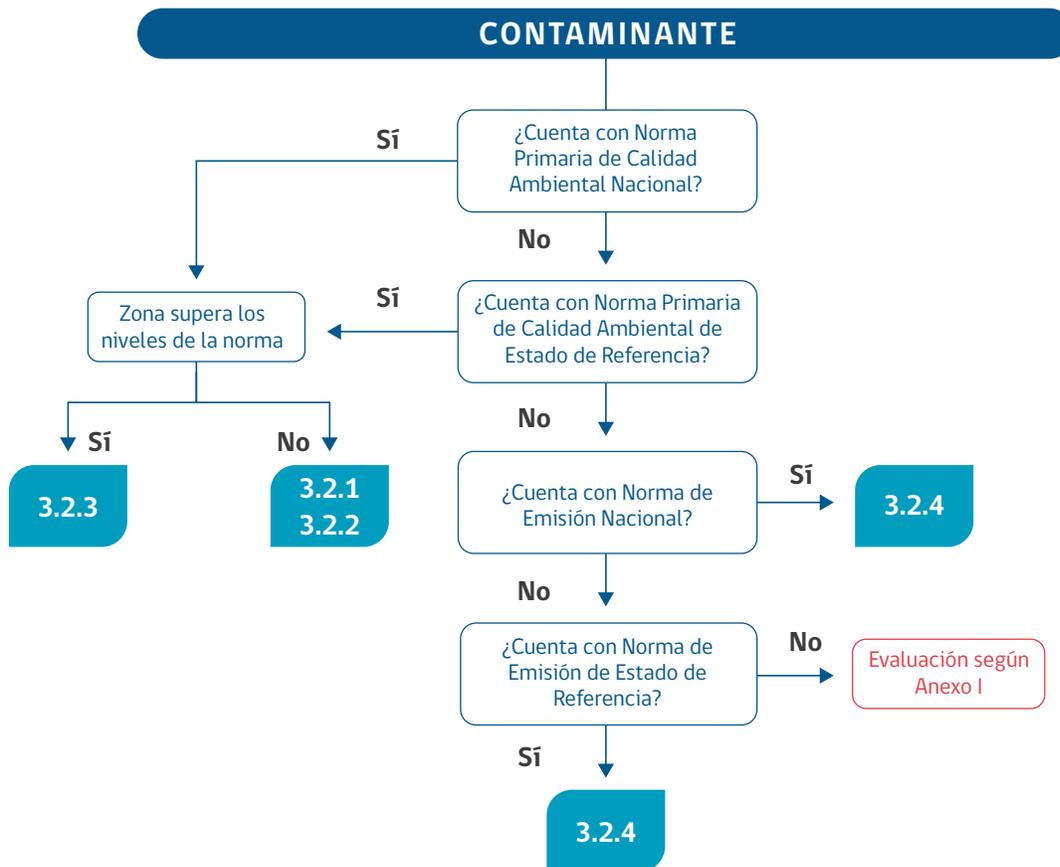
⁵² "[...] Para la utilización de las normas de referencia, se priorizará aquel Estado que posea similitud en sus componentes ambientales, con la situación nacional y/o local, lo que será justificado razonablemente por el proponente". Ref. Artículo 11 del Reglamento del SEIA.

- c) Aumento del riesgo preexistente
- d) Superación de los valores establecidos en las normas de emisión.

El rol de las normas de emisión en el SEIA, que se expone en el numeral 3.2.4 de esta Guía, **corresponde a un criterio de aproximación para la evaluación del riesgo a la salud de las personas**. Su uso es requerido cuando existe una falta de normas primarias de calidad ambiental nacional o de los Estados de referencia, en función a que también estas normas tienen como objetivo el cuidado de la vida y la salud de las personas.

En la Figura 6 se presenta un diagrama para facilitar la selección de los criterios a continuación presentados. Este diagrama es una recomendación sobre la base de los lineamientos establecidos en el artículo 5º del Reglamento del SEIA.

Figura 6. Esquema de decisión de los criterios presentados en esta Guía para evaluar el riesgo para la salud de la población humana respecto de un contaminante emitido o generado por el proyecto o actividad



Fuente: elaboración propia



Cuando se indica en este diagrama “zona supera los niveles de la norma” se debe entender como aquella zona en cuyas mediciones en el área de influencia superan, en concentraciones y períodos, los valores establecidos en la norma primaria de calidad ambiental, tanto nacional como de los Estados de referencia, correspondiente, incluyendo las zonas declaradas saturadas, según se explica en el numeral 3.1 de la presente Guía.

Es importante hacer énfasis en que cualquier contaminante que no cuenta con Norma Primaria de Calidad Ambiental o de Emisión, ya sea nacional o de los Estados de referencia, debe ser evaluado según lo indicado en el Anexo I de esta Guía. Para lo anterior, se debe realizar una revisión exhaustiva de la normativa, nacional o Estados de referencia, para justificar, técnicamente, que el contaminante no cuente con una norma para la protección de la vida o la salud de la población.

3.

3.2.1 Superación de valores de las concentraciones y períodos establecidos en normas primarias de calidad ambiental nacional

a) Sobre las normas primarias de calidad ambiental

Las normas primarias de calidad ambiental establecen los niveles y períodos de los contaminantes en el ambiente para los cuales se puede constituir un riesgo para la salud de la población, tal como señala su definición en la Ley N°19.300⁵³.

En efecto, el artículo 24 del “Reglamento para la Dictación de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión”⁵⁴ señala que para determinar las normas primarias de calidad ambiental se “recopilarán los antecedentes y se encargará la preparación de los estudios o investigaciones científicas, epidemiológicas, clínicas, toxicológicas y otros que sean necesarios para determinar los niveles de riesgo para la vida o salud de la población”.

Las normas nacionales de calidad ambiental juegan un doble rol en la gestión ambiental.

En el marco del SEIA, la existencia de las referidas normas de calidad ambiental es de relevancia para evaluar si el proyecto genera o presenta los ECC señalados en el literal a) “Riesgo para la salud de la población, debido a la cantidad y calidad de efluentes, emisiones o residuos” y en el literal b) “Efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire”, ambos del artículo 11 de la Ley N°19.300.

Por otro lado, las normas de calidad ambiental constituyen uno de los presupuestos jurídicos tendientes a determinar la necesidad de declarar una zona como latente o saturada⁵⁵, para

⁵³ Ref. artículo 2° de la Ley N°19.300.

⁵⁴ Ref. D.S. N°38, de 2012, del Ministerio del Medio Ambiente.

⁵⁵ En este caso quien actúa es el Estado, a través del Ministerio del Medio Ambiente, implementando instrumentos de gestión tales como Planes de Prevención o Descontaminación. Una vez vigente el respectivo Plan, pasa a ser normativa ambiental aplicable para los proyectos o actividades de la zona.

lo cual debe cumplirse con la metodología de medición y control contemplado en la propia norma, cuestión que no es resorte de la evaluación ambiental de proyectos o actividades en el SEIA y, por tanto, de la presente Guía.

b) Aplicación de las normas primarias de calidad ambiental en el SEIA

El inciso final del artículo 11 de la Ley N°19.300 establece que para “*evaluar el riesgo indicado en la letra a) (...) se considerará lo establecido en las normas de calidad ambiental y de emisión vigentes*” (énfasis agregado). Teniendo en vista los objetos de protección considerados en estas normas, cabe señalar que la normativa relevante para evaluar el riesgo para la salud de la población indicado en la letra a) del artículo 11 de la Ley N°19.300 son las normas primarias de calidad ambiental, que contemplan la protección de la vida y salud de las personas.

Estas normas entregan valores de concentración y periodos que se deben comparar en la situación con proyecto como criterio para evaluar si se genera riesgo para la salud de la población y, consecuentemente, determinar si corresponde el ingreso al SEIA a través de un EIA, en el cual corresponderá establecer las medidas para hacerse cargo de dicho impacto. De todas maneras, en el caso de que el proyecto o actividad haya agotado la instancia o capacidad de aplicar medidas de mitigación, el titular puede presentar otras medidas que se hagan cargo de dicho impacto, como se plantea en el numeral 3.3 de esta Guía.

La situación con proyecto corresponde a la caracterización cuantitativa del valor del contaminante en los receptores humanos del área de influencia previo a la ejecución del proyecto, más los aportes del proyecto en evaluación (predicción del impacto).

Cabe precisar que, para la predicción y evaluación de impactos se deberán 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 sinérgicos⁵⁶. Resulta relevante indicar a su vez que, la evaluación de impactos sinérgicos y acumulativos resulta exigible tanto para el caso de los EIA como de las DIA.

En el caso de los EIA el artículo 18 del Reglamento del SEIA establece que: “*Para la evaluación de impactos sinérgicos se deberán considerar los proyectos o actividades que cuenten con*

⁵⁶ En conformidad a lo dispuesto en el artículo 2º, letra h), de la Ley N°19.300 se entenderá efecto sinérgico como “*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*”. Por su parte, el concepto de impacto acumulativo no se encuentra definido en la Ley N°19.300 ni en el Reglamento del SEIA, por tanto, y para efectos de esta Guía se entenderá 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*” (GAC, 2020).

En este sentido se ha pronunciado la jurisprudencia al referirse a los impactos acumulativos como “*la suma total de cada uno de los efectos parciales de las distintas fuentes identificadas en el área de influencia del proyecto*” (Corte Suprema, causa Rol N°7610–2019, del 6 de diciembre de 2019, considerando trigésimo primero).

calificación ambiental vigente de acuerdo a lo indicado en el literal e.11 anterior". Por su parte, el literal e.11 establece: "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".

En el caso de las DIA, resulta necesario evaluar los impactos sinérgicos y acumulativos para efectos de dar cumplimiento a lo establecido en el artículo 12 bis de la Ley N°19.300, esto es, demostrar la inexistencia de los ECC del artículo 11⁵⁷. Lo anterior también resulta procedente en el marco de lo dispuesto en el artículo 19 del RSEIA que establece que se deberán evaluar los impactos considerando la condición ambiental más desfavorable.

En el caso de modificaciones de proyectos o actividades existentes, el titular debe indicar si la modificación genera una variación en la cantidad del contaminante, exponiendo, si aumenta o disminuye. Esta variación debe considerar la cuantificación del proyecto sin modificación y el proyecto modificado, verificando si la cantidad del contaminante del proyecto sin modificación se encuentra cuantificada en los datos observados o medidos en el área de influencia y que representen a los receptores de impactos. Lo anterior, de modo de entregar la mayor información posible para la evaluación del impacto, bajo lo indicado en el artículo 11 ter de la Ley N°19.300; "[...] **la evaluación de impacto ambiental considerará la suma de los impactos provocados por la modificación y el proyecto o actividad existente para todos los fines legales pertinentes.**" (énfasis agregado).

En la Figura 7 se presenta el análisis cuantitativo de los niveles del contaminante en los receptores humanos para la determinación del instrumento de ingreso al SEIA (DIA o EIA, según

⁵⁷ En este sentido se ha pronunciado la jurisprudencia ambiental. En efecto, el Tercer Tribunal Ambiental ha señalado que "(...) 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).

corresponda). Cabe indicar que este análisis tiene como base el precepto que la situación sin proyecto (descripción detallada —línea de base— o descripción general del área de influencia⁵⁸) no está en superación de los valores de las concentraciones y períodos establecidos en la correspondiente norma primaria de calidad ambiental nacional vigente.

Se aclara que el análisis de la Figura 7 considera la adición de los contaminantes en el medio donde se encuentra presente el receptor humano, debiendo revisarse por parte del titular, previo al ingreso al SEIA, esta forma de análisis, ya que depende del contaminante a evaluar. Lo anterior, en referencia a que no todos los contaminantes son de carácter aditivo de tipo directo, por ejemplo, los relacionados con energía o que se propagan⁵⁹.

Figura 7. Análisis de instrumento de ingreso al SEIA según normas primarias de calidad ambiental nacionales

<i>Situación con proyecto = Situación sin proyecto + Aporte del proyecto + Aportes proyectos con RCA⁶⁰</i>	
Configuración ingreso al SEIA:	
1. Situación con proyecto ≤ Norma Primaria de Calidad	Ingreso a través de una DIA
2. Situación con proyecto > Norma Primaria de Calidad	Ingreso a través de un EIA

Fuente: elaboración propia

Es relevante distinguir que las normas de calidad contienen por un lado los valores de exposición aceptables y, por otro, la metodología de medición y control de la norma⁶¹. En este sentido, para efectos de determinar si se configura el supuesto de la letra a) del artículo 11 de la Ley N°19.300, se utilizarán como referencia los valores de exposición, tanto en concentración como periodo, establecidos en la norma de calidad pertinente.

En el caso de la metodología de control (por ejemplo, plazos mínimos de medición a promediar, lugar de medición) no debe usarse, en tanto el objetivo perseguido en el SEIA no es verificar la saturación de una zona, sino la protección de la salud de los receptores humanos inmersos en esta área de influencia.

58 La condición sin proyecto responde a los niveles basales del contaminante evaluado, según los impactos del proyecto o actividad en los receptores humanos presentes en el área de influencia del proyecto.

59 Para más detalle, véase numeral 2.2 y 3 del documento técnico “Criterio de evaluación en el SEIA: evaluación del efecto sinérgico asociado a impactos por ruido sobre la salud de la población” (SEA, 2022), disponible en el Centro de Documentación de la página web del SEA; <https://sea.gob.cl/>.

60 La situación con proyecto deberá indicar si existen otros proyectos que cuenten con RCA vigente y que no se han ejecutado en el área de influencia y que aporten el contaminante con el cual se comparará la norma en los receptores analizados.

61 Artículos 26 y 28 del D.S. N°38, de 2012, Reglamento para la Dictación de Normas de Calidad y de Emisión, del Ministerio del Medio Ambiente.



Cabe señalar, que una norma de calidad ambiental podría establecer, para efectos del control, un concepto de “representatividad poblacional” que no se condice con el concepto de población señalado anteriormente en esta Guía. Para efectos del SEIA, el concepto de población vinculado a la letra a) del artículo 11 de la Ley N°19.300 será el indicado en el numeral 2.4 de esta Guía, el cual estipula que la población debe ser entendida *“tanto a un conjunto de personas como, en atención a las circunstancias, a una sola persona que de manera permanente o transitoria pudieran encontrarse en el área de influencia del riesgo para la salud de la población”*.

Complementando lo anterior, estas normas fijan un estándar de calidad del componente ambiental respectivo. Por lo que la verificación de su cumplimiento se realiza en el ambiente, donde la presencia de contaminantes, en general, es atribuible a la contribución de más de una fuente emisora, y debido a que puede haber más de un responsable de la calidad del aire. Por lo anterior, en la mayoría de los casos estas normas no constituyen normativa ambiental aplicable a un proyecto, en particular, para efectos del SEIA, por lo que no es necesario acreditar su cumplimiento para la calificación ambiental favorable, o bien, que una vez ejecutado el proyecto deba acreditarse su cumplimiento.

Sin perjuicio de lo anterior, en casos justificados, tal como la existencia de una única fuente emisora de un contaminante determinado, se podría requerir el cumplimiento de los valores establecidos en una norma de calidad ambiental nacional durante la ejecución de un proyecto como condición de aprobación, o bien, dicho cumplimiento podría ser comprometido por parte del mismo titular del proyecto. Si este fuera el caso y para verificar el cumplimiento, el titular deberá implementar un monitoreo.

Respecto a la caracterización de nivel basal del contaminante normado (descripción general o detallada del área de influencia), se entiende que el levantamiento de esta información no tiene por objetivo el cumplimiento de la norma, sino más bien, busca entregar la condición, más actual posible, a la que están expuestos los receptores humanos. Si bien, no se busca que la estación de monitoreo, desde la cual se caracterizan los receptores inmersos en el área de influencia, tenga una declarativa de representatividad poblacional, sí se hace necesario que cumpla con estándares que permitan establecer técnicamente que los receptores están expuestos a un similar nivel del contaminante observado, ya que esto entrega certeza al respecto de la condición basal⁶².

62 En el caso de la caracterización de la calidad del aire en los receptores, el SEA en la “Guía de Calidad del Aire en el Área de Influencia de Proyectos que Ingresan al SEIA” (2015) indica que las mediciones se podrán considerar *“como válidas aquellas estaciones que no cumplan los requisitos específicos para ser declaradas como de representatividad poblacional o bien, cumpliendo los requisitos, no estén declaradas como tales, siempre y cuando se ajusten a las consideraciones (de la guía) ...”*. En este sentido, la guía establece que, los titulares deberán indicar la representatividad de las mediciones de calidad del aire de estas estaciones en función a los receptores, sin que esto signifique que deben estar declaradas como tal o cumplir con todos sus requisitos (como el de ubicarse en zonas urbanas), para lo cual deben poner especial énfasis en la **“extensión de alcance del contaminante, las características topográficas y meteorológicas de la zona, y las fuentes de emisión cercanas”**(énfasis agregado).

Por lo tanto, si bien no es requisito que la estación monitorea cuente con una declarativa de representatividad poblacional, según establezca la normativa vigente, si es necesario que el titular justifique que los valores observados o medidos en este punto sean representativos para el o los receptores descritos en el área de influencia.

Asimismo, el seguimiento de las concentraciones declaradas en la evaluación ambiental, a través de un monitoreo, se entiende que tiene por objetivo verificar que las variables ambientales (por ejemplo, de calidad del aire como MP10, MP2.5, SO₂, NO₂) evolucionen de acuerdo con lo previsto en la evaluación ambiental, que las medidas sean efectivas y que no se generen impactos no previstos. Para cumplir los objetivos señalados, no es necesario que el monitoreo se efectúe necesariamente en una estación declarada con representatividad poblacional, en tanto dicha declaración se requiere para verificar cumplimiento de las normas de calidad, cuestión no imputable al titular del proyecto. Sí debieran usarse las metodologías de medición indicadas en las normas o las que establezca el Ministerio del Medio Ambiente o sus Secretarías Regionales en cada caso durante el proceso de evaluación.

Corresponderá a la Autoridad Sanitaria y al SEA, como administrador del SEIA, calificar que la utilización de la norma, por parte del titular del proyecto o actividad, ha sido la correcta desde el punto de vista del objetivo perseguido, el cual es proteger la salud de las personas, lo que se evaluará en cada caso particular.

3.2.2 Superación de valores de las concentraciones y períodos establecidos en normas primarias de calidad ambiental de los Estados que señala el Reglamento del SEIA

El artículo 11 de la Ley N°19.300 indica que a falta de normas de calidad ambiental vigentes “se utilizarán como referencia las vigentes en los Estados que señale el reglamento”, estableciendo los siguientes Estados: República Federal de Alemania, República Argentina, Australia, República Federativa del Brasil, Confederación de Canadá, Reino de España, Estados Unidos Mexicanos, Estados Unidos de Norteamérica, Nueva Zelandia, Reino de los Países Bajos, República de Italia, Japón, Reino de Suecia y Confederación Suiza. Asimismo, añade que, para la utilización de las normas de referencia, se priorizará aquel Estado que posea similitud, en sus componentes ambientales, con la situación nacional o local.

En el SEIA, a falta de normas de calidad ambiental nacionales, las normas de calidad ambiental de los Estados de referencia deben ser consideradas de igual manera que una norma de calidad nacional, como un segundo criterio para evaluar si se presenta o genera riesgo para la salud de la población y la pertinencia de la presentación de un EIA. **Es necesario precisar que las normas de los Estados de referencia deben ser análogas a la jerarquía normativa de la calidad ambiental, lo cual debe ser debidamente justificado por el titular.**

El estándar o valor establecido en una norma de referencia debe ser considerado como valor límite, a partir del cual se configura la presencia del riesgo para la salud de la población y, por lo tanto, debe ser utilizado para comparar la situación con proyecto. Valores por encima o debajo del límite, según sea el caso, no necesariamente configuran la inexistencia de un riesgo, sino más bien se indica que es un nivel que no configura un impacto significativo en el marco del SEIA.

Asimismo, las normas de referencia no son exigibles en Chile, por lo que no deben ser consideradas normativa ambiental aplicable en el SEIA, así como las normas de calidad nacionales, sino que son solo utilizadas a falta de normativa nacional para determinar si un proyecto genera o presenta riesgo para la salud de la población.

En la Figura 8 se presenta el análisis cuantitativo de los niveles del contaminante en los receptores para la determinación del instrumento de ingreso al SEIA (DIA o EIA, según corresponda). Cabe indicar que este análisis tiene como base el precepto que, la situación sin proyecto (descripción detallada —línea de base— o descripción general del área de influencia⁶³) no está en superación de los valores de las concentraciones y períodos establecidos en la correspondiente norma primaria de calidad ambiental del Estado de referencia utilizada para evaluar el impacto.

Figura 8. Análisis de instrumento de ingreso al SEIA según normas primarias de calidad de los Estados de referencia

<i>Situación con proyecto = Situación sin proyecto + Aporte del proyecto + Aportes proyectos con RCA⁶⁴</i>	
Configuración ingreso al SEIA:	
1. Situación con proyecto ≤ Norma de referencia	Ingreso a través de una DIA
2. Situación con proyecto > Norma de referencia	Ingreso a través de un EIA

Fuente: elaboración propia

Al igual que lo indicado en el numeral 3.2.1 de esta Guía, el análisis de la Figura 8 considera la adición de los contaminantes en el medio donde se contactan con el receptor humano, debiendo revisarse por parte del titular, previo al ingreso al SEIA, esta forma de análisis, ya que depende del contaminante a evaluar.

Sin perjuicio de lo anterior, en casos justificados, tales como la existencia de una única fuente emisora de un contaminante determinado, se podría requerir el cumplimiento de los valores establecidos en una norma de calidad ambiental de un Estado de referencia durante la ejecución de un proyecto, como condición de aprobación de este, o bien, dicho cumplimiento podría ser comprometido por parte del titular del proyecto. Si este fuera el caso y para verificar el cumplimiento, el titular deberá implementar un monitoreo para verificar cumplimiento.

⁶³ La situación sin proyecto responde a los niveles basales del contaminante evaluado según los impactos del proyecto o actividad en los receptores humanos presentes en el área de influencia del proyecto.

⁶⁴ La situación con proyecto deberá indicar si existen otros proyectos que cuenten con RCA vigente y que no se hayan ejecutado en el área de influencia y que aporten el contaminante con el cual se comparará la norma en los receptores analizados.

Para este análisis, es necesario que se utilicen normas de referencia de Estados que presenten alguna similitud con la situación nacional o local, en términos de las características de sus componentes ambientales⁶⁵, lo que debe ser fundamentado por el proponente, por ejemplo, a través de una descripción del área, la caracterización del componente ambiental impactado, la condición basal existente previo a la intervención, entre otros.

Corresponderá a la Autoridad Sanitaria y al SEA, como administrador del SEIA, calificar que la utilización de normas de referencia planteadas por parte del titular del proyecto o actividad ha sido la correcta desde el punto de vista del objetivo perseguido, el cual es, proteger la salud de las personas, lo que será evaluado en cada caso particular.

3.2.3 Aumento del riesgo preexistente

Tal como se indicó en el numeral 3.1.1 de la presente Guía existe una situación que ya generaba riesgo previo a la ejecución del proyecto denominada “riesgo preexistente”, el que se encuentra conformado por la concurrencia de uno de los dos supuestos identificados, correspondientes a:

- **Supuesto N°1:** Existencia de una zona declarada saturada de conformidad a la superación de la norma de calidad primaria o de los Estados de referencia, según corresponda al contaminante en análisis.
- **Supuesto N°2:** Superación de la norma de calidad primaria o de los Estados de referencia, de conformidad a los resultados obtenidos del contaminante en análisis, sin contar con una declaración de zona saturada, de conformidad a los criterios señalado en el numeral 3.1 de la presente Guía.

Habiéndose determinado que en el área en que se emplazarán los receptores del proyecto existe un riesgo preexistente, de conformidad a los criterios señalados en el numeral 3.1.1, aquello no significa que de forma automática se generen los ECC del artículo 11 letra a), de la Ley N°19.300, sino que, para determinar si se configuran los ECC en un proyecto o actividad determinado, se deberá considerar la concurrencia de alguno de los escenarios indicados y se deberá realizar el análisis de significancia del contaminante en análisis. Así, en caso de que los resultados arrojen que el proyecto o actividad genera un aumento o disminución significativo –según corresponda– en la concentración del contaminante en análisis, se estará en presencia del ECC.

Para lo anterior, en atención a que la descripción (general o detallada) del área de influencia es necesaria al momento de evaluar el riesgo para la salud de la población humana⁶⁶, se

⁶⁵ El artículo 11 del Reglamento del SEIA indica “(...) se priorizará aquel Estado que posea similitud en sus componentes ambientales, con la situación nacional o local, lo que será justificado razonablemente por el proponente”; además indica que “cuando el proponente señale las normas de referencias extranjeras que utilizará, deberá acompañar un ejemplar íntegro y vigente de dicha norma”, la que deberá contar con una versión traducida al español.

⁶⁶ Para cualquiera de los criterios presentados en el numeral 3.2 de esta Guía.

debe levantar la información disponible más actualizada y validada posible respecto de los niveles de contaminantes a los que están expuestos los receptores humanos inmersos en esta área, en relación con la descarga al ambiente que genera el proyecto o actividad (emisiones, efluentes o residuos).

Se recomienda la revisión de bases de datos existentes actualizadas⁶⁷, ya sea una estación monitorea, de terceros o del titular, puntos de muestreos u otra forma de caracterización, tanto de instituciones públicas y privadas, como centros de investigación y universidades, entre otros. Esta información debe revisarse con el fin de que sea de utilidad y replicable en el marco de la evaluación ambiental respecto los niveles del contaminante, descartándose información epidemiológica o toxicológica del contaminante, lo que se encuentra contenido en la revisión de la norma primaria de calidad ambiental o de emisión (nacional o de los Estados de referencia). Para esto se propone:

- Caracterización de las fuentes de información, incluyendo el año de levantamiento de la data y resolución espacial.
- Caracterización de la cobertura y calidad de la información existente (datos validados).

En cuanto a las fuentes mínimas para el levantamiento de la información del nivel de contaminantes basales a los que están expuestos los receptores humanos, se recomienda al menos revisar:

- [Sistema Nacional de Información Ambiental \(Sinia\)](#) del Ministerio del Medio Ambiente (MMA).
- [Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire \(Sinca\)](#) del Ministerio del Medio Ambiente.
- Sistema Nacional de Información del Agua (SNIA) o [Banco Nacional de Aguas de la Dirección General de Aguas \(DGA\)](#).
- Estudios edafológicos de la contaminación de suelos del Centro de Información de Recursos Naturales (Ciren) del Ministerio de Agricultura.
- [Capas del IDE \(Infraestructura de Datos Espaciales\)](#) respecto a la contaminación ambiental.

Con los datos anteriores se debe indicar si los receptores humanos presentes en el área de influencia se encuentran emplazados en una zona saturada o en un área cuyas mediciones indiquen que se sobrepasa este valor sin estar declarada como saturada. Habiendo determinado esta condición, es necesario, entonces, considerar el grado de aumento del riesgo, lo cual tiene relación directa con el aporte de estos contaminantes por parte del proyecto.

La cantidad aportada por la ejecución del proyecto debe ser evaluada considerando para aquellos los valores límites (concentración y periodo) del riesgo establecidas en las Normas Primarias

⁶⁷ Se recomienda que la información no tenga más de tres años de antigüedad desde la presentación del proyecto en el SEIA, aunque esta temporalidad dependerá de la zona analizada y el contaminante.

de Calidad Ambiental Nacional y de Estados de referencia, en cuyo caso, el titular deberá justificar su utilización presentando, a lo menos, la siguiente información para su evaluación:

- Guías técnicas, publicaciones o documentos internacionales científicos traducidos al español.
- Detalle de la metodología utilizada para la determinación de la concentración que genera el riesgo y su relación con los componentes ambientales del área de influencia del objeto de protección.
- Descripción del valor límite e indicaciones de exposición (agudo, crónico o intermedio).

Será de responsabilidad del titular, en función de la magnitud, duración y extensión de los impactos de los contaminantes emitidos, caracterizar el área de influencia del objeto de protección, incluso, en casos que sea necesario, la caracterización y monitoreo en terreno de las condiciones ambientales, de manera de entregar la mayor certeza técnica posible⁶⁸.

Cabe reiterar que, el análisis antes indicado debe ser revisado caso a caso por la Autoridad Sanitaria a fin de evaluar si se presenta o genera riesgo para la salud de las personas, o en este caso, un aumento significativo del riesgo y, por lo tanto, la pertinencia de presentación de un EIA. De todas formas, los pronunciamientos emitidos por la Autoridad Sanitaria serán analizados en el marco del procedimiento de evaluación ambiental, debiendo el SEA analizar su idoneidad y que se hayan realizado en el marco de sus competencias, en el cumplimiento del rol de administrador del SEIA.

Se hace presente que, sobre la materia, se elaborarán documentos técnicos en los que se abordarán criterios respecto a lo que se deberá entender como aumento o disminución significativos, según corresponda, de la concentración por sobre los valores (concentraciones y períodos) establecidos en las normas primarias de calidad ambiental vigentes respecto a cada contaminante.

3.2.4 Normas de emisión en la evaluación del riesgo para la salud en el marco del SEIA

Las normas de emisión son un instrumento de gestión ambiental contemplado en la Ley N°19.300. Tales normas se encuentran definidas, en la letra o) del artículo 2° de dicha Ley, como aquellas que “establecen la cantidad máxima permitida para un contaminante medido en el efluente de la fuente emisora”, y pueden tener un ámbito territorial de aplicación local o nacional.

⁶⁸ El SEA ha generado lineamientos de la caracterización del área de influencia (AI) de un proyecto o actividad mediante la publicación de guías, que se encuentran disponible en el Centro de Documentación de la página web del SEA; <https://www.sea.gob.cl/documentacion>.

Las normas de emisión constituyen normativa de carácter ambiental y, como tal, corresponde su aplicación a todos los proyectos o actividades que se encuentren en los supuestos de aplicabilidad de la norma, independientemente de su ingreso al SEIA.

El artículo 11 de la Ley N°19.300 señala, en su inciso final, que para "*evaluar el riesgo indicado en la letra a) (...) se considerará lo establecido en las normas de calidad y de emisión vigentes. A falta de tales normas, se utilizarán como referencia las vigentes en los Estados que señale el reglamento*" (énfasis agregado).

3. El cumplimiento de una norma de emisión es una exigencia sin la cual no es posible la aprobación de un proyecto al que le aplique; sin embargo, no es suficiente como único antecedente para acreditar que el proyecto no genera riesgo para la salud de la población, lo que dependerá, por cierto, de las circunstancias particulares del proyecto y de la caracterización del área de influencia.

Lo anterior cobra mayor relevancia cuando las normas de emisión tengan como ámbito de aplicación todo el territorio nacional, pues, en estos casos, si bien establecen un estándar mínimo de emisión aceptable, se dictaron sin considerar las particularidades de cada lugar. Puede ocurrir entonces que el proyecto, a pesar de dar cumplimiento a los valores fijados por la norma de emisión, en atención a sus características particulares, igualmente genere riesgo para la salud y, en tal situación, en el caso de que corresponda su ingreso al SEIA deberá hacerlo a través de un EIA. En este escenario se deberán establecer las medidas de mitigación para hacerse cargo de dicho impacto. De todas maneras, en el caso de que el proyecto o actividad haya agotado la instancia o capacidad de aplicar medidas de mitigación, el titular puede presentar otras medidas que se hagan cargo de dicho impacto, como se plantea en el numeral 3.3 de esta Guía.

Las normas de emisión determinan los límites máximos de emisión para efectos de evaluar los impactos en un medio y, por ende, sobre la vida y el riesgo para la salud, sin embargo, ello no limita que titulares comprometan condiciones más exigentes para hacerse cargo de los ECC del proyecto. **Por lo tanto, siempre será recomendable realizar la evaluación de salud con normas primarias de calidad o de los Estado de referencia, tal como se indica en el numeral 3.2.1 y 3.2.2 de esta Guía, salvo en los casos indicados en el numeral 3.2.4.**

En conclusión, el cumplimiento de una norma de emisión vigente en Chile, o una norma de emisión de referencia, no necesariamente implica que el proyecto o actividad no requiere presentarse al SEIA a través de un EIA, pues ello **dependerá de las particularidades de la norma, del proyecto (magnitud y duración de los efluentes, emisiones o residuos) y de su lugar de emplazamiento (por ejemplo, topografía, meteorología, presencia de otras fuentes).**

3.3 Criterios sobre aplicabilidad de medidas respecto al riesgo para la salud de la población humana

Las medidas de mitigación ambiental⁶⁹ tienen *"por finalidad evitar o disminuir los efectos adversos de un proyecto o actividad"* mientras que las de reparación⁷⁰ tienen por objetivo *"reponer uno o más componentes o elementos del medio ambiente a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al impacto sobre dicho componente o elemento o, en caso de no ser ello posible, restablecer sus propiedades básicas"*. Por su parte, las medidas de compensación⁷¹ son aquellas destinadas a *"producir o generar un efecto positivo alternativo y equivalente a un efecto adverso identificado..."*.

Las medidas de compensación solo cobran relevancia cuando no existe factibilidad técnica de aplicar medidas de mitigación o reparación, o cuando estas no son capaces de hacerse cargo en su totalidad de los impactos significativos (jerarquía de medidas). Una medida de compensación asume la afectación de un componente o elemento del medio ambiente debido a que utiliza el canje de un efecto adverso por la generación de un efecto positivo equivalente.

Entonces, es evidente que para que una medida sea adecuada el efecto positivo de esta debe verificarse sobre la misma población cuya salud pudiera ser puesta en riesgo por la ejecución del proyecto y no sobre una población distinta. Por ello que, de un primer análisis, teniendo presente la definición de cada medida, se puede entender que **para hacerse cargo de la generación o presencia del riesgo para la salud de la población solo son aceptables las medidas de mitigación que eviten o disminuyan dicho riesgo.**

Cabe indicar que, estas medidas están en relación con las indicaciones del artículo 98 del Reglamento del SEIA, es decir, aquellas que impiden o evitan el efecto mediante la no ejecución de una obra o acción, o de alguna de sus partes, las que limitan o reduzcan la extensión, magnitud o duración de una obra o acción, o alguna de sus partes, y que están enfocadas a medidas tecnológicas o de gestión consideradas en el diseño.

Sin embargo, y acorde a lo señalado en el numeral 2.6 de esta Guía, se debe entender que al emitir un contaminante la alteración es directa sobre el componente ambiental, que es parte constituyente de la ruta de exposición, e indirecta sobre la salud de la población puesto que se requiere además de una vía de exposición para que se constituya el riesgo.

Entendido de esta forma, las medidas que se hagan cargo de evitar o minimizar la exposición del contaminante sobre los componentes ambientales receptores (suelo, agua, aire, biota) serán también adecuadas para hacerse cargo del riesgo para la salud de la población. **Estas medidas deben ser aplicadas sobre los componentes ambientales de la ruta de exposición** (véase

⁶⁹ Ref. artículo 98 del Reglamento del SEIA.

⁷⁰ Ref. artículo 99 del Reglamento del SEIA.

⁷¹ Ref. artículo 100 del Reglamento del SEIA.

detalle en el numeral 2.1 del Anexo I de esta Guía) de modo de evitar o minimizar la exposición del contaminante por la población, alcanzando con ello niveles, en términos de magnitud y duración, que no configuren los efectos adversos del artículo 5° del Reglamento del SEIA.

Debido, en algunos casos, a la complejidad que significa representar la ruta de exposición en el marco de la evaluación ambiental es que se deben priorizar las medidas de mitigación aplicadas sobre las obras o acciones, o alguna de sus partes, o las que incorporen medidas tecnológicas o de gestión en el diseño por sobre las medidas planteadas en los componentes ambientales (ruta de exposición), de modo que éstas últimas sean aplicadas únicamente en aquellos casos en los cuales se hayan agotados las instancias para aplicar las anteriores medidas de mitigación.

Cuando se presenten medidas sobre el componente ambiental afectada (parte constitutiva de la ruta de exposición), el titular debe entregar la descripción pormenorizada de la medida, detallando el efecto de la medida sobre la exposición y la cuantificación de este efecto, utilizando modelos, simulaciones, mediciones o cálculos matemáticos para este fin, de modo de reducir la incertidumbre asociada a su aplicabilidad y justificar adecuadamente la idoneidad de la medida.

3.3.1 Mecanismo de compensación en el marco de los planes de prevención y descontaminación y su relación con las medidas de mitigación

Es importante aclarar que la implementación de un mecanismo de compensación⁷² en el marco del cumplimiento de un plan de prevención o descontaminación⁷³ no puede ser considerado una medida adecuada para hacerse cargo del riesgo para la salud de la población si esta se aplica en un área de influencia diferente al de la población que se vería afectada por el proyecto.

Por el contrario, si el mecanismo de compensación mitiga el impacto sobre el componente ambiental receptor⁷⁴ y, por lo tanto, minimiza o evita el riesgo sobre la salud de la población, no sería necesario presentar una medida adicional (véase Figura 9). Para tal efecto, el mecanismo de compensación deberá ser asimilable a una medida de mitigación, no solo en lo fundamental (resguardo de la salud de la población) sino en la forma, siendo expuesto con el detalle exigido a toda medida enmarcada en un Plan de Medidas de Mitigación Ambiental⁷⁵.

⁷² Todo mecanismo de compensación de emisiones enmarcado en un plan de prevención o descontaminación debe ser medible, verificable y adicional (que no responda a otras obligaciones de terceros) y permanentes.

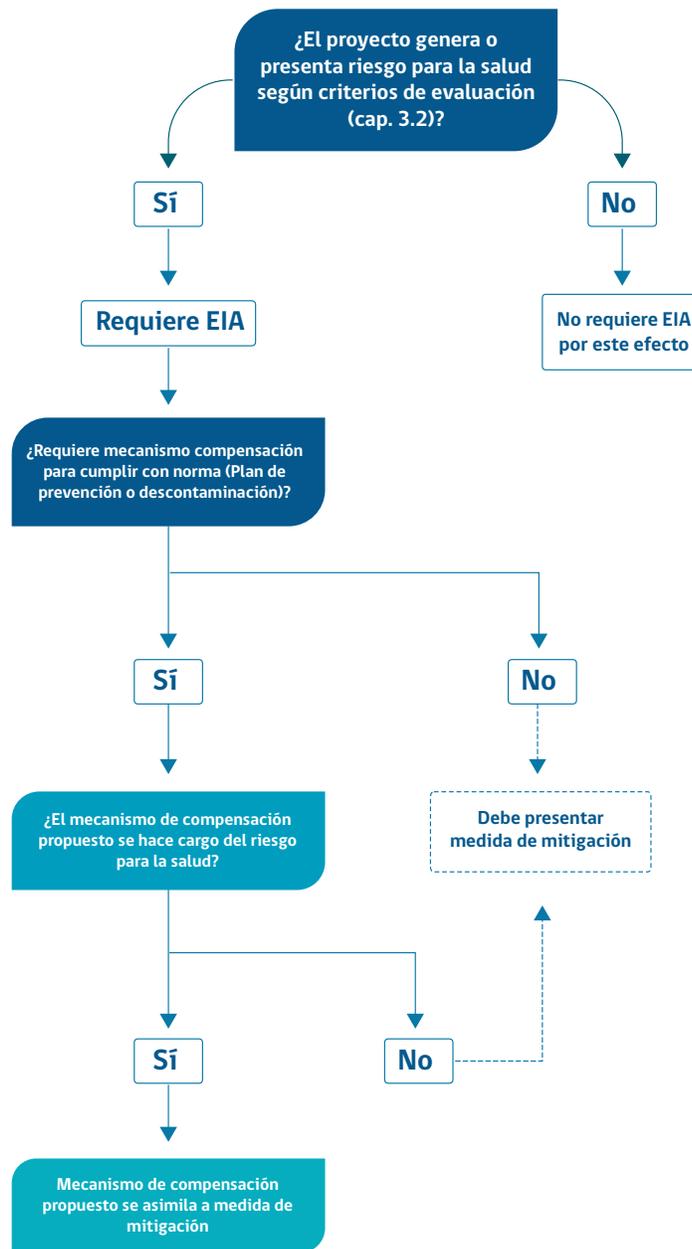
⁷³ Dentro de los Instrumentos de Gestión Ambiental, definidos en el Título II de la Ley N°19.300 se incluyen los Planes de Manejo, Prevención o Descontaminación. El artículo 45 de la Ley N°19.300 indica que los Planes de Prevención y Descontaminación contendrán " (...) la relación que exista entre los niveles de emisión totales y los niveles de contaminantes a ser regulados (...) los instrumentos de gestión ambiental que se usarán para cumplir sus objetivos (...) la proposición, cuando sea posible, de mecanismos de compensación de emisiones (...) las actividades contaminantes ubicadas en zonas afectas a planes de prevención o descontaminación, quedarán obligadas a reducir sus emisiones a niveles que permitan cumplir los objetivos del plan en el plazo que al efecto se establezca".

⁷⁴ Véase discusión en numeral 3.3 de esta Guía

⁷⁵ En el Título VI del Reglamento del SEIA se establecen los contenidos mínimos de los Planes de Medidas de Mitigación Ambiental.

Por último, es importante recalcar que un proyecto no necesariamente genera o presenta riesgo para la salud de la población por el solo hecho de impactar una zona latente o saturada o requerir implementar un mecanismo de compensación para cumplir con un plan de prevención o descontaminación, según lo expuesto en el numeral 3.2.3 de esta guía (riesgo preexistente).

Figura 9. Relación entre una medida de mitigación y un mecanismo de compensación en relación con la presencia o generación del riesgo a la salud



Fuente: elaboración propia



ANEXOS

ANEXO I. ASPECTOS GENERALES DE LA METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE RIESGOS PARA LA SALUD DE LA POBLACIÓN

La letra d) del artículo 12 de la Ley N°19.300 establece que *"cuando el proyecto deba presentar un Estudio de Impacto Ambiental por generar alguno de los efectos, características o circunstancias señaladas en la letra a) del artículo 11, y no existiera Norma Primaria de Calidad o de Emisión en Chile o en los Estados de referencia que señale el Reglamento, el proponente deberá considerar un capítulo específico relativo a los potenciales riesgos que el proyecto podría generar en la salud de las personas"* (énfasis agregado). **Por lo tanto, y tal como se presenta en la Figura 6 de esta Guía, cuando el contaminante no presente normativa, tanto nacional como de los Estados de referencia, deberá evaluar la potencialidad de riesgo para la salud sobre la base de las indicaciones del presente Anexo.**

La evaluación de riesgo, de acuerdo con la definición de la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos, corresponde a la *"base fáctica para definir los efectos en la salud de la exposición en personas o poblaciones a material o situaciones peligrosas"*⁷⁶. La definición indicada es amplia, y actualmente es utilizada para estimar los posibles impactos en la salud asociados con las exposiciones ambientales⁷⁷.

La evaluación de riesgo para la salud abarca: a) la descripción de posibles efectos adversos en base a la evaluación de los resultados de investigaciones epidemiológicas, clínicas, toxicológicas y ambientales; b) la extrapolación de estos resultados para predecir el tipo y la magnitud de los efectos en la salud bajo determinadas condiciones de exposición; c) la evaluación del número y características de las personas potencialmente expuestas a diferentes niveles y duraciones, y d) la integración de los resultados en una estimación de la posibilidad de ocurrencia de efectos adversos sobre una población determinada. La evaluación de riesgo también incluye una caracterización de las incertidumbres inherentes al proceso de inferencia de los riesgos.

Es tarea de la autoridad competente (Minsal) establecer la metodología de elección para evaluar los riesgos para la salud de las personas expuestas a contaminantes, en un área de trabajo que abarque más allá de la evaluación de proyectos dentro del SEIA.

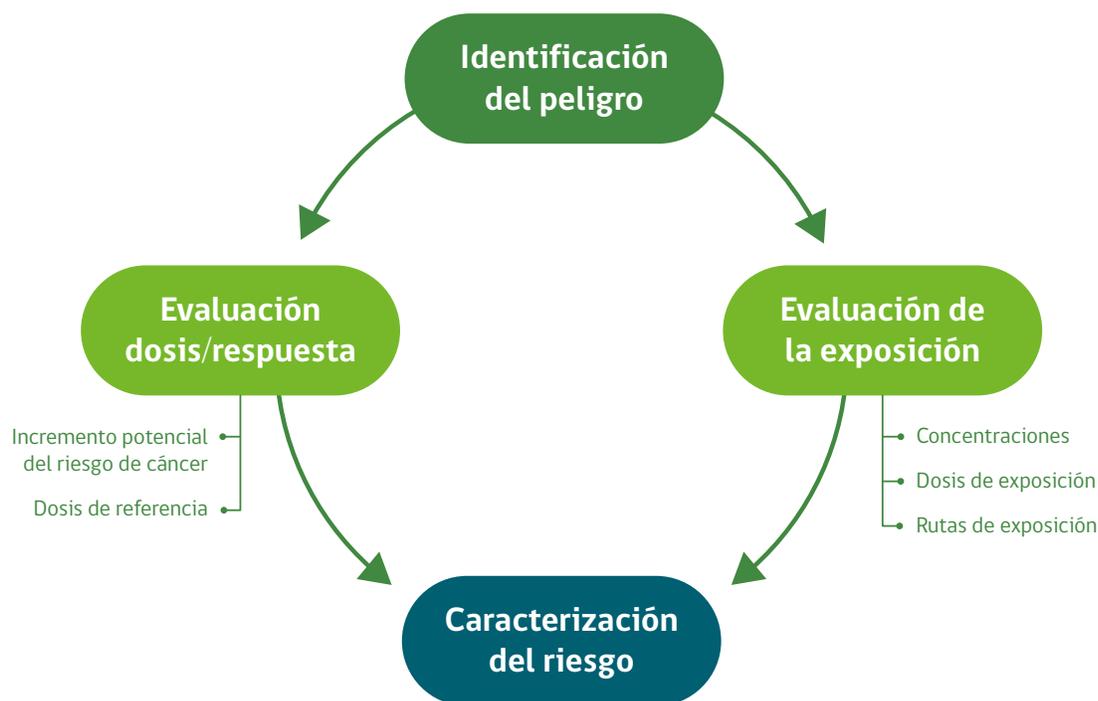
⁷⁶ Consejo Nacional de Investigación, 1983. "Evaluación de riesgos en el gobierno federal. Gestión del proceso". National Academy Press, Washington, DC, pp. 3.

⁷⁷ "Caracterización de los potenciales efectos adversos a la salud humana producto de la exposición de peligros medioambientales". Consejo Nacional de Investigación, 1983. "Evaluación de riesgos en el gobierno federal. Gestión del proceso". National Academy Press, Washington, DC, pp. 18.

Sin embargo, en esta sección se revisarán los aspectos generales del modelo convencional para llevar a cabo evaluaciones de riesgo⁷⁸ para la salud de la población, en el marco de aquellos contaminantes que no cuenten con normativa, nacional o de los Estados de referencia, para su evaluación. Tal como se presenta en la Figura 10, este modelo consta de cuatro etapas:

- 1) Identificación del peligro.
- 2) Evaluación de la exposición.
- 3) Evaluación dosis-respuesta.
- 4) Caracterización del riesgo.

Figura 10. Etapas de la evaluación de riesgos ambientales



Fuente: de Miguel E., 2003

La metodología descrita está enfocada principalmente a contaminantes químicos, sin perjuicio de que metodologías similares pueden ser también aplicadas a un amplio rango de contaminantes.

⁷⁸ Consejo Nacional de Investigación, 1983. "Evaluación de riesgos en el gobierno federal. Gestión del proceso". National Academy Press, Washington, DC, pp. 3.



1. IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO

La identificación de peligros es predominantemente un proceso cualitativo, cuyos resultados más relevantes son la identificación de los contaminantes de interés para la evaluación y el modelo conceptual del emplazamiento.

1.1 Identificación de contaminantes

Los contaminantes pueden ser de naturaleza física, química o microbiológica. Los contaminantes físicos corresponden aquellas manifestaciones físicas, especialmente de la mecánica y la energía, que provocan efectos adversos sobre la salud. Por su parte, los contaminantes químicos se asocian a la presencia de agentes químicos, mientras que los contaminantes biológicos tienen relación con la presencia de agentes tales como bacterias, virus, protozoos, hongos, parásitos, derivados vegetales (por ejemplo, polen, microtoxinas) y derivados animales (por ejemplo, larvas).

La relación entre la exposición a un contaminante y la incidencia de efectos adversos a la salud se cuantifica por medio de estudios toxicológicos o epidemiológicos.

Para establecer estimaciones de riesgo la toxicología se basa en la evidencia de experimentos controlados en los cuales se somete a animales de laboratorio a diferentes niveles de exposición de un contaminante. Otros datos toxicológicos pueden provenir de pruebas de laboratorio en cultivos de células o de tejidos aislados de animales o humanos y, en el caso de sustancias, del análisis de la estructura molecular de los contaminantes de interés.

Por su parte, la epidemiología utiliza la evidencia sobre poblaciones humanas expuestas a diferentes niveles de contaminantes. Aunque ningún estudio podrá concluir que no existe riesgo, los datos negativos de estudios epidemiológicos de tamaño suficiente pueden utilizarse para establecer, con cierto nivel de seguridad, el nivel de riesgo que no se excederá frente a

la exposición a un agente. Las investigaciones epidemiológicas son particularmente útiles, porque proporcionan información acerca de personas bajo condiciones reales de exposición a un agente específico; se considera que los estudios epidemiológicos bien diseñados y controlados apropiadamente tienen más peso que los resultados de estudios en animales.

Ambas disciplinas involucran diferentes supuestos e incertidumbres cuando se utilizan para la evaluación de riesgo. En esta etapa es necesario definir si es científicamente correcto inferir que los efectos adversos que se han observado bajo ciertas condiciones específicas pueden ocurrir bajo otras condiciones; en otras palabras, si es posible inferir, por ejemplo, que los agentes o sustancias que producen efectos tóxicos en animales, bajo condiciones controladas de laboratorio, tienen el mismo efecto en las personas bajo condiciones normales de exposición.

Como resultado de esta etapa se debe proporcionar información sobre:

- Los contaminantes de interés para la evaluación.
- Los efectos a la salud pertinentes al proyecto.

2. EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN

En el numeral 2.6 de esta Guía se introduce el concepto de modelo del impacto (Figura 5) en un medio sobre el riesgo a la salud de las personas, de manera de clarificar la forma en que el vertido, emisión o disposición de estas sustancias en el medio puede generar efectos adversos sobre la salud. El presente capítulo del Anexo I está íntimamente ligado a ese punto, en el entendido que la evaluación de la exposición depende exclusivamente del transporte de estos contaminantes hasta la zona de contacto con los receptores y el tiempo de exposición.

A continuación se presenta una descripción de la ruta de exposición y la dosis de exposición, referente al transporte del contaminante hacia el receptor y tiempo de exposición sobre este receptor, respectivamente.

2.1 Ruta de exposición

Una ruta de exposición se define como el proceso por el cual una persona se ve expuesta a contaminantes que se originan en alguna fuente de contaminación.

La exposición tiene lugar cuando existe una ruta de exposición completa, la que ocurre cuando todos los siguientes elementos están presentes:

- Una fuente de contaminante, por ejemplo, una chimenea o derrame de combustible.
- Un mecanismo de salida o liberación del contaminante.

- Medios para que se desplace el contaminante, como las aguas subterráneas, el suelo y el subsuelo, el agua superficial, la atmósfera, los sedimentos y la biota; y mecanismos de transporte.
- Un punto de exposición o un lugar específico en el cual la población entra en contacto con el contaminante.
- Una vía de exposición o manera en que los contaminantes se introducen o entran en contacto con el cuerpo. Para contaminantes químicos estas son inhalación (por ejemplo, gases y partículas en suspensión), ingesta (por ejemplo, suelo, polvo, agua, alimentos) y contacto dérmico (por ejemplo, suelo, baño en agua).
- Una población receptora que esté expuesta o potencialmente expuesta a los contaminantes.

Una ruta de exposición potencial es aquella a la que le falta uno o más de los elementos anteriores, pero la información disponible indica que la exposición es probable. Una ruta de exposición es incompleta cuando faltan uno o más elementos y la información disponible indica que no se prevé que haya exposición.

La determinación de las rutas de exposición completas o potencialmente completas se hace sobre la base del modelo conceptual presentado en el **numeral 2.6** de esta Guía, así como de los contaminantes identificados (numeral 1.1 del Anexo I de esta Guía).

Solo las rutas de exposición que sean completas o potencialmente completas serán posteriormente consideradas en el proceso de evaluación del riesgo.

2.2 Dosis de exposición

El propósito de esta fase de la evaluación de riesgo es estimar el tipo y magnitud de la exposición de receptores, considerando las rutas de exposición completas o potencialmente completas. Esto incluye, además, frecuencia, duración, vía y extensión de la exposición.

La unidad en que se exprese la magnitud de la exposición dependerá del tipo de contaminante. La manera más común de expresarla para el caso de contaminantes químicos es en forma de dosis diaria, con unidades de masa de contaminante que entra en contacto con el receptor por kilogramo de peso corporal en relación con una cierta cantidad de tiempo, expresada habitualmente en día.

Las dosis de exposición se estiman para cada agente y por cada vía de exposición, y requiere recopilar y combinar información acerca de dos tipos de variables de exposición independientes:

- a) En primer lugar es necesario determinar o estimar los niveles o concentraciones (u otros, según el tipo de contaminante) de las sustancias en los distintos medios (abióticos y bióticos) con los que puede entrar en contacto el receptor en el punto de exposición. La metodología utilizada (por ejemplo, modelos de dispersión) deberá ser validada por el Oaeca según el medio afectado, con especial énfasis en el Ministerio del Medio Ambiente.

- b) En segundo lugar se han de caracterizar aquellas variables que describen a la población expuesta y que permiten calcular las dosis de exposición, conocidos los niveles o concentraciones en los distintos medios: tasa de contacto con el agente, frecuencia y duración de la exposición, peso corporal y tiempo de promedio. Esta información deberá ser validada por la Autoridad Sanitaria, la que establecerá los valores más adecuados en cada caso.

Por ejemplo, la fórmula genérica de cálculo de las dosis diarias de exposición por ingesta toma la siguiente forma:

$$I = \frac{(C \times CR \times EF \times ED)}{(BW \times AT)}$$

Donde:

- I:** *Ingesta de contaminantes –dosis suministrada– [mg / (kg * día)]*
- C:** *Concentración del contaminante en el punto de exposición [mg / kg, mg / L, mg / m³]*
- CR:** *Tasa de contacto [kg / día, L / día, m³ / día]*
- EF:** *Frecuencia de la exposición [días / año]*
- ED:** *Duración de la exposición [años]*
- BW:** *Peso corporal [kg]*
- AT:** *Tiempo promedio o período sobre el cual se promedia la exposición [días]*
 Para contaminantes no cancerígenos se considera por defecto que AT es equivalente a ED expresado en días; para contaminantes cancerígenos el tiempo de promedio se considera que es una vida completa (70 años por defecto), es decir, AT = 365 x 70 = 25.550 días.

La concentración C puede estimarse a partir de los resultados de modelos de destino y transporte (*fate and transport models*), bioconcentración y bioacumulación (*para riesgos ecológicos*), entre otros modelos⁷⁹.

Los valores que toman las variables de la población, especialmente la tasa de contacto y la frecuencia y duración de la exposición, son fuertemente dependientes del uso presente o previsto del terreno. Para establecer valores de exposición por defecto suelen considerarse los siguientes tipos de uso posible del terreno: residencial, agrícola, industrial y comercial (los dos últimos son en ocasiones agrupados en una única categoría).

Todos los supuestos utilizados para estimar las dosis de exposición deberán ser presentados detalladamente y justificados, indicando la fuente de información y origen de los datos en cada caso, de manera previa al ingreso al SEIA.

⁷⁹ El Centro de Documentación de la página web del SEA cuenta con un compendio de distintas guías para modelos de destino y transporte, especificados en guías de calidad de calidad del aire y aguas subterráneas.



3. EVALUACIÓN DOSIS – RESPUESTA

La evaluación dosis–respuesta es una descripción cualitativa o cuantitativa de las propiedades inherentes de los contaminantes que tienen potencial de causar efectos adversos a la salud de la población. Se refiere a la relación entre dosis de exposición y el incremento de la posibilidad de aparición o de la seriedad de los efectos adversos para la salud previamente especificados en la primera etapa. La relación dosis–respuesta se establece para cada vía de exposición considerada.

En el caso de los contaminantes no cancerígenos, se admite que existe un rango de magnitudes de exposición, desde cero hasta un valor umbral, que puede ser tolerado por el organismo sin que se manifieste significativamente el efecto. Para estos elementos o compuestos es posible, por lo tanto, estimar un nivel de exposición diaria, para cada vía de exposición y generalmente promediado a lo largo de una vida (dosis crónica), por debajo del cual se asume que no existe riesgo para la salud humana. A esta dosis de exposición se le denomina dosis de referencia (RfD), concentraciones de referencia (RfC), ingesta diaria aceptable (ADI), nivel de riesgo mínimo (MRL), entre otras designaciones.

Para los agentes cancerígenos, al contrario de lo expuesto anteriormente, se considera que no existe un nivel de exposición que no lleve aparejada una posibilidad finita, por pequeña que sea, de desarrollar una respuesta cancerígena. En este caso la potencia tóxica del contaminante se expresa a través del factor de pendiente (*SF* o *Slope Factor*) o potencia de cáncer, que indica el incremento en la probabilidad de desarrollar un cáncer a lo largo de una vida por exposición crónica a una dosis unitaria del contaminante.

Consecuentemente, la probabilidad que tiene un receptor de desarrollar un cáncer a lo largo de su vida se calcula como el producto del factor de pendiente y la dosis diaria de exposición crónica.

La información relevante para la evaluación de riesgo que deberá ser utilizada por el titular del proyecto o actividad que se encuentra recogida en diferentes bases de datos de libre acceso, tales como:

- a) *Integrated Risk Information System, IRIS* (U.S. EPA)
<http://www.epa.gov/IRIS/>
- b) Organización Mundial de la Salud (OMS)
<http://www.inchem.org/>
http://www.who.dk/air/activities/20020620_1
- c) *Netherlands National Institute of public Health and the Environment* (RIVM)
<http://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/711701025.pdf>
- d) *Agency for Toxic Substances and Disease Registry* de Estados Unidos (ATSDR)
<http://www.atsdr.cdc.gov/toxpro2.html>

En los proyectos o actividades sometidos a evaluación ambiental se deberá entregar la fuente de la información utilizada. En todo caso, la información deberá ser validada por la Autoridad Sanitaria, quien definirá la información más adecuada a utilizar en cada caso.

4. CARACTERIZACIÓN DEL RIESGO

En esta etapa se estima cualitativa o cuantitativamente la probabilidad de que se produzca un efecto adverso, conocido o potencial, y su gravedad para la salud de la población. Resulta de la integración de la información de dosis-respuesta y la evaluación de la exposición e incluye la comparación con valores de referencia, siendo diferente para exposiciones a contaminantes cancerígenos y no cancerígenos, así también para los físicos, químicos o biológicos.

4.1 Ejemplo 1: contaminante químico no cancerígeno

Para contaminantes químicos no cancerígenos se utiliza un cociente de peligro (HQ o *Hazard Quotient*), análogo a la razón de exposición y razón de peligro, que se calcula como la fracción entre la dosis diaria de exposición estimada (para cada receptor crítico) y la ingesta diaria aceptable (ADI), concentración de referencia (RfC), dosis de referencia (RfD), entre otros, según corresponda. Sobre la base de lo anterior, y para el caso de ingesta (oral), se deberá evaluar usando la siguiente fórmula matemática:

$$HQ = \frac{\text{Dosis de exposición [mg / (kg * día)]}}{\text{Dosis de referencia [mg / (kg * día)]}}$$

Y, en el caso de inhalación de contaminantes:

$$HQ = \frac{\text{Concentración atmosférica [g/m3]}}{\text{Concentración atmosférica tolerable [µg/m3]}}$$

La fracción HQ debe compararse con un valor que sea considerado aceptable por la Autoridad Sanitaria (menor a 1).

4.2 Ejemplo 2: contaminante químico cancerígeno

Para contaminantes químicos cancerígenos y niveles de riesgo menores a 0,01 (aproximación lineal de la curva dosis-respuesta), la exposición estimada se multiplica por el factor de pendiente adecuado para obtener una estimación conservadora del incremento potencial del riesgo de cáncer durante la vida o *Increased Lifetime Cancer Risk* (ILCR). A continuación se presenta el incremento:

$$ILCR = \text{Dosis de exposición [mg / (kg * día)]} \times \text{Factor de pendiente [(mg / (kg*día))^{-1}]}^{80}$$

Y, en el caso de inhalación de contaminantes:

$$ILCR = \text{Concentración atmosférica [µg / m³]} \times \text{Unidad del riesgo de inhalación [(µg / m³)^{-1}]}$$

La estimación de ILCR debe compararse con el incremento de riesgo “aceptable” o “insignificante”, cuyo valor presentado en evaluación debe ser justificado por el titular. Estos valores, son presentados, en tono de discusión en el Anexo II de la Guía. Lo anterior, hace referencia a la utilización de un valor determinado por sobre otro, en función a las distintas recomendaciones internacionales.

La Autoridad Sanitaria definirá si corresponde que los riesgos sean estimados en forma separada por cada vía, o bien, sean estimados considerando la exposición simultánea por distintas vías.

80 Para el Factor de Pendiente se recomienda revisar IRIS (por sus siglas en inglés: “*Integrated Risk Information System*”) de la EPA, en cuyo repositorio encontrarán los factores tanto para ingesta (oral) como inhalación. Véase: <https://cfpub.epa.gov/ncea/iris/search/index.cfm>

4.3 Exposición a mezclas de contaminantes

Si existe exposición simultánea a múltiples contaminantes es necesario asumir que los efectos individuales de cada uno son aditivos, a menos que se pueda justificar lo contrario, por ejemplo, si no tienen los mismos mecanismos de acción, los mismos efectos o no atacan los mismos órganos.

Para contaminantes cancerígenos que producen la misma forma de cáncer en el mismo órgano se debe asumir que los riesgos son aditivos y deben sumarse.

5. SUPERACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO ACEPTADO

Por último, es necesario plantear los escenarios de superación de los niveles de riesgo para la salud de la población, bajo lo cual se plantean dos escenarios; considerando contaminantes cancerígenos y no cancerígenos.

5.1 Superación del nivel de riesgo incremental aceptado para el caso de contaminantes cancerígenos

El titular deberá listar entre los contaminantes emitidos aquellos considerados cancerígenos. La clasificación de un contaminante como cancerígeno ha sido variante en el tiempo, ya que depende de una gran cantidad de estudios epidemiológicos, toxicológicos, ensayos clínicos y pruebas. Por esta razón es obligatorio que el titular revise la información actualizada al momento de presentar el proyecto o actividad en el SEIA⁸¹.

La metodología general para evaluar el riesgo para la salud de las personas presentada en el numeral 4.2 del presente Anexo permite estimar el incremento del riesgo de desarrollar cáncer durante la vida de un individuo expuesto al contaminante en cuestión, basado en antecedentes recolectados desde agencias internacionales de salud.

La Autoridad Sanitaria podrá comparar el riesgo incremental estimado con valores establecidos por agencias internacionales, de acuerdo con los patrones de exposición de la población receptora en cada caso en particular. Si el riesgo incremental es mayor al nivel de riesgo aceptable

81 Para esta tarea, se recomienda revisar al menos las siguientes agencias con recopilación de contaminantes cancerígenos: IRIS (por sus siglas en inglés: "Integrated Risk Information System") de la EPA. Véase: <https://cfpub.epa.gov/ncea/iris/search/index.cfm>.

IARC (por sus siglas en inglés: "International Agency for Research on Cancer") de la Organización Mundial de la Salud (OMS). Véase: <https://monographs.iarc.who.int/monographs-available/>

entonces el proyecto o actividad debe presentar medidas adecuadas para hacerse cargo de este impacto, **las que deben ser planteadas desde el inicio del proceso de evaluación** (véase ejemplo de estimación del riesgo incremental en el numeral 4.2 de este Anexo). En el Anexo II se presenta una discusión respecto de los distintos límites establecidos internacionalmente, para la consideración de la significancia del impacto.

5.2 Superación del nivel de riesgo incremental aceptado para el caso de contaminantes no cancerígenos

La metodología de evaluación de riesgo para contaminantes no cancerígenos permite estimar dosis de exposición para individuos expuestos al contaminante emitidos producto de la ejecución del proyecto.

En este caso, la dosis de exposición se compara con dosis de referencia de la literatura científica para establecer si el proyecto o actividad debe presentar medidas adecuadas para hacerse cargo del riesgo para la salud que genera o presenta.

La información sobre los potenciales efectos adversos utilizada debe ser validada por la Autoridad Sanitaria, quien define la información más adecuada a utilizar en cada caso.

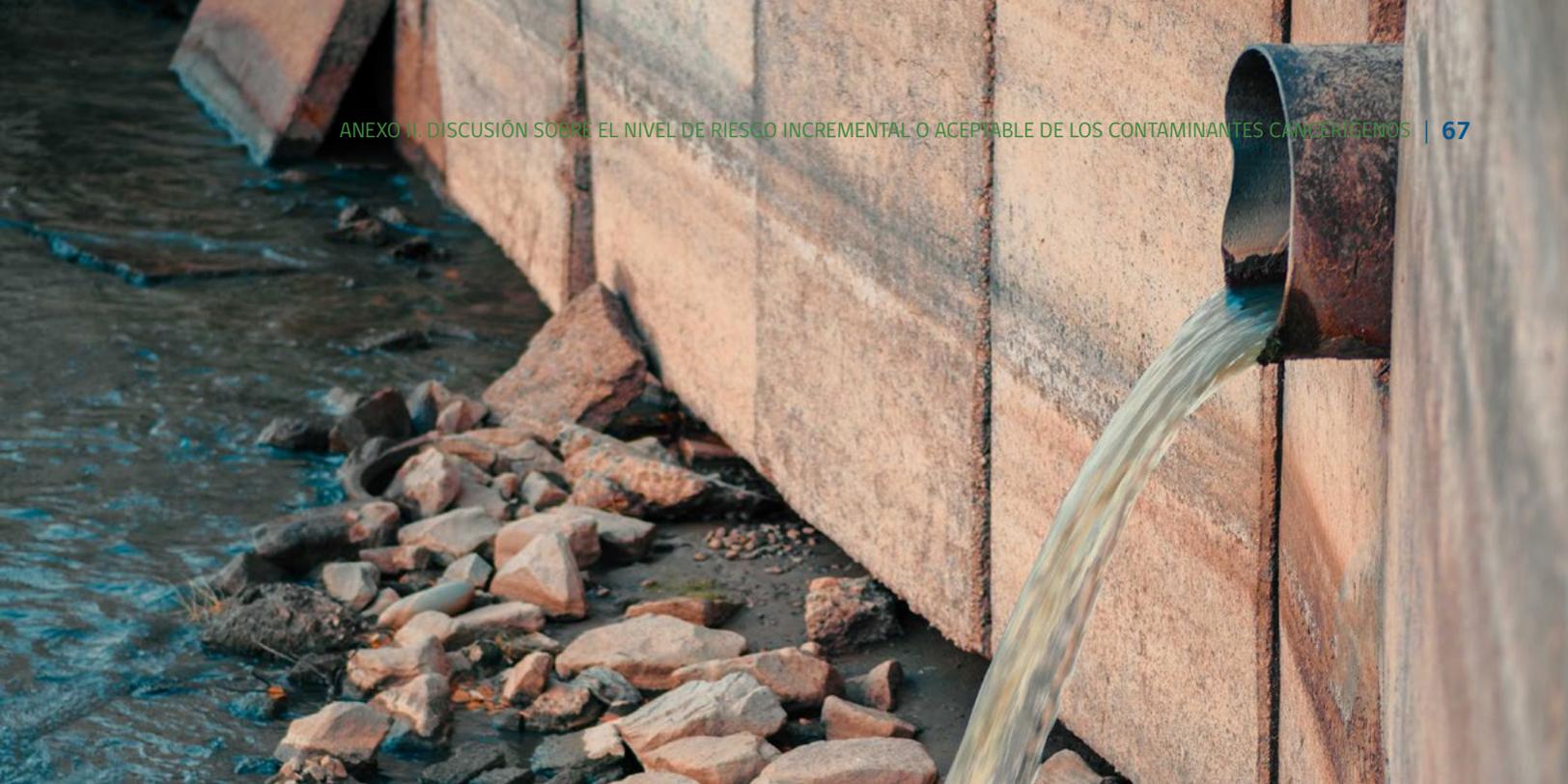
6. INCERTIDUMBRE

Un aspecto fundamental es evaluar las incertidumbres y supuestos del proceso de evaluación de riesgo. Esto incluye detallar claramente la naturaleza y magnitud de las fuentes de incertidumbre⁸² de manera de exponerlas a la hora de evaluar la necesidad de recopilar información adicional y elaborar las conclusiones de la evaluación.

Las incertidumbres en la evaluación de riesgo deben ser discutidas incluyendo, pero no limitado a, la calidad y cantidad de datos utilizados, así como los factores, supuestos y modelos que pueden llevar a sobrestimar o subestimar los resultados.

⁸² La incertidumbre tiene distintos matices en su definición según la fuente. La RAE define a la incertidumbre como la *"falta de certidumbre o certeza"*; mientras que la certidumbre o certeza lo define como *"el conocimiento seguro o claro de algo"*. Por lo tanto, la incertidumbre se podría interpretar como *"la falta de conocimiento seguro o claro de algo"*.

En este sentido, la incertidumbre estará presente en el proceso de evaluación de riesgo, en especial, en los modelos o supuestos utilizados para el transporte o transformación del contaminante por el medio físico (véase Figura 5).



ANEXO II. DISCUSIÓN SOBRE EL NIVEL DE RIESGO INCREMENTAL O ACEPTABLE DE LOS CONTAMINANTES CANCERÍGENOS

Cuando se evalúa el riesgo por exposición a compuestos cancerígenos, las agencias regulatorias, tales como *Health Canada* y la *Environmental Protection Agency* de Estados Unidos (U.S. EPA), asumen que cualquier nivel de exposición distinto de cero está asociado con algún riesgo de cáncer. Es decir, a diferencia de los contaminantes no cancerígenos, para las sustancias cancerígenas no existe un umbral bajo el cual exista un nulo riesgo de cáncer (*no threshold*). Como resultado, es necesario definir el nivel de riesgo de cáncer que se considera aceptable, tolerable o esencialmente insignificante.

En los años 70, la *Food and Drug Agency* de Estados Unidos (FDA) fue la primera agencia en abordar este tema, adoptando un nivel de riesgo de 10^{-6} (1 en 1 millón) como el riesgo de cáncer incremental para residuos cancerígenos en los alimentos que era considerado como “esencialmente cero”. Desde entonces, el nivel de riesgo de 10^{-6} ha sido usado ampliamente en la regulación y manejo de la contaminación ambiental, con el mayor respaldo proveniente de la U.S. EPA que emplea 10^{-6} como su principal referencia para la exposición “aceptable” de compuestos cancerígenos en la población general.

Aunque 10^{-6} es el nivel de riesgo más usado para el manejo de riesgo por contaminación ambiental, muchas agencias, incluyendo la U.S. EPA, identifican un rango de incremento de riesgo de incidencia de cáncer. Generalmente 10^{-4} a 10^{-6} se considera un rango de riesgo aceptable dependiendo de la situación y circunstancias de exposición.

En Canadá, para establecer los estándares genéricos de calidad de suelo, el Consejo de Ministros para el Medio Ambiente recomendó 10^{-6} como el nivel de riesgo esencialmente insignificante. Sin embargo, se reconoció que la designación de riesgo de cáncer insignificante es una cuestión de política más que de ciencia, permitiéndose a las diferentes agencias establecer dicha política consistente con sus respectivas agendas de regulación ambiental. Es así como *Health Canada*, en los estándares de calidad de suelo para proteger la salud de la población, estableció concentraciones de compuestos cancerígenos asociadas a riesgos que varían entre 10^{-4} y 10^{-7} . Asimismo, dicho Ministerio ha establecido que un riesgo de cáncer entre 10^{-5} y 10^{-6} es "esencialmente insignificante" para sustancias cancerígenas en agua potable.

En Chile no se ha llevado a cabo una discusión interinstitucional entre los órganos del Estado con competencia ambiental, el Ministerio de Salud y la academia para establecer el nivel de riesgo aceptable o riesgo de cáncer incremental.

El Ministerio de Salud no ha definido un criterio oficial sobre riesgo aceptable, sin embargo, instruirá a sus equipos regionales para el análisis caso a caso de las evaluaciones de riesgo para la salud propuestas por los titulares, basándose en el **principio precautorio**.

ANEXO III. BIBLIOGRAFÍA

- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), "Public Health Assessment Guidance Manual", 2005 (<http://www.atsdr.cdc.gov/hac/PHAManual/toc.html>).
- ASTM User Training in "Risk-Based Corrective Action for Chemical Releases", junio 1999.
- Bermúdez J., "Fundamentos de Derecho Ambiental", Ediciones Universitarias de Valparaíso, ISBN 978-956-17-0412-1.
- de Miguel E., "La Evaluación de Riesgos Ambientales", Industria y Minería (ISSN 1137-8042), (351): 57-64, 2003.
- Department of Health and Ageing and enHealth Council de Australia, "Environmental Health Risk Assessment: Guidelines for Assessing Human Health Risks from Environmental Hazards", junio 2002.
- Environmental Health Assessment Services of Canada, "Federal Contaminated Site Risk Assessment in Canada Part I: Guidance on human health Preliminary Quantitative Risk Assessment (PQRA)", Contaminated Sites Program, septiembre 2004.
- European Chemical Industry Council (CEFIC), "Risk and Hazard - How They Differ", agosto 2003.
- Fantin L., "Análisis de Riesgo a la Salud Humana de Sustancias Contaminantes Presentes en el Suelo y en el Agua", Presentación para las Terceras Jornadas de Tecnologías y Políticas Ambientales, junio 2003.
- Gestión Ambiental Consultores (GAC) S.A., "Informe Final: Recomendaciones metodológicas para la evaluación de impactos acumulativos en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental de Chile", preparado en Consultoría para el SEA, 2020.
- Graham J. D., "Risk in perspective: The legacy of one in a million", Harvard Center for Risk Analysis, Risk in Perspective 1:1-2, marzo 1993.
- Kelly K. E., "The Myth of 10⁻⁶ as a Definition of Acceptable Risk", actualización de artículo presentado en 84th Annual Meeting and Exhibition of the Air and Waste Management Association, Vancouver, BC, Canada, 16-21, junio 1991.
- Rhim A. y Anaconda C., "Riesgos Ambientales Asociados a Sitios Contaminados", Proyecto FDI INTEC-SAG, marzo 2004.
- World Health Organization (WHO), "WHO Human Health Risk Assessment Toolkit: Chemical Hazards", International Programme on Chemical Safety (Harmonization Project Document No. 8), 2010.
- D & Buffington J. 1997. Channel-reach morphology in mountain drainage rivers. GSA Bulletins, 109(5): 596-611.

