

CUIDEMOS EL PLANETA

CONTAMINACIÓN Y JUSTICIA AMBIENTAL



Gobierno Regional
Región de Valparaíso



Créditos

PROGRAMA

“TRANSFERENCIA FORMACIÓN CIUDADANA EN MEDIO AMBIENTE DE LA REGIÓN DE VALPARAÍSO” 2023-2024

“Actividad Financiada con Recursos del Gobierno Regional de Valparaíso”

Código BIP: 40046329

Autor:

Equipo Fundación Terram

Diseño:

Mariana Phillips

Año:

2024

Obra liberada bajo licencia Creative Commons:



Licencia Creative Commons: Reconocimiento – No comercial – Compartir igual:

El artículo puede ser distribuido, copiado y exhibido por terceros si se reconoce la autoría en los créditos. No se puede obtener ningún beneficio comercial y las obras derivadas tienen que estar bajo los mismos términos de licencia que el trabajo original. Más información en: <http://creativecommons.org>

FUNDACIÓN TERRAM

General Bustamante 24, 5to piso, Oficina i / Providencia, Santiago de Chile.

Fonos: +56-2-22694499 / +56-2-29294264 / **e-mail:** contacto@terram.cl / www.terram.cl



@TerramChile



Fundación Terram



Fundación Terram



@fundación_terram



fundación_terram



Índice

| | |
|---|----|
| 1. ¿QUÉ ES LA CONTAMINACIÓN? | 03 |
| 1.1. Tipos de contaminación | 03 |
| a. Contaminación del aire | 03 |
| b. Contaminación del agua dulce | 07 |
| c. Contaminación de los océanos | 08 |
| d. Contaminación del suelo | 15 |
| 1.2. Consecuencias de la contaminación sobre la biósfera | 16 |
| 2. PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE Y JUSTICIA AMBIENTAL | 20 |
| 2.1. La Justicia ambiental en el Derecho ambiental internacional | 20 |
| 2.2. La Justicia ambiental en el Derecho ambiental nacional | 23 |
| a. Sobre la Justicia Ambiental | 26 |
| 3. LA CONTAMINACIÓN EN CHILE | 27 |
| 3.1. Principales formas de contaminación y regiones contaminadas en el país | 27 |
| 3.2. Zonas latentes, zonas saturadas y zonas de sacrificio | 32 |
| 4. LA CONTAMINACIÓN EN LA REGIÓN DE VALPARAÍSO | 35 |
| 4.1. Algunos casos de contaminación en Valparaíso | 35 |
| 4.2. El Caso Quintero Puchuncaví desde una perspectiva de Justicia Ambiental | 37 |
| 4.3. No más contaminación: Movilización ciudadana y “Zonas de recuperación/resistencia socioambiental” | 43 |



1. ¿QUÉ ES LA CONTAMINACIÓN?

Los seres humanos hemos generado impactos sobre la naturaleza desde las sociedades prehistóricas. Sin embargo, la contaminación surge como un problema cuando nos asentamos en lugares específicos, y empezamos a emplear la naturaleza en la combustión y producción de energía, uso del agua y elaboración de diferentes materiales, acumulando desechos sólidos. En la Europa medieval, el escaso manejo de las aguas residuales domésticas, generó enfermedades como el cólera y la fiebre tifoidea. Con la industrialización y el consecuente crecimiento demográfico, la contaminación empezó a convertirse en un problema global. Hoy en día, la insostenibilidad de las formas de consumo y producción de las sociedades industriales, nos ha conducido a tres grandes crisis interconectadas: la **contaminación**, el **cambio climático** y la **pérdida de diversidad biológica**, poniendo en peligro nuestro bienestar y el del medio ambiente (ONU 2021).

Aun cuando la **contaminación** puede ser causada por eventos naturales como los incendios o las erupciones volcánicas, el uso de la palabra contaminación se suele aplicar a la derivada de las actividades humanas, es decir, a la contaminación **antropogénica**. Desde un punto de vista científico, la contaminación puede entenderse como la introducción al medioambiente de cualquier material (sólido, líquido o gaseoso) o forma de energía (tales como la luz, el calor, el sonido, la radiación), a un ritmo que supera su degradación, disolución, reciclaje o almacenamiento, resultando dañino para las personas y/o ecosistemas. Existen diferentes **tipos de contaminación** (agua, aire y suelos), **agentes contaminantes** (físicos, químicos o biológicos) y **fuentes**, esto es actividades o procesos que emiten agentes contaminantes como por ejemplo, los sectores agropecuario, minero, pesquero, hidrocarbúrico, del transporte, comercial y domiciliario. Sin embargo, establecer cuándo un ecosistema está contaminado y tomar acciones para erradicar o mitigar sus efectos, es una tarea que supone muchos desafíos científicos, económicos, y políticos.

1.1. Tipos de contaminación

De manera general, los tipos de contaminación pueden clasificarse según la fuente que emite agentes contaminantes (natural o de origen humano), o en función del tipo de ecosistema que es impactado. Por simplicidad, acá presentamos los tipos de contaminación según los ecosistemas impactados, mostrando las diversas fuentes y agentes contaminantes que inciden en estos sistemas.

a. Contaminación del aire

La contaminación del aire ocurre cuando la presencia de diversos compuestos excede ciertas concentraciones en la atmósfera, afectando la calidad del aire y generando un gran número de consecuencias negativas para los seres vivos y los ecosistemas. Las actividades humanas como la quema de combustibles fósiles son las principales causas de este problema ambiental que pone en peligro nuestra propia salud y la de los ecosistemas.

Datos y cifras de la contaminación del aire ambiente (exterior) según la Organización Mundial de la Salud

- La contaminación del aire es uno de los mayores riesgos ambientales que existen para la salud. Mediante la disminución de los niveles de contaminación del aire los países pueden reducir la carga de morbilidad derivada de accidentes cerebrovasculares, cardiopatías, cánceres de pulmón y neumopatías crónicas y agudas, entre ellas el asma.
- En 2019, el 99% de la población mundial vivía en lugares donde no se respetaban las Directrices de la OMS sobre la Calidad del Aire.



- Los efectos combinados de la contaminación del aire ambiente exterior y la del aire doméstico se asocian a 6,7 millones de muertes prematuras cada año.
- Se estima que en 2019 la contaminación del aire ambiente (exterior) provocó en todo el mundo 4,2 millones de muertes prematuras.
- El 89% de esas muertes prematuras se produjeron en países de ingreso bajo y mediano, y fue en las regiones de Asia Sudoriental y el Pacífico Occidental donde se registraron las cifras más elevadas.
- La adopción de políticas e inversiones de apoyo al uso de medios de transporte menos contaminantes, la mejora de la eficiencia energética de las viviendas, la generación eléctrica, la industria, y una mejor gestión de los desechos municipales permitirían reducir algunas de las principales fuentes de contaminación del aire exterior en las ciudades. El acceso a energía doméstica no contaminante también contribuiría enormemente a reducir la contaminación del aire ambiente en algunas regiones.

Fuente: Tomado de [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health); visto 19/06/2024.

Los **fuentes de emisión** de contaminantes atmosféricos pueden ser **fijas**, como los complejos industriales (chimeneas, etc.) y **móviles**, como los parques automotores. Según las características de la atmósfera (condiciones climáticas, vientos, precipitaciones) y la morfología del terreno los agentes contaminantes pueden dispersarse en el espacio. Así, en la medida que pasa el tiempo, el nivel de concentración de los contaminantes en la atmósfera (o inmisión) puede aumentar y llegar más allá que el entorno inmediato desde donde se emiten los contaminantes al aire. Por otra parte, algunos agentes contaminantes que son emitidos directamente desde estas fuentes, pueden reaccionar químicamente entre sí, generando nuevos contaminantes, conocidos como contaminantes secundarios. Por ejemplo, el ozono, que se forma a partir de los óxidos de nitrógeno y los compuestos orgánicos volátiles en presencia de la luz solar, o el ácido sulfúrico que se genera por la oxidación del dióxido de azufre.

Los principales contaminantes del aire son aquellos de emisión directa como el monóxido de carbono (CO), el carbono negro (conformado por el material particulado 2.5 o MP_{2.5}) mejor conocido como hollín, los óxidos de nitrógeno, tales como el monóxido de nitrógeno (NO), o el dióxido de nitrógeno (NO₂), los compuestos orgánicos volátiles (COV_s) y los que ocurren como un subproducto de estos, tal como el ozono troposférico (O₃). A continuación, se presenta un cuadro que resume algunas de las características de estos contaminantes.



Principales agentes y fuentes de contaminación atmosférica

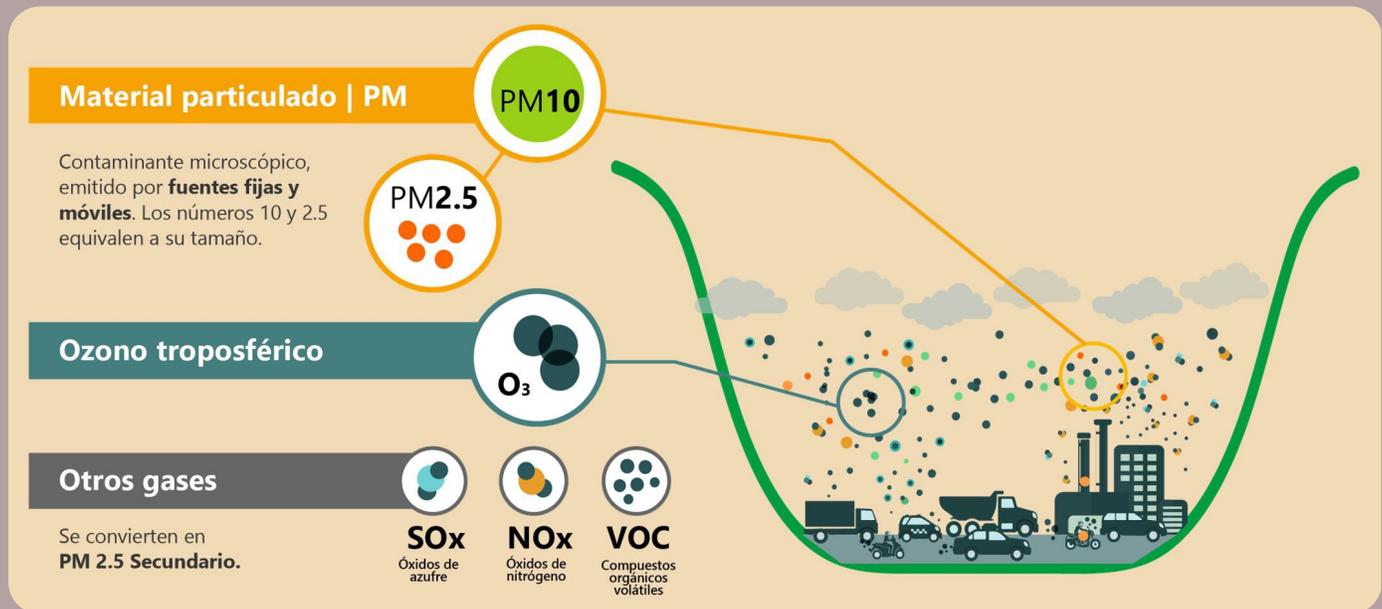
| Agente contaminante | Características | Principales fuentes de contaminación | |
|---|---|---|--|
| | | Procesos | Actividades |
| Monóxido de carbono (CO) | Gas inodoro, incoloro e insípido. El CO contribuye además a la formación de dióxido de carbono (CO ₂), que en concentraciones altas ayuda a reforzar el efecto invernadero. | Como contaminante, resulta de combustiones incompletas del gas, gasolina, queroseno, carbón, leña, petróleo, tabaco o madera; disociación de CO ₂ a altas temperaturas. | Vehículos automotores y procesos industriales. Uso de chimeneas, calderas, calentadores de agua, calefactores y otros aparatos domésticos que no funcionen adecuadamente. |
| Material Particulado (MP) | Es una mezcla de partículas sólidas (material soluble en agua, como el sulfato de amonio, y material insoluble (conteniendo pequeñas cantidades de hierro, plomo, manganeso) y gotas líquidas que se encuentran en el aire. Se distinguen dos tipos: MP _{2.5} y el MP ₁₀ que son partículas inhalables de 2.5 y 10 micrómetros de diámetro. | Combustión incompleta de materiales que tienen carbono en su estructura química, como el carbón, el petróleo, el gas y la leña. | Emisión directa desde obras en construcción, caminos sin asfaltar, minería, campos, chimeneas o incendios. Reacción secundaria de químicos, como el dióxido de azufre y los óxidos de nitrógeno, que son contaminantes emitidos por centrales eléctricas, industrias y automóviles. |
| Óxidos de Nitrógeno | Los óxidos de nitrógeno engloban tanto al monóxido de nitrógeno (NO) como al dióxido de nitrógeno (NO ₂). El NO es un gas a temperatura ambiente de olor dulce penetrante, fácilmente oxidable a dióxido de nitrógeno. El NO ₂ tiene un fuerte olor desagradable. Es líquido a temperatura ambiente, pero se transforma en un gas pardo-rojizo a temperaturas sobre los 21 °C. Ninguno de los dos es inflamable. | Procesos de combustión y uso de combustibles fósiles en el tráfico rodado, fabricación de ácido nítrico, explosivos. | Tráfico, industrias, calefacciones, interiores mal ventilados. |
| Los compuestos orgánicos volátiles (COV) | Son hidrocarburos que se presentan en forma gaseosa a temperatura ambiente normal, o se volatilizan rápidamente. | Quema de combustibles fósiles del sector transporte e industrial, y el procesamiento de pinturas, adhesivos, productos petrolíferos, farmacéuticos y refrigerantes. | Industrias de procesamiento de pinturas, del calzado, farmacéutica, alimentaria, cosmética, siderúrgica; lavado en seco, la evaporación de disolventes orgánicos, los automóviles, los rellenos sanitarios. |
| Ozono troposférico u ozono en superficie (O₃) | Gas incoloro que se produce cerca del nivel del suelo (hasta 10-15 km de altura), a diferencia del ozono estratosférico, producido en los niveles altos de la atmósfera y que protege contra las radiaciones solares. Por sus propiedades oxidantes, este gas contribuye a la formación de smog fotoquímico y lluvia ácida. A temperatura y presión ambientales es un gas incoloro, que desprende olor. En grandes concentraciones es azulado. | El O ₃ es un contaminante secundario, producido a partir de reacciones químicas de otros componentes tales como los óxidos de nitrógeno (NO, NO ₂), los COV y metano (CH ₄). | No se produce de una fuente directa. |
| Dióxido de Azufre (SO₂) | Gas incoloro de olor irritante. Al contacto con el aire y la humedad, se convierte en trióxido de azufre. En agua se disuelve formando una disolución ácida de ácido sulfúrico, principal contaminante de la lluvia ácida. | Es liberado en muchos procesos de combustión ya que los combustibles como el carbón, el petróleo, el diésel o el gas natural contienen ciertas cantidades de compuestos azufrados. | Se usa como agente reductor en metalurgia, como refrigerante en la industria del frío, como desinfectante y blanqueador, para la conservación de sustancias alimenticias, como decolorante y fumigante. El dióxido de azufre es uno de los compuestos más importantes de la industria química. |



Para determinar los niveles de contaminación en el aire, debe medirse la concentración de los agentes contaminantes y compararse con estándares de calidad establecidos en los diferentes países. Una de las medidas más usadas para expresar esta concentración son los microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) o las partes por millón (ppm). Idealmente, estas concentraciones se miden de manera continua, pero se presentan en promedios. Para valorar la exposición crónica de los seres humanos a estos contaminantes, por ejemplo, se utilizan promedios anuales, de 24 horas, o de ocho horas o diarios. En caso de querer determinar exposiciones agudas se utilizan los valores máximos horarios o, incluso, de 30, 15 o 10 minutos.

El **MP** o **Material Particulado**, corresponde a partículas en suspensión presentes en el aire se dividen en diferentes categorías según su tamaño o diámetro aerodinámico. Así, el material particulado (MP) puede ser grueso, fino y ultrafino. Las **partículas gruesas** (MP_{10}) tienen un diámetro aerodinámico de $10 \mu\text{m}$ (un micrómetro equivale a la millonésima parte de un metro). El diámetro aerodinámico de las **partículas finas** es menor o igual a $2.5 \mu\text{m}$ ($\text{MP}_{2.5}$). Y las partículas menores de $0.1 \mu\text{m}$ se denominan **partículas ultrafinas** ($\text{MP}_{0.1}$). Este tipo de material tiene un tiempo largo de permanencia en la atmósfera, lo que les permite transportarse a grandes distancias. Ello implica que las consecuencias de estas partículas pueden sentirse en escalas locales y regionales.

Material particulado PM_{10} y $\text{PM}_{2.5}$.



Fuente: Departamento de DDHH, Medio Ambiente y Biodiversidad. Colegio Médico de Chile. Consejo Regional Valparaíso

Desde el año 1987 la Organización Mundial de la Salud (OMS) publica una serie de “Directrices sobre Calidad del Aire”. Estas directrices ofrecen recomendaciones que se aplican tanto a entornos exteriores como interiores, expresadas como concentraciones a corto o largo plazo de una serie de contaminantes atmosféricos tales como el Material Particulado ($\text{MP}_{2.5}$ y MP_{10}), el Dióxido de Azufre (SO_2), el Óxido Nitroso (NO_2), el Ozono troposférico (O_3) y el Monóxido de Carbono (CO). Estos contaminantes fueron elegidos por su importancia mundial, pero esta elección no implica que otros agentes contaminantes sean irrelevantes. Estas guías tienen como finalidad ayudar a los gobiernos y a la sociedad civil a reducir la exposición a la contaminación del aire y a sus efectos sobre la salud de las personas. Sobrepasar los



niveles Guías de Calidad de Aire implica riesgos importantes para la salud pública. Desde la publicación de la Guía de Calidad de Aire (2005), se han incrementado notablemente los estudios respecto a contaminantes y sus efectos sobre la salud de las personas. La versión 2021 actualiza la información científica respecto a los impactos en la salud por la inhalación de estos. Así, establece valores de referencia para la exposición a contaminantes en períodos de tiempo de 10 minutos, 15 minutos, 1 hora, 8 horas, 24 horas y 1 año, en un total de 15 valores guías.

b. Contaminación del agua dulce

Las masas de agua dulce, como ríos, lagos, lagunas, embalses, glaciares y aguas subterráneas, son fundamentales para la vida de los ecosistemas y de miles de millones de personas, ya que de ellas se obtiene el agua para todas las actividades humanas. Cuando se producen cambios a nivel físico, biológico o químico en el agua de manera que resulten nocivos para cualquier ser vivo que la consuma, se habla de contaminación del agua dulce.

Algunas de las fuentes contaminantes del agua son:

- ▶ las aguas residuales,
- ▶ los metales pesados,
- ▶ los hidrocarburos (gasolina, diésel o el petróleo generado por derrames),
- ▶ los residuos radioactivos provenientes de fugas o accidentes en plantas nucleares,
- ▶ los pesticidas provenientes de la industria agrícola.

- Las **aguas residuales** (domésticas o industriales) son aquellas que requieren ser tratadas antes de devolverlas a los ecosistemas acuáticos. Con mucha frecuencia los tratamientos no son suficientes, o las aguas son vertidas sin tratar a los cuerpos de agua dulce. Estas aguas pueden poseer abundantes bacterias coliformes, enterobacterias, materia orgánica, nitrógeno, fósforo, aceites, metales pesados, alcoholes, sustancias que forman complejos nocivos con los metales pesados o químicos procedentes de la industria agrícola, pecuaria, minera y forestal.

Una de las posibles consecuencias de este tipo de contaminación es la **eutrofización** de las aguas. La eutrofización ocurre como resultado del aumento de nutrientes disponibles en la columna de agua, sobre todo nitrógeno y fósforo provenientes del aumento de materia orgánica o de detergentes. Al haber más nutrientes, se genera un crecimiento descontrolado de las poblaciones de algas (microalgas) y del fitoplancton muy por encima de sus niveles normales, generando una cubierta verde que impide que la luz penetre en el agua, provocando condiciones de anoxia (falta de oxígeno) para las otras especies. Es decir, se produce un descenso en la fotosíntesis y productividad primaria a lo largo de la columna de agua, resultando como última consecuencia la pérdida de biodiversidad de estos sistemas y la disminución de la calidad del agua. Un ejemplo de esta situación lo encontramos en la cuenca del lago Villarrica, declarada como zona saturada el año 2018 (Decreto Supremo N^o 43 del Ministerio de Medio Ambiente del año 2017).

- Los **metales pesados** como el cromo, el cobre, el cadmio, el mercurio, el plomo y la plata, y los metaloides como el arsénico o el selenio, pueden convertirse en agentes contaminantes. Las fuentes antrópicas, asociadas a la extracción minera y de hidrocarburos, son las responsables de incrementar las concentraciones de estos metales, provocando la contaminación de los ecosistemas acuáticos. Así, por ejemplo, el plomo, el mercurio, el cadmio, el arsénico y el cromo son liberados por la industria minera y otras asociadas al procesamiento de metales, fundiciones, pintura y pirotecnia. Así como con el aire, podemos evaluar el nivel de contaminación del agua dulce en función de su calidad. Esto es importante para saber si el agua es segura tanto para su consumo como para mantener en buen estado los ecosistemas que dependen de ella.



Para hacer esto, utilizamos parámetros de calidad del agua que, en algunos casos, pueden agruparse en índices de calidad del agua. En general se miden seis parámetros fundamentales: la cantidad de oxígeno disuelto, el nivel de acidez (pH), la capacidad de conducir electricidad, la presencia de bacterias, el oxígeno requerido para descomponer materia orgánica (llamado demanda bioquímica de oxígeno) y la cantidad de partículas sólidas suspendidas. Según la Norma chilena de agua potable (NCh) N° 409 del año 2005, deben observarse los siguientes parámetros para evaluar la calidad del agua: Parámetros microbiológicos y de turbiedad (Tipo I); Elementos o sustancias químicas de importancia para la salud (Tipo II); Elementos radiactivos (Tipo III); Parámetros relativos a las características organolépticas (Tipo IV); Parámetros de desinfección (Tipo V). Así como estos parámetros nos permiten medir los impactos de la contaminación del agua, también nos ayudan a observar el cumplimiento de las normas de su calidad a nivel nacional e internacional. Pero para ello, deben existir tales normas. En Chile existe un preocupante retraso en los procesos de dictación de normativas de aguas, y con ello en el seguimiento de la degradación o conservación de estos ecosistemas.

c. Contaminación de los océanos

La Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (CONVEMAR, 1982), es un marco legal internacional que establece las reglas para los usos del medio marino, es decir, los océanos, todos los mares y las zonas costeras adyacentes, y sus recursos. Allí se define la “contaminación del medio marino” como “...la introducción por el hombre, directa o indirectamente, de sustancias o de energía en el medio marino [...] que produzca o pueda producir efectos nocivos tales como daños a los recursos vivos y a la vida marina, incluidos la pesca y otros usos legítimos del mar, deterioro de la calidad del agua del mar para su utilización y menoscabo de los lugares de esparcimiento”. Según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), las fuentes de contaminación del medio marino que ocurren en tierra, pueden ser puntuales y no puntuales (o difusas):

- **Fuentes puntuales:** son las que resultan de actividades cuyos desechos caen directamente a los cuerpos de agua y el sitio de vertimiento es fácilmente distinguible. Ejemplos de estas fuentes son las plantas industriales, sanitarias, en general ductos de descarga, entre otros. Algunos agentes contaminantes son los hidrocarburos y demás compuestos procedentes de derrames petroleros. Los derrames de petróleo suponen alrededor del 10% del petróleo presentes en las aguas de todo el mundo. Los contaminantes liberados accidentalmente o eliminados de forma inadecuada amenazan las aguas subterráneas, las aguas superficiales y los recursos marinos.

Vertido de aguas contaminadas



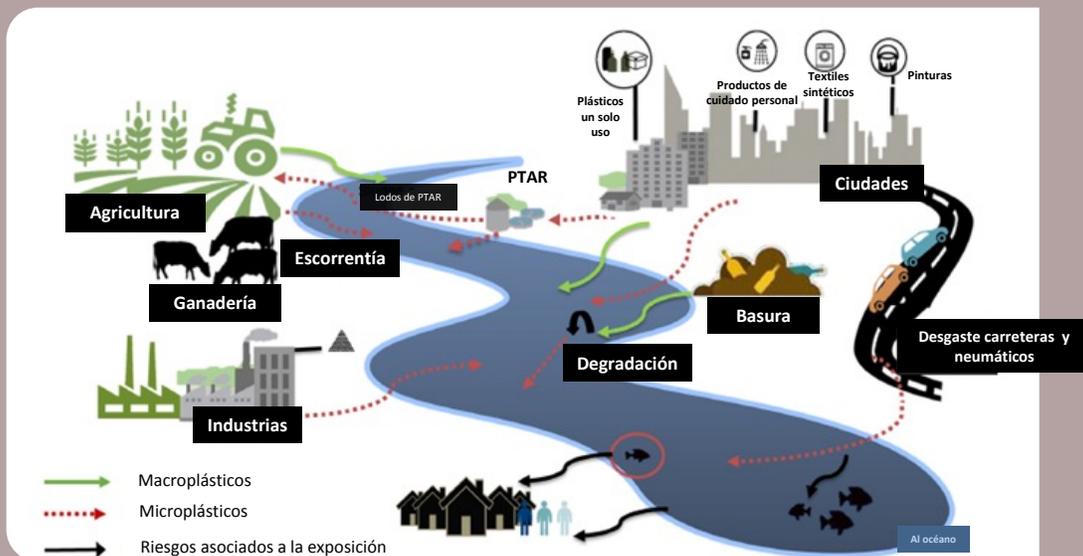
Fuente: Dominio público, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=2740821>



● **Fuentes difusas:** son aquellas cuyos efluentes no tienen un punto evidente de entrada a los cuerpos de agua. Estos contaminantes escurren a los ríos, desembocando finalmente en los mares, en puntos de alta concentración. Los agentes contaminantes fundamentales provenientes de estas fuentes son el nitrógeno y el fósforo, derivados del uso intensivo de pesticidas y fertilizantes del sector agrícola, forestal y acuícola. Otros son agentes químicos que se originan en las industrias hidrocarburíferas y farmacéuticas. De estas, las más nocivas son aquellas que persisten en el medio marino y se acumulan en la fauna y flora del mar. A ello se suman los desechos domésticos.

● **La contaminación por plásticos:** Dentro de los diversos agentes contaminantes del mar, destacamos acá los plásticos. Pese a que los plásticos contaminan todos los demás ecosistemas, en los océanos su impacto es especialmente notable. Aunque los plásticos constituyen una fracción sustancial de la crisis global de contaminación, es difícil cuantificar su impacto debido a la enorme complejidad del material, que incluye diferentes tipos de polímeros y aditivos, tamaño y forma de partículas, y composición química. Además, los productos químicos asociados al plástico, incluidos aditivos, monómeros y oligómeros no polimerizados, metales, auxiliares de procesamiento y sustancias añadidas no intencionalmente, son altamente diversos, y muchos de ellos son peligrosos (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2024). Según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD), en su informe *Global Plastics Outlook (2022)*, desde el año 2000 al 2019, los residuos de plástico han pasado de 156 millones de toneladas (Mt) a 353 Mt. Actualmente, la **contaminación por macro, micro (y nano) plásticos** representa una seria amenaza para todos los ecosistemas y la salud humana.

Principales fuentes y efluentes de macroplásticos y microplásticos a los cuerpos de agua



PTAR: Plantas de tratamiento de aguas residuales. Traducción propia.

Los plásticos son una fuente de contaminación a lo largo de todo su ciclo de vida, con liberaciones al aire, tierra y agua en todas las etapas a nivel global, por lo que tienen un impacto que podría ser evitable en la triple crisis planetaria. Esta contaminación comienza en la extracción de materias primas destinadas a la producción de plásticos (es decir, petróleo o fuentes de carbono como los que provienen de biomasa), con la liberación de gases de efecto invernadero (GEI), agua utilizada para extraer petróleo mediante la técnica de *fracking*, derrames de petróleo, productos químicos, fertilizantes y pesticidas. En las etapas de polímero y producción, se liberan productos químicos y micro y nanoplasticos (MNP), incluidos monómeros, polímeros, aditivos, pellets, escamas, polvos y fragmentos. También ocurren derrames y liberaciones



durante el transporte. En las fases de uso comercial, industrial y de consumo, los plásticos se liberan intencional e involuntariamente, por ejemplo, mediante el uso de equipos de pesca y plásticos agrícolas, así como mediante la liberación y emisión de productos químicos, MNP_s y plásticos en el medio ambiente. Se producen más liberaciones durante la gestión de residuos, incluido el reciclaje. Además, los plásticos se degradan constantemente, generando partículas más pequeñas en movimiento permanente, lo que dificulta su evaluación debido a la liberación de estas pequeñas partículas y productos químicos. La mitigación de la contaminación por plásticos y la remediación de hábitats también pueden resultar en la liberación de MNP_s, así como de monómeros, polímeros y productos químicos añadidos intencional e involuntariamente. La contaminación por plásticos afecta la salud ambiental y humana a través de la exposición diaria, múltiples rutas de exposición (por ejemplo, alimentos contaminados o inhalación de partículas) e impactos acumulativos.

Fuente: Scientists' Coalition for an Effective Plastics Treaty (2024), Plastics and the Triple Planetary Crisis, DOI: 10.5281/zenodo.10853099. Ilustración: Tomado, modificado de PNUMA (2020). *Water pollution by plastics and Microplastics: A review of Technical Solutions from Source to Sea*.

Los residuos plásticos mal gestionados son la principal fuente de macroplásticos. Los **macroplásticos** o plásticos de gran tamaño, entre otros impactos, obstruyen canales y alcantarillas, crean hábitats de reproducción para mosquitos, afectan las vías respiratorias y estómagos de los animales y disminuyen el valor turístico de los paisajes (PNUMA, 2020). Los **microplásticos** son partículas pequeñas (< 1 mm) de difícil descomposición, que resultan de la degradación de los macroplásticos (por ejemplo, de los de un solo uso) o de la emisión directa al ambiente. Pueden liberarse a partir de productos cosméticos o de cuidado personal, o resultar de la abrasión de objetos como neumáticos y textiles, tal como se representa en la figura de la página anterior. Los macroplásticos representan el 88% de las fugas de plástico, principalmente como resultado de una recolección y eliminación inadecuadas, en tanto los microplásticos (el 12% restante) proceden de diversas fuentes como la abrasión de neumáticos, el desgaste de frenos o el lavado de textiles. La vida silvestre se expone a los microplásticos (MNPs) y los productos químicos asociados a diversos tipos de ambientes, incluyendo ambientes marinos, de agua dulce y terrestres (principalmente agrícolas), así como la atmósfera y la criosfera. Los plásticos en el ambiente marino han sido los más estudiados dado que los microplásticos fueron identificados por primera vez allí.



Impactos de la contaminación por plásticos en especies marinas



Fuente: https://compromiso.atresmedia.com/hazte-eco/noticias/asi-afecta-plastico-que-tiras-mar-aves_201611105943b3da0cf22592e317093b.html#

Según el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2020), los riesgos potenciales de los microplásticos pueden ser físicos, químicos o biológicos. Así, por ejemplo, en animales pueden obstruir estómagos y alterar la dieta alimenticia, afectando los fundamentos mismos de las cadenas alimentarias. En los ecosistemas acuáticos, los micro y nanoplasticos tienen efectos perjudiciales en el fitoplancton fotosintético, pueden absorber contaminantes inorgánicos y orgánicos y modificar su destino (bioacumulación, biodisponibilidad) y toxicidad. Además, pueden promover la propagación de patógenos y genes de resistencia a antibióticos a través de los ecosistemas, lo cual es una preocupación particular para el sector agrícola. Los macroplásticos, como los aparejos de pesca o los desechos plásticos de un solo uso, pueden tener impactos en especies clave a través de la ingestión, el enredo, la asfixia y la muerte, especialmente para especies en peligro. También destruyen los hábitats de muchas especies cuando cubren y dañan ecosistemas importantes, como los manglares y los arrecifes de coral. Los aditivos de los plásticos tienen impactos negativos en la reproducción y el desarrollo en humanos, otros mamíferos, aves, peces, invertebrados e insectos (*Scientists' Coalition for an Effective Plastics Treaty* (2024), *Plastics and the Triple Planetary Crisis*, DOI: 10.5281/zenodo.10853099).

/11



Fuente: Copyright (c) 2019 Romolo Tavani/Shutterstock. <https://rpp.pe/campanas/valor-compartido/contaminacion-del-mar-la-basura-plastica-del-oceano-puede-llegar-a-nuestro-plato-de-comida-noticia-1379842>



Fuente: <https://cenem.cl/newsletter/octubre2020/detalle-31.php>

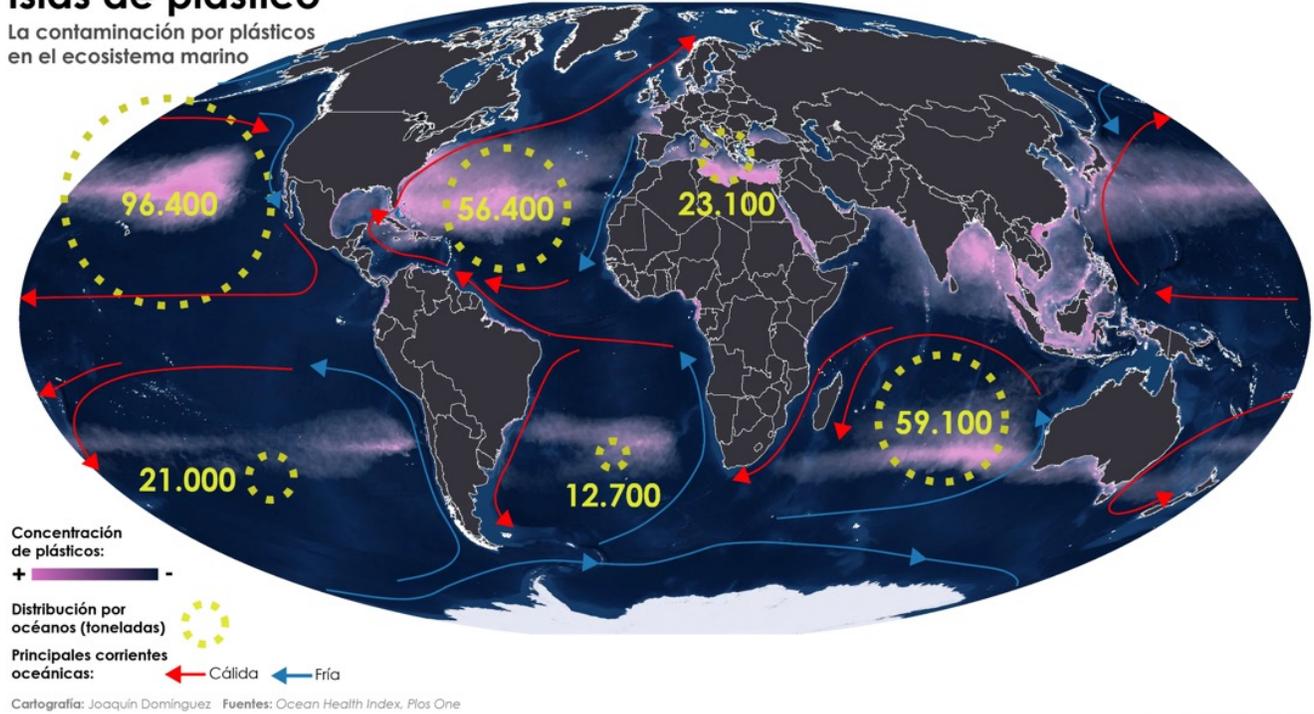
El plástico representa entre el 42 y 96% de la basura marina (Agencia Europea Ambiental, 2021). Esto puede generar **parches (o islas) de basura flotante**. Una isla de plástico consiste en una agrupación de residuos no biodegradables, principalmente de origen plástico que flotan y que se acumulan y forman extensas balsas flotantes de basura en la mayoría de océanos. La basura y otros plásticos que acaban en el mar son arrastrados por las corrientes marinas hacia los vórtices de los grandes remolinos oceánicos, o bien, a zonas donde las corrientes se reducen, donde se van agrupando tanto en la superficie como en el fondo marino, desencadenando así una contaminación casi irreversible del fondo marino. Existen numerosas islas de plástico, de diferentes tamaños. Muchas de ellas son temporales, y otras acaban sumándose a las islas más grandes. Entre estas islas las cinco más grandes son:

- ▶ *Great Pacific Garbage Patch* (GPGP), o isla de plástico del Pacífico, que se encuentra a medio camino entre Hawái y California. De hecho, esta isla de plástico mide lo mismo que España, Francia y Alemania, es decir, 1,6 millones de km². En ella se han llegado a contar 1,2 toneladas de basura marinas.
- ▶ *Indian Ocean Garbage Patch* o isla de plástico del océano Índico. Es la segunda isla más grande descubierta oficialmente el año 2010. Tiene una densidad aproximada de 10.000 residuos por km².
- ▶ *North Atlantic Garbage Patch* o Isla del océano Atlántico. Se encuentra frente a Estados Unidos y México y es famosa por su alta densidad de residuos.
- ▶ *South Pacific Garbage Patch* o Isla del Pacífico sur. Se ha descubierto recientemente frente a las costas de Chile y Perú.
- ▶ *South Atlantic Garbage Patch* o isla del Atlántico sur.



Islas de plástico

La contaminación por plásticos en el ecosistema marino

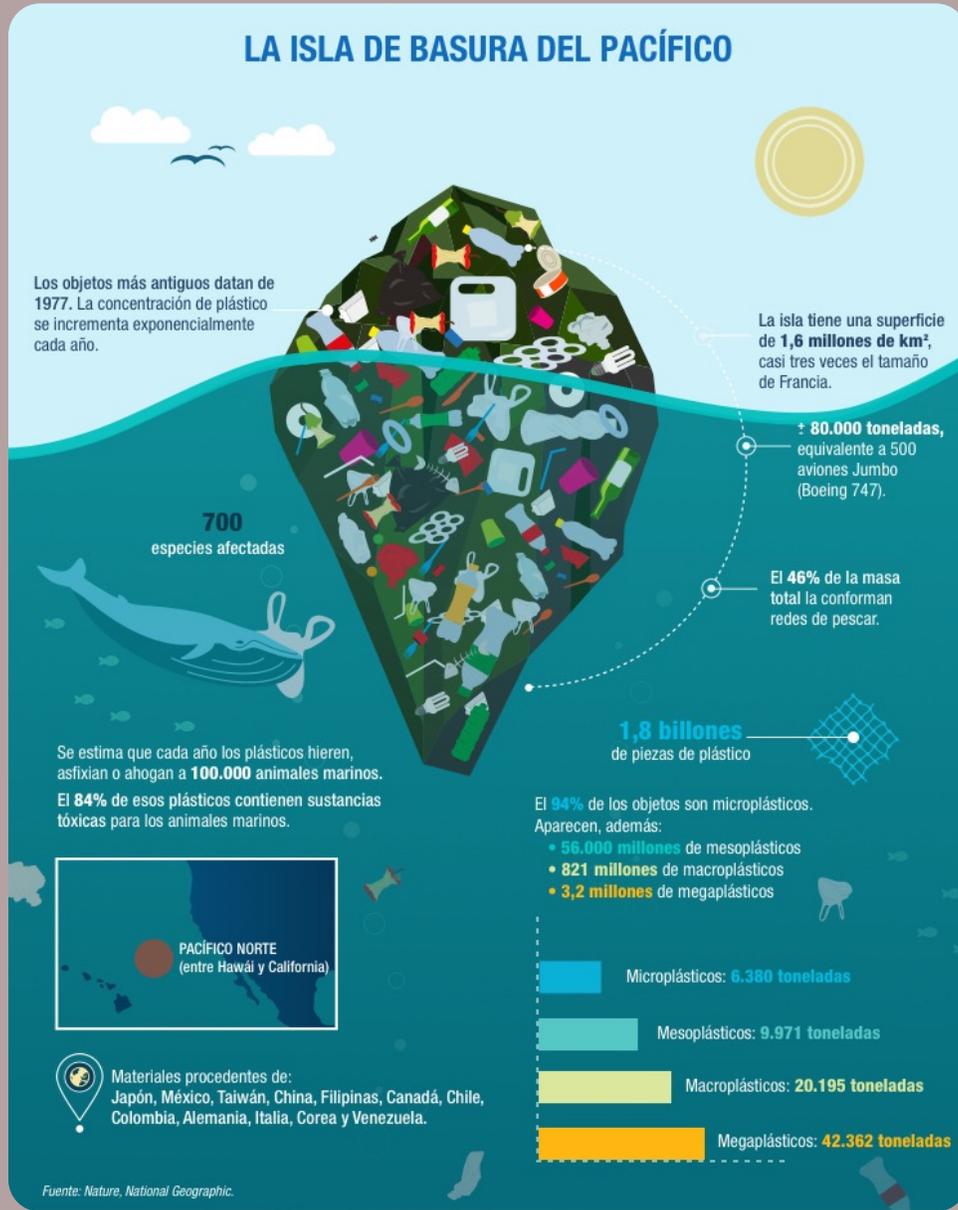


Fuente: Mapa descargado en <https://elordenmundial.com/mapas-y-graficos/oceanos-de-plastico/> 21 de junio 2024

/13

La isla de plástico del Giro Subtropical del Pacífico Norte (NPSG)

El “parche” más conocido y ampliamente publicitado, el llamado “gran parche de basura del Pacífico”, es una zona de acumulación ubicada aproximadamente en las coordenadas 31°N, 139°O. Esta isla fue descubierta a finales de la década de los 90, se extiende a 1,6 millones de km² y no para de crecer. Estudios recientes publicados en la revista *Nature* (2024), revelan que la basura se está convirtiendo en el hábitat de diversas especies como anémonas, hidroides y pequeños crustáceos llamados anfípodos. El análisis de los desechos plásticos que flotan en el Giro Subtropical del Pacífico Norte Oriental reveló un total de 37 taxones de invertebrados costeros en los desechos, 484 organismos invertebrados marinos que representan 46 especies diferentes, de las cuales el 80% se encuentran normalmente en hábitats costeros.



Estas “comunidades neopelágicas”, han colonizado el plástico de la isla de basura, logrando prosperar en mar abierto como nunca antes había sucedido gracias a los desechos del Pacífico. La preocupación principal de los científicos es la capacidad de estas especies para modificar el ecosistema y representar una amenaza para las especies nativas en un entorno que se ha mantenido inalterado durante milenios. Cabe destacar además que la descomposición y toxicidad de los componentes del plástico, puede afectar los ciclos de vida de los organismos marinos.

Fuentes: Haram y col. (2023). Extent and reproduction of coastal species on plastic debris in the North Pacific Subtropical Gyre. Nature Ecology & Evolution 7: 687–697. <https://doi.org/10.1038/s41559-023-01997-y>.



d. Contaminación del suelo

Definiciones tradicionales de la contaminación del suelo establecen que un suelo está contaminado cuando determinados agentes contaminantes reducen su productividad, afectando tanto sus propiedades físico-químicas como biológicas. Es decir, cuando se alteran características como su composición, se reduce su fertilidad, se modifica su textura, estructura y nivel de compactación, o la capacidad de retener agua y generar actividad biológica. Alternativamente, podemos plantear que el suelo está contaminado cuando su salud se deteriora, afectando no solo su productividad, también sus posibilidades de mantener funciones ecosistémicas y la vida en general.

Calidad y salud del suelo

Aunque la calidad y la salud del suelo son conceptos que suelen usarse como sinónimos, no lo son. La **calidad del suelo** se entiende como la capacidad de un suelo para funcionar en el ámbito de un ecosistema o agroecosistema con miras a una productividad sostenible de plantas y animales, la preservación y el mejoramiento de la calidad ambiental, a fin de soportar la salud y vida de los seres humanos. En cambio, la **salud del suelo** se centra en la capacidad del suelo para funcionar como un sistema vivo.

El suelo cumple importantes funciones ecosistémicas que son modificadas por los diversos tipos de intervención humana. Algunas de estas funciones ambientales son: suministrar, almacenar y regular los flujos hídricos, dar soporte físico y químico a la actividad biológica para la productividad de plantas y animales, filtrar, degradar o inmovilizar materiales orgánicos e inorgánicos, producir biomasa vegetal, regular ciclos biogeoquímicos, etc. Todas estas funciones resultan de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Tanto la noción de calidad del suelo, como la de salud del suelo, se refieren a tales propiedades. Sin embargo, el concepto de calidad del suelo se enfoca más en la productividad agrícola y salud de los seres humanos, mientras que la salud del suelo evalúa esta capacidad en relación a todas las funciones todas sus funciones y servicios ecosistémicos. A su vez, la salud del suelo es un concepto que destaca cómo el uso y manejo que se hace de la litósfera puede disminuir la salud del mismo.

La salud del suelo



Según la FAO (2015), la salud del suelo es la "...capacidad para funcionar como un sistema vivo. Los suelos sanos mantienen una comunidad variada de organismos que ayudan a controlar las enfermedades de las plantas, insectos y malezas, forman asociaciones simbióticas beneficiosas con las raíces, reciclan nutrientes esenciales para las plantas, mejoran la estructura del suelo con efectos positivos para el agua del suelo y la capacidad de retención de nutrientes, y en última instancia, mejoran la producción agrícola". Así pues, la salud del suelo se puede valorar a través de la disponibilidad de nutrientes, la facilidad de trabajarlo, la disponibilidad de oxígeno para las raíces, la capacidad de retención de nutrientes, la toxicidad, la salinidad y las condiciones de enraizamiento.

Fuente: Elaboración propia



Es difícil establecer técnicamente cuándo un suelo está contaminado. Esto porque existen diferentes opiniones sobre cómo caracterizar su grado de contaminación y tipos de contaminantes. Por ejemplo, mientras que algunos expertos consideran que el uso de pesticidas es aceptable, en cuanto su efecto no exceda una concentración máxima prevista, otros estiman que el uso de pesticidas o fertilizantes químicos es inaceptable. En todo caso, es reconocido que la **utilización intensiva de fertilizantes, abonos y pesticidas** introduce contaminantes inorgánicos (que no contienen carbono) como nitratos, fosfatos y metales pesados (como cadmio, cromo y plomo), ácidos inorgánicos y sustancias radiactivas. Entre las fuentes de estos contaminantes están las escorrentías agrícolas, los precipitados ácidos, los materiales de desecho industriales y radioactivos. También están los escapes de nitrógeno a través de la volatilización del amoníaco y la desnitrificación. La descomposición de los materiales orgánicos en el suelo puede liberar azufre y otros compuestos de azufre, metales pesados y otros. También está el **derrame de combustibles** (contaminantes orgánicos, es decir, que contienen carbono) que introducen al ambiente arsénico, cadmio, cobre, manganeso, vanadio, entre otras sustancias tóxicas que afectan las propiedades químicas del suelo. La **salinización** ocurre en general debido al mantenimiento de sistemas de irrigación inadecuados. Otras actividades asociadas a la industria metalúrgica, química y electrónica también afectan la salud química del suelo, así como aquellos contaminantes que son arrastrados por el viento y se depositan en el suelo, o los gases y otros elementos que se liberan producto de accidentes diversos. En el ámbito urbano, los agentes contaminantes provienen, por ejemplo, de la **combustión de energía fósil del sector transporte**, de la **acumulación de basura y lixiviados** que se producen en los vertederos de basura, que pueden tener metales pesados, compuestos orgánicos y productos farmacéuticos entre otros.

1.2 Consecuencias de la contaminación sobre la biósfera

/16

Algunos tipos y efectos de la contaminación son fáciles de percibir, como las aguas eutrofizadas, los desechos industriales, la mala calidad del aire, etc. Otros son menos visibles, como el efecto de los plaguicidas en los alimentos, la presencia del mercurio en los peces, o cambios en la dieta de las especies debido a ingesta de microplásticos (PNUMA, 2017). Aquí presentamos algunos ejemplos de estos efectos sobre la biósfera.

¿Qué es la biósfera?

La biósfera es el sistema de la Tierra donde se encuentra la vida. Este sistema incluye a todos los seres vivos, plantas, animales, hongos, microorganismos y seres humanos, interrelacionados con su entorno físico y entre sí, para sobrevivir y mantener la vida en nuestro planeta.

Como vimos en la sección anterior, los **ecosistemas acuáticos** (marinos y de agua dulce) se ven impactados por diferentes agentes de contaminación. Por ejemplo, en **ecosistemas marinos**, los contaminantes orgánicos persistentes, como los plaguicidas, son una amenaza para los arrecifes de coral y, al acumularse en la cadena alimentaria marina, suponen un riesgo para las aves, los mamíferos y las personas, como ocurre, por ejemplo, con los pueblos indígenas de la región ártica (PNUMA, 2017). La contaminación por plásticos afecta al menos a 267 especies marinas, incluyendo el 86% de las tortugas marinas, 44% de las aves marinas y 43% de los mamíferos marinos (Plataforma Intergubernamental Científico-normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas, 2019).



La **contaminación del agua dulce** es especialmente preocupante en acuíferos y aguas subterráneas, requeridas para el consumo humano e industrial. Más del 80% de las **aguas residuales** del mundo se liberan al medio ambiente sin tratar, contaminando las fuentes locales de abastecimiento de agua (PNUMA, 2017). El sector agrícola no solo es el mayor consumidor de recursos de agua dulce en el mundo, ya que la producción agrícola y ganadera utiliza alrededor del 70% de las reservas de agua superficial de la tierra, sino que también es un grave contaminador del agua. En todo el mundo, la **agricultura industrial** es la principal causa de la degradación del agua (NRDC, 2003). La contaminación puede tener graves efectos en los peces y otros organismos de ecosistemas sensibles como ríos, lagos y humedales y en la salud humana genera varios impactos negativos: la falta de acceso al agua potable y el saneamiento es una de las principales causas de mortalidad infantil. La contaminación puede tener graves efectos en los peces y otros organismos que habitan ecosistemas sensibles como ríos, lagos y humedales. El agua dulce contaminada acoge vectores de enfermedades como las bacterias del género *Vibrio*, causantes del cólera, y los gusanos parasitarios que transmiten la esquistosomiasis (ONU, 2017).

Por otra parte, el informe del año 2019 “**La desoxigenación de los océanos: un problema de todos**” de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), asegura que actualmente se han identificado más de 900 zonas costeras y mares semicerrados en todo el mundo que son objeto de los **efectos de la eutrofización**. De estas, más de 700 tienen problemas relacionados con la **hipoxia** (falta de oxígeno). Esto amenaza a algunas especies comerciales como el atún, el pez espada y los tiburones. Además, existen unas 500 **zonas muertas**, esto es, regiones sin el oxígeno suficiente para albergar organismos marinos (PNUMA, 2017). Entre los efectos de la hipoxia están la pérdida de biomasa de especies pesqueras de interés comercial (aumentos en tasas de mortalidad, reducción del crecimiento y la producción), pérdida de biodiversidad debido al incremento de las tasas de mortalidad de especies sensibles y de su susceptibilidad a enfermedades, pérdida de hábitat (salida forzada del hábitat preferido, rutas de migración alteradas o bloqueadas), y alteración en los ciclos metabólicos y geoquímicos de los ecosistemas (menor desnitrificación, mayor producción de sulfuro de hidrógeno tóxico entre otros). Sin embargo, aún se desconocen muchas de las consecuencias a largo plazo, sociales, económicas, y para la salud humana, así como sus efectos en combinación con otros factores estresantes del océano (UICN, 2019).

Algunos impactos de la **contaminación del suelo** son preocupantes porque provocan enormes alteraciones en el equilibrio ecológico y la salud de los seres vivos. El suelo puede contaminarse desde diferentes fuentes (agua y aire). Los suelos contaminados filtran **sustancias químicas tóxicas** a las aguas subterráneas o superficiales cercanas, donde estos materiales pueden ser absorbidos por plantas y animales, contaminando las fuentes de agua. En un suelo contaminado no suelen crecer ni florecer las plantas. Sin embargo, si algunos cultivos logran crecer, lo hacen absorbiendo los químicos tóxicos, causando graves problemas de salud para los seres humanos y otros seres vivos que los consumen. Cuando la contaminación se produce en forma de **aumento de la salinidad del suelo**, este se vuelve insalubre para la vegetación y, a menudo, estéril. Y si se modifican las propiedades físicas del suelo, se produce la muerte de muchos organismos beneficiosos como, por ejemplo, las lombrices de tierra. Algunos agentes contaminantes cambian la composición del suelo y los tipos de microorganismos que viven en él, tales como bacterias, hongos, algas y protozoos. Estos microorganismos son responsables de la descomposición y el reciclaje de materiales orgánicos en el suelo. Ayudan a la planta a absorber los nutrientes esenciales. Los pesticidas, por ejemplo, matan especies consideradas como plagas de las plantas. Algunos de estos productos químicos pueden permanecer en el suelo durante años, impidiendo que los microorganismos necesarios trabajen el suelo. Pueden pasar años antes de que los microorganismos puedan volver a vivir en un suelo al que se le han aplicado productos químicos tóxicos. Finalmente, si ciertos organismos mueren, otros animales depredadores más grandes



también se verán afectados, bien porque aumenten sus tasas de mortalidad o porque migren en busca de alimento. Así, la contaminación del suelo puede cambiar el funcionamiento de ecosistemas enteros.

En zonas secas, la contaminación del suelo puede distribuirse aún más a través del polvo transportado por el viento. Los seres humanos pueden resultar perjudicados por el contacto con materiales tóxicos y peligrosos en un sitio contaminado a través de la exposición a tierra, aire, aguas superficiales y subterráneas contaminadas. Ello ocurre mediante inhalación, ingestión o contacto dérmico. Los efectos potenciales pueden ser agudos o crónicos. Aunque los riesgos de la exposición humana son específicos de cada lugar y difíciles de generalizar a nivel nacional, a corto plazo la exposición a sustancias químicas del suelo puede provocar dolores de cabeza, náuseas, fatiga, trastornos de la piel e incluso abortos espontáneos. A medida que el mundo se industrializa, los efectos a largo plazo de la contaminación del suelo se están convirtiendo en un problema cada vez mayor en todo el planeta. Incluso cuando el suelo no se utiliza para producir alimento, la cuestión de su contaminación puede ser un problema de salud, sobre todo por los efectos indirectos de la contaminación. Dependiendo de los contaminantes presentes en el suelo, algunos de los efectos a largo plazo incluyen problemas de desarrollo, como en niños expuestos al plomo, hasta cáncer por cromo. También se reporta cáncer, leucemia, trastornos reproductivos, daño renal y hepático e insuficiencia del sistema nervioso central. Estos problemas de salud podrían ser el resultado del envenenamiento directo por la tierra contaminada, por ejemplo, niños jugando en tierras llenas de desechos tóxicos como los relaves mineros; o bien por envenenamiento indirecto, como cuando nos alimentamos con productos cultivados en tierras contaminadas, o tomamos agua contaminada por la lixiviación de productos químicos de la tierra contaminada, entre otros.

/18

La interrelación entre el cambio climático y la contaminación

Las interrelaciones entre el cambio climático y la contaminación son múltiples. Sin embargo, podemos ilustrar dos interrelaciones vinculadas a la contaminación del aire y fuentes de agua dulce. Respecto a la primera, es conocido que el aporte de agentes contaminantes específicos a la atmósfera repercute induciendo cambios globales en el clima, por ejemplo, aumentando la temperatura del planeta. Así, los contaminantes de vida corta, tales como el carbono negro, que forma parte de la materia particulada fina ($MP_{2.5}$), o el metano (CH_4), tienen un efecto de calentamiento climático mucho más potente que el dióxido de carbono (las emisiones de metano (CH_4) representan el 45% del efecto de calentamiento neto de todas las actividades antropogénicas).

A su vez, el cambio climático puede afectar la producción y dispersión de los agentes contaminantes, generando impactos directos e indirectos, en escalas locales, regionales y globales. Por ejemplo, uno de los efectos del calentamiento global es el aumento de la frecuencia de ciertos eventos meteorológicos extremos, como los fenómenos anticiclónicos. Estos eventos pueden disminuir la dispersión de los contaminantes, quedando localizados cerca de sus fuentes de emisión. A su vez, el calentamiento global, potencia el efecto de algunos de los contaminantes atmosféricos, como el dióxido de azufre (SO_2), el material particulado, o el ozono troposférico (O_3).

El segundo ejemplo de estas relaciones lo vemos en las fuentes de agua dulce. El calentamiento global ha desencadenado diversos impactos sobre estos ecosistemas, entre ellos la escasez hídrica. Cuando existe disminución de caudales en los ecosistemas acuáticos, su capacidad de reducir la concentración de los agentes contaminantes con agua limpia (capacidad de dilución) es baja. Si en su lugar un río tiene elevado caudal, su capacidad de dilución es mayor. Entonces, en situaciones donde hay escasez hídrica y se incrementa la concentración de contaminantes, es más probable que se afecte la fauna y flora de los ecosistemas, produciendo desequilibrios tales como la sobrepoblación de algas (eutrofización). Este efecto es más pronunciado en verano, cuando aumenta la cantidad de luz y la temperatura. Todo esto incide en la disponibilidad de agua potable para el consumo humano.



Se hace evidente la necesidad de atender estos fenómenos de manera conjunta, evaluando sus interrelaciones, y generando políticas que consideren medidas simultáneas para mitigar el cambio climático, así como mejorar la calidad del aire, del agua y la salud del suelo. Acuerdos multilaterales, como la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible o el Acuerdo de París, presentan algunas metas orientadas a reducir la mortalidad y enfermedades producidas por agentes contaminantes, así como el impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades.

Finalmente, la contaminación atmosférica representa el mayor riesgo ambiental para la salud. Según PNUMA (2017) cada año mueren prematuramente cerca de 6,5 millones de personas a causa de la contaminación del aire interior y exterior, y 9 de cada 10 personas inhalan un aire exterior cuyo nivel de contaminación supera los valores considerados aceptables por la Organización Mundial de la Salud. En Sudamérica, la exposición a la contaminación del aire por $MP_{2.5}$ en el aire exterior provocó 37.000 muertes solo en 2020. Los países sudamericanos con mayor tasa de mortalidad atribuible a la exposición de este material particulado son Chile y Perú, con 230 y 176 muertes por millón (Comisión Lancet 2019). Los contaminantes de corta duración son responsables de aproximadamente un tercio de las muertes por accidentes cerebrovasculares, enfermedades respiratorias crónicas y cáncer de pulmón, y de un cuarto de las muertes por ataques cardíacos. Estos contaminantes también están contribuyendo al calentamiento global, disminuyendo la productividad laboral y aumentando la inseguridad alimentaria en todo el mundo. La contaminación atmosférica afecta de manera desproporcionada a los más vulnerables, incluidas las personas que padecen alguna discapacidad mental. Además de sus efectos en la salud humana, los contaminantes atmosféricos son causa del cambio climático y afectan a los ecosistemas (PNUMA, 2017).



2. PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE Y JUSTICIA AMBIENTAL

2.1. La Justicia ambiental en el Derecho ambiental internacional

El deterioro del medio ambiente incide de manera directa en la calidad de vida, salud y bienestar de los seres vivos, por lo que la mayoría de los Estados, en diversos niveles, han asumido el tema ambiental como una función pública. Ello con el fin de minimizar o moderar las consecuencias de este deterioro sobre las personas y los bienes comunes ambientales. Para alcanzar dicha protección, se han creado o extrapolado diversas clases de instrumentos, herramientas y formas de acción concretas, que pueden agruparse según incidan en la política ambiental, la economía ambiental y el derecho ambiental (Bermúdez Soto, 2015).

Las **políticas ambientales** establecen lineamientos generales que gobernarán la actividad estatal orientada a la protección ambiental. Con ello, definen la posición que la protección ambiental tiene en el contexto público, establecen los niveles o estándares ambientales para la protección y aseguramiento de un medio ambiente sano y seleccionan y priorizan entre los diversos instrumentos de protección ambiental. En cuanto a su alcance, las políticas ambientales pueden ser internacionales, suprarregionales, regionales, nacionales y locales. Destacamos las instancias internacionales, donde se consagran principios y reglas universales ambientales, así como el establecimiento de organizaciones internacionales, tales como la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente Humano (Estocolmo, 1972), la Conferencia de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y el Desarrollo (Río de Janeiro, 1992), la Conferencia de Johannesburgo de 2002 sobre Desarrollo Sostenible (Río +10) y la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sustentable de junio 2012 (Río +20). Aunque no existe una organización internacional exclusivamente encargada de la cuestión ambiental, hay referentes clave como el Programa de Naciones Unidas Para el Medio Ambiente (PNUMA) y otros convenios internacionales (si desea conocer más al respecto, puede consultar en nuestra página web, el documento maestro sobre Biodiversidad, de esta misma serie). Las políticas nacionales responden a principios operativos (ver cuadro “Principios del Derecho Ambiental”) y vienen acompañadas, la mayoría de las veces, de la creación de organizaciones administrativas, tales como ministerios ambientales entre otras.

La aplicación de instrumentos de **Economía ambiental** supone integrar a una actividad económica el cálculo de los costos y beneficios que impone la protección ambiental (internalizar costos) a la ejecución de dicha actividad. Según Bermúdez Soto (2015), este proceso puede ser directo, mediante mecanismos de comando y control, o indirectos como herramientas financieras, de mercado y mecanismos de información (carta de presentación de los productos y servicios, etiquetas ecológicas etc.). En todo caso, estos instrumentos confieren ventajas al agente contaminador y al administrador (el Estado), otorgando a los primeros la facultad de elegir el mecanismo idóneo para reducir la contaminación y a los segundos la posibilidad de reducir los costos de la protección a los requeridos para fiscalizar la aplicación de instrumentos adoptados.

Por otro lado, el **Derecho ambiental** se refiere al conjunto de disposiciones que buscan proteger elementos del patrimonio ambiental, con el fin de asegurar las condiciones que permitan la subsistencia humana y mejorar la calidad de vida de las personas, así como la de las generaciones futuras. Dentro del derecho ambiental contemporáneo es posible incluir un conjunto de disposiciones de orden nacional e internacional que orienten su objetivo en los siguientes ámbitos: control de la contaminación, control de sustancias y procedimientos peligrosos para la salud humana y el medio ambiente, disminución y manejo de residuos, conservación de los recursos naturales y protección de los ecosistemas, entre otros (Bermúdez Soto, 2015).



El estudio de los instrumentos o herramientas usadas por el Derecho ambiental para proteger el medio ambiente es complejo, debido a que no existe consenso absoluto ni en el número de instrumentos de gestión ambiental ni en los criterios para su clasificación. Una manera de agruparlos es por su carácter directo o indirecto, dependiendo de si el logro de la finalidad de protección ambiental es inmediato o pasa solo por el incentivo o desincentivo de una actividad o conducta de los ciudadanos. Por ejemplo, una norma de prohibición de un determinado elemento o actividad sería un instrumento directo, y un eco-impuesto a los combustibles fósiles, sería indirecto. Otra manera de clasificar estos instrumentos es por su naturaleza jurídica, distinguiéndose fundamentalmente entre los normativos (como reglamentos) y de aplicación (actos administrativos, que toman la forma de decretos supremos y resoluciones). En nuestro país, algunos de estos instrumentos han sido consagrados en la LBGMA, y en la legislación especial. Esto lo revisaremos en la siguiente sección.

Principios del derecho ambiental

Se pueden señalar los siguientes principios

1. Precautorio: Este principio atiende el “cuándo” deben adoptarse medidas de protección ambiental, imponiendo la actuación anticipada, sin que se tenga la certeza científica absoluta de los efectos e impactos que un determinado hecho puede tener para el medio ambiente. Por ello, el principio precautorio constituye la primera fase de la secuencia exigida para abordar los problemas ambientales. La Declaración de Río reconoce este principio como su principio número 15.

2. Preventivo: Tiene por objetivo evitar o reducir los efectos negativos de carácter significativo sobre el entorno, sea que estén jurídicamente justificados o no (daño ambiental). En virtud de este principio se han desarrollado los instrumentos de gestión ambiental.

3. Causador o de Responsabilidad: Conocido por la expresión “**el que contamina paga**”, este principio atiende el “quién” debe soportar los costos de las medidas ambientales, mandando la adscripción de los costos de contaminación a su causador. La Declaración de Río reconoce este principio como su principio número 16.

4. Cooperación: Los pactos, acuerdos, protocolos, son las diversas manifestaciones en las que se plasma el principio de la cooperación. Se encuentran: la creación de instancias de participación por parte de especialistas privados en consejos o grupos especializados de trabajo, creación de instancias de participación ciudadana en los procedimientos administrativos ambientales, reconocimiento de entidades certificadoras, etc.

5. Justicia Ambiental: Diferentes instrumentos de gestión expresan este principio en criterios, reglas y sub-principios tales como: separación de usos en conflicto, concentración de los usos similares, reserva de espacios, fijación de umbrales, reducción de los efectos provenientes de un uso ambiental, autodeterminación democrática, etc.

6. No Regresión: Es el principio más reciente en materia ambiental y deriva del derecho humanitario. Este principio impide la marcha atrás en la modificación de regulaciones ambientales, promoviendo más bien la progresión en el logro de beneficios ambientales o su mantenimiento.

Fuente: (a) Bermúdez Soto, J. (2015). Fundamentos de Derecho Ambiental. 2da. Edición. Valparaíso: Ediciones Universitarias de Valparaíso. (b) Terram (2013). Bahía de Quinteros. Zona de Sacrificio Ambiental: Obligaciones internacionales del Estado en materia de Derechos Humanos y Medio Ambiente. Análisis de la normativa ambiental de Derecho Interno. App No. 58



El Derecho ambiental ha adoptado ciertas nociones técnicas, bien sea mediante su aplicación técnica o confiriéndoles definiciones legales. Nos interesa destacar la de **medio ambiente sano**. Con respecto al derecho a un medio ambiente sano, la Asamblea General de las Naciones Unidas, sobre la base de un texto similar adoptado en 2021 por su Consejo de Derechos Humanos, reconoció recientemente el “derecho humano a un medio ambiente limpio, saludable y sostenible” como **derecho humano universal**. Bajo el sistema regional, esta garantía se encuentra consagrada en el Protocolo de San Salvador (artículo 11), en la Convención Interamericana sobre la Protección de los Derechos Humanos de las Personas Mayores (artículo 25), así como en el Acuerdo de Escazú (artículos 1° y 4°). En nuestro ordenamiento jurídico interno, se consagra en el artículo 19 N°8 de la Constitución Política de la República, bajo la formulación más limitada del “derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación”.

Pese a que los vínculos entre los derechos humanos y la protección del medio ambiente se han vuelto evidentes para los estados, organizaciones internacionales y la sociedad civil, la comunidad internacional no ha definido en términos prácticos el nivel de calidad ambiental por debajo del cual podría inferirse que se incumple el derecho a un medio ambiente sano. Por ello, las infracciones que vulneran ese derecho se suelen evaluar y relacionar con el quebrantamiento del disfrute de otros derechos humanos causados por la degradación del medio ambiente. Así pues, al conjunto de instrumentos y técnicas para proteger el medio ambiente (normas de calidad, emisión, desincentivos económicos, régimen especial para efectos de reparación por daño, etc.) se ha ido incorporando un enfoque basado en derechos.

La mayoría de los estados miembros de Naciones Unidas han agregado garantías constitucionales respecto del medio ambiente. Junto a ello, la Comisión Interamericana de Derechos Humanos y la Corte Interamericana de Derechos Humanos han elaborado una amplia gama de obligaciones estatales destinadas a asociar y conseguir la protección del medio ambiente, al cumplimiento de las obligaciones internacionales de derechos humanos de los estados miembros del sistema interamericano, entre ellos Chile. Considerando el derecho a un medio ambiente sano como un derecho *sine qua non*, es decir, que sin el ejercicio pleno de este es imposible ejercer y desarrollar el resto de los derechos humanos, se ha planteado que, cuando ciertas comunidades son las receptoras de los pasivos ambientales del desarrollo en general, estas se configuran como comunidades vulnerables, produciéndose así un estado de desigualdad y de injusticia ambiental.

La **Justicia Ambiental** está vinculada a la búsqueda y consecución de derechos humanos ambientales y como ya vimos, es un principio fundamental del Derecho Ambiental. Se trata de un principio jurídico que se construye sobre la base de otros principios y reglas más específicas. A su vez, la Justicia Ambiental como principio jurídico debe ser observado por los instrumentos normativos usados para regular el acceso, uso y aprovechamiento de los recursos naturales. Es un principio que proporciona argumentos, razones y criterios para adoptar decisiones ambientales (Hervé Espejo, 2015).

Como concepto, la Justicia Ambiental es difícil de definir, no solo por la complejidad de las diversas dimensiones de la justicia sino también por la complejidad del concepto de medio ambiente. Sin embargo, se puede abordar desde diferentes ángulos. Tal como refiere Hervé Espejo (2015), la Justicia Ambiental se puede mirar como una idea fuerza que ha movilizado diversas luchas, como las que le dieron origen al concepto, dentro del movimiento social afroamericano de Estados Unidos, quienes en la década de los 70 y 80 del siglo pasado, denunciaron la localización de industrias contaminantes en regiones habitadas por población mayoritariamente afroamericana.

Por otro lado, se puede examinar teóricamente, desde el estudio de la filosofía política, o en el contexto del derecho y las políticas públicas, analizando el ordenamiento jurídico de diferentes instituciones, en particular aquellas relacionadas o relacionables con el derecho ambiental.



Se pueden definir diferentes dimensiones de la Justicia Ambiental, que a su vez están presentes en el ordenamiento jurídico a través de normas del derecho ambiental nacional, comparado e internacional. Así, se reconoce la **justicia distributiva**, referida al reparto equitativo de las cargas (costos) y beneficios ambientales en el uso y aprovechamiento de los bienes naturales de interés común entre todas las personas de la sociedad, tanto a nivel nacional como internacional. En esta distribución debe considerarse el reconocimiento de la situación comunitaria, las capacidades (económicas, técnicas, políticas, entre otras) de tales personas y su participación en la adopción de las decisiones que las afectan. Asimismo, las decisiones que se adopten deben garantizar la integridad de los ecosistemas. Las “**cargas**” **ambientales** se refieren tanto los costos y daños como a los riesgos asociados al desarrollo de actividades que generan impactos ambientales y en la salud de las personas. Por ejemplo, cuando se establece la localización de industrias peligrosas o contaminantes. Los “**beneficios**” **ambientales** refieren los procesos naturales que son de utilidad para el ser humano. Un beneficio, por ejemplo, es el acceso y uso de los bienes comunes naturales presentes en los territorios, como es el caso del agua.

Por otra parte, la **justicia política o procedimental**, tiene que ver con los mecanismos o procedimientos requeridos para lograr una mejor distribución y un mayor reconocimiento. Atiende no solo las condiciones procedimentales de la participación (reglas y procedimientos para participar en la toma de decisiones), tales como la inclusión, consulta permanente, igualdad de recursos y acceso a la información, autoridad compartida para la toma de decisiones y decisiones obligatorias; sino también a las condiciones sustantivas que definen las cuestiones que deben ser preguntadas en el proceso de toma de decisiones, trascendiendo los aspectos técnicos relacionados a la seguridad o la eficiencia de los procesos. Se trata de considerar no solo la equidad en la distribución, sino, además, si lo que se logra, permite la posibilidad que las personas y grupos sociales se realicen dentro de la sociedad, logrando un mayor bienestar. Otra dimensión muy relevante es la **justicia por reconocimiento** de la identidad particular de ciertos grupos y sus capacidades para realizarse plenamente en la sociedad. Esta dimensión permite evidenciar que las injusticias distributivas o procedimentales suelen originarse en la ausencia del reconocimiento social y político de individuos, grupos sociales y culturales. Esta ausencia de reconocimiento es posible vincularla a tres procesos: la práctica general de dominación cultural (sometimiento a los patrones culturales mayoritarios), la invisibilización pública de tales grupos (ocultamiento de prácticas representacionales, comunicativas, etc.) y la falta de respeto, expresada en difamaciones y estigmatizaciones. Y finalmente, la autora destaca la **justicia intergeneracional** y **justicia ecológica**, referida a la conservación de la integridad de los ecosistemas en el tiempo.

/23

2.2. La Justicia ambiental en el Derecho ambiental nacional

Según Bermúdez Soto (2015), la política ambiental integral del estado chileno viene desarrollándose de manera incipiente desde inicios de la década de los noventa y de manera formal, a partir de la segunda mitad de la misma. Un evento importante dentro de las políticas ambientales fue la publicación del documento “Una Política Ambiental para el Desarrollo Sustentable”, instrumento aprobado el 9 de enero de 1998, por la entonces Comisión Nacional de Medio Ambiente (CONAMA). Esta es la única política formalmente creada por el Estado en materia ambiental, no obstante existir dudas de su real eficacia y haberse desarrollado diversos instrumentos de derecho ambiental y administrativo que abordan temas ambientales.



En el ámbito del Derecho administrativo ambiental chileno existen dos hitos particularmente importantes: la inclusión de un derecho constitucional a vivir en un medio ambiente libre de contaminación (una versión más restringida de “medio ambiente saludable”) y la entrada en vigencia de la LBGMA (Ley 19.300 del año 1994). En cuanto al primer aspecto, el artículo 1º de la LBGMA dispone: “El derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación, la protección del medio ambiente, la preservación de la naturaleza y la conservación del patrimonio ambiental se regularán por las disposiciones de la presente ley, sin perjuicio de lo que otras normas legales establezcan sobre la materia”. A su vez define un “Medio Ambiente Libre de Contaminación” como “aquel en el que los contaminantes se encuentran en concentraciones y períodos inferiores a aquellos susceptibles de constituir un riesgo a la salud de las personas, a la calidad de vida de la población, a la preservación de la naturaleza o a la conservación del patrimonio ambiental (art. 2 letra m, LBGMA). La Contaminación queda definida como “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” (Art. 2 letra c, LBGMA). Esto implica que, si un ambiente está contaminado por algún tipo de agente que no esté definido en la norma específica, a nivel jurídico no se puede establecer que ese determinado ambiente esté contaminado.

Según los estudiosos del tema, la LBGMA posee aspectos fundamentales para la conformación de un verdadero ordenamiento jurídico ambiental. Por ejemplo, presenta un listado de definiciones de conceptos y principios directores de naturaleza ambiental (artículo 2). Entre ellos:

- **Las Normas de calidad ambiental**

Según Hervé Espejo (2015), son normas técnicas propias del Derecho ambiental, en virtud de las cuales se fijan los niveles de contaminación (estándares) tolerables en un entorno o medio determinado. Son usadas en relación con la contaminación atmosférica (por ejemplo, por MP_{10} , $MP_{2.5}$, SO_2 , NO_x , Pb, O_3 , entre otros), y deben ser abordadas en conjunto con las normas de emisión u otros instrumentos que regulen dicho elemento. Estas normas son muy importantes, ya que a través de ellas se hace posible la determinación de lo que debe ser entendido por medio ambiente libre de contaminación o contaminado. Como en la práctica no es posible alcanzar un nivel de contaminación cero, y tampoco la norma establece que deba alcanzarse, el nivel adecuado de contaminación será fijado en una de estas normas, afectando la calidad de vida de la población, dependiendo del estándar adoptado. Existen dos clases de normas de calidad ambiental, las primarias y las secundarias, que se diferencian en los bienes jurídicos protegidos y los ministerios competentes para ello.

- ▶ **Norma primaria de calidad ambiental:** se encuentra definida en el artículo 2 letra n) de la LBGMA como “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 pueda constituir un riesgo para la vida o la salud de la población”. Es decir, establece los niveles de contaminación sobre los cuales se entiende que hay un riesgo para la vida o la salud de la población. Este tipo de norma tiene por objetivo proteger la salud de la población humana y se aplica en todo el territorio nacional de manera que todos los habitantes tengan derecho a la misma calidad ambiental. Ejemplos de este tipo de norma son: la Norma primaria de calidad de aire para Dióxido de Azufre (SO_2) (Decreto No.104; Ministerio del Medio Ambiente, 2018) o la Norma primaria de calidad ambiental para material particulado fino respirable $MP_{2.5}$ (Decreto No. 12; Ministerio del Medio Ambiente, 2011).



► **Norma secundaria de calidad ambiental:** se define en el art. 2 letra ñ) de la LBGMA como “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”. Este tipo de norma busca proteger los ecosistemas y/o naturaleza. Su aplicación puede ser nacional o local, dependiendo de lo que se está protegiendo. Un ejemplo de estas normas es la Norma secundaria de calidad ambiental para la protección de las aguas continentales superficiales del lago Villarrica (Decreto No. 19; Ministerio del Medio Ambiente; 2013).

● Las Normas de emisión

A diferencia de las normas de calidad ambiental, las normas de emisión establecen los niveles de contaminación admisibles en relación al tipo de fuentes de contaminantes, por ejemplo fundiciones, termoeléctricas, etc. Estas normas pueden ser fiscalizadas directamente por la autoridad, determinándose en cada caso si la emisión contaminante está dentro o fuera del estándar fijado por la norma. Las normas de emisión miden entonces el nivel de la contaminación en la fuente emisora, mientras que las de calidad en el entorno que se considere, atendiendo a los valores que hacen posible alcanzar los objetivos de protección ambiental. Por ello, las primeras son menos estrictas que las segundas (Hervé Espejo, 2015).

● Declaración de zona latente y saturada

La LBGMA en el art. 2 letra t) define **Zona Latente** como “aquella en que la medición de la concentración de contaminantes en el aire, agua o suelo se sitúa entre el 80% y el 100% del valor de la respectiva norma de calidad ambiental”. En el art. 2 letra u), define **Zona Saturada** como “aquella en que una o más normas de calidad ambiental se encuentran sobrepasadas”. Se trata de instrumentos de gestión ambiental que operan sobre la base de la existencia de normas de calidad ambiental verificadas previamente. Se declaran a través de Decretos Supremos, que llevan la firma de los ministros del Medio Ambiente y de Salud, cuando se refiere a normas primarias de calidad ambiental, y por el Ministro de Medio Ambiente y el o los Ministros sectoriales que corresponda cuando se trata de una norma secundaria de calidad ambiental. Su alcance es territorialmente limitado, debiendo declararse la zona geográfica que abarcan. A su vez, ambas declaraciones constituyen el primer paso para la utilización de otras herramientas de gestión ambiental y en especial de los planes de prevención y descontaminación.

● Los Planes de Prevención y de Descontaminación

En su art. 2 letra v) y w), quedan definidos los planes de prevención y descontaminación. Así, el Plan de Prevención se entiende como un “...instrumento de gestión ambiental que tiene por finalidad evitar que los niveles establecidos en las normas primarias y/o secundarias de calidad ambiental se encuentren en saturación, a través de la definición e implementación de medidas y acciones específicas, que logren la reducción de los niveles de concentración señalados en dichas normas por debajo de la latencia”. Los Planes de Descontaminación son instrumentos de gestión ambiental que “...a través de la definición e implementación de medidas y acciones específicas, tiene por finalidad recuperar los niveles establecidos en las normas primarias y/o secundarias de calidad ambiental de una zona calificada como saturada por uno o más contaminantes.



a. Sobre la justicia ambiental

El concepto de Justicia Ambiental presente en nuestro ordenamiento jurídico, distingue fundamentalmente entre la justicia distributiva (esquema de repartos de beneficios y costos) y la justicia procedimental (participación). Se expresa a través de diferentes normas, lo que evidencia que constituye un principio del derecho ambiental en nuestro país (Hervé Espejo, 2015). Para ilustrar esto, referimos algunas normas jurídicas que contienen elementos y dimensiones de la Justicia Ambiental relevantes para el tema de la contaminación, señaladas por Hervé Espejo (2015).

En el ámbito procedimental, el derecho a la participación pública en la adopción de decisiones ambientales se expresa a través de diversos mecanismos de participación ciudadana en la adopción de decisiones ambientales. Los principales ejemplos son las etapas de participación en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental y la de **consulta** a los organismos públicos y privados, en la elaboración de Normas de Calidad y de Emisión y en los Planes de Prevención y Descontaminación. Con la reforma de 2010 se incorporó un nuevo instrumento de gestión ambiental, la Evaluación Ambiental Estratégica, que considera la **participación ciudadana en las Declaraciones de Impacto Ambiental (DIA)** a través del concepto de “carga ambiental” (artículo 30 bis). Esta definición de carga ambiental es poco clara, y deja como facultativo para la autoridad abrir o no esta etapa de participación. Entonces, a pesar de la existencia de estos mecanismos, su regulación específica no contempla todos los requisitos que exige la dimensión política (o procedimental) de la Justicia Ambiental. Así pues, en la práctica, la Evaluación Ambiental Estratégica ha sido de muy poca o nula utilidad.

La dimensión distributiva de la justicia ambiental se materializa en nuestro país en los métodos de evaluación ambiental desplegados en diferentes políticas, planes, regulaciones y proyectos. Por ejemplo, el Sistema de Evaluación Ambiental (SEA) puede exigir medidas de mitigación, reparación y compensación para los titulares de un Estudio de Impacto Ambiental (EIA), que se pueden analizar dentro del esquema de reparto de beneficios y costos (dimensión distributiva) de un proyecto de inversión. Así mismo, el reglamento del SEIA detalla los elementos de la línea de base que debe contemplar un Estudio de Impacto Ambiental, entre los cuales incorpora el medio humano, y en particular, su dimensión socio económica y de bienestar social básico. Mediante estas disposiciones se puede exigir la evaluación de los beneficios y costos socioeconómicos que un determinado proyecto pueda generar sobre la población. Estos son ejemplos de la manera en que se expresa la dimensión distributiva en nuestro ordenamiento jurídico.



3. LA CONTAMINACIÓN EN CHILE

3.1. Principales formas de contaminación y regiones contaminadas en el país

Según el último informe de Evaluación del Desempeño Ambiental de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, 2024), desde el año 2010 Chile no ha conseguido desvincular una serie de presiones medioambientales del crecimiento económico. Así, las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), el suministro total de energía y el consumo doméstico de materiales han aumentado al mismo ritmo que la economía. Las mayores fuentes de emisiones de GEI provienen del sector energético, que agrupa a las generadoras eléctricas y el transporte, y la combustión a leña para la calefacción de viviendas. El suministro de electricidad representó más del 90% de las emisiones de GEI de las industrias energéticas en el periodo 2010-20. Según los últimos reportes e informes medio ambientales de diversas instituciones gubernamentales y de investigación, actualmente, el principal problema ambiental en Chile es la contaminación del aire. Pero la contaminación en los suelos y en las aguas dulces y saladas también es preocupante. El Ministerio del Medio Ambiente señala que las principales fuentes de contaminantes sobre la hidrósfera, litósfera y biósfera, son las termoeléctricas, la extracción y procesamiento de cobre, la pesca y acuicultura, la fabricación de pasta de madera, papel, cartón, de productos de la refinación del petróleo, industrias manufactureras y industrias manufactureras, plantas de aguas servidas y vertederos, entre otros.

¿Y cómo estamos en Chile respecto a las normativas de calidad del aire y los valores de la Guía OMS 2021?

Desde el año 1987, la Organización Mundial de la Salud (OMS), ha establecido valores de referencia para la exposición a ciertos agentes contaminantes, los que han sido publicados en reportes llamados “Directrices sobre Calidad del Aire”. Su finalidad es ayudar a gobiernos y a la sociedad civil a reducir aquellos valores que, al sobrepasar ciertos umbrales, resultan muy dañinos para la salud de las personas. Al observar la concentración de seis contaminantes y comparar sus niveles con los establecidos en la normativa chilena y de la Organización Mundial de la Salud, en primer lugar, notamos, que nuestra normativa solo contempla regulación para 10 de los 15 valores Guía 2021. No existen normas para el Ozono (O_3) Temporada Alta, Dióxido Nitroso (NO_2) 24 horas, el Dióxido de Azufre (SO_2) para 10 minutos, el Monóxido de Carbono (CO) para 24 horas y para 15 minutos. Por otro lado, de las 10 regulaciones nacionales que se contemplan en la Guía OMS 2021, solo 2 de ellas cumplen con el estándar establecido por la OMS. De las restantes ocho regulaciones, la normativa nacional en promedio triplica al valor máximo recomendado por la OMS, siendo el caso del Óxido de Nitrógeno el más extremo, al superar en 10 veces al máximo recomendado, tal como se puede ver en la siguiente tabla.



Valores Guías de la Directriz de Calidad del Aire y Metas Intermedias de la OMS 2021 y su comparación con las normas nacionales de calidad del aire.

| Contaminante ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) * | Tiempo Promedio | Valor Guía OMS 2021 | Norma Nacional | Meta intermedia 2021 | | | |
|--|-----------------|---------------------|----------------|----------------------|------------|------|----|
| | | | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| MP _{2.5} | Anual | 5 | 20 | 35 | 25 | 15 | 10 |
| | 24 horas | 15 | 50 | 75 | 50 | 37,5 | 25 |
| MP ₁₀ | Anual | 15 | 50 | 70 | 50 | 30 | 20 |
| | 24 horas | 45 | 150 | 150 | 100 | 75 | 50 |
| O ₃ | Temporada Alta | 60 | * | 100 | 70 | * | * |
| | 8 horas | 100 | 120 | 160 | 120 | * | * |
| NO ₂ | Anual | 10 | 100 | 40 | 30 | 20 | * |
| | 24 horas | 25 | * | 120 | 50 | * | * |
| SO ₂ | 1 hora | 200 | 400 | * | * | * | * |
| | 24 horas | 40 | 150 | 125 | 50 | * | * |
| CO | 10 minutos | 500 | * | * | * | * | * |
| | 24 horas | 4 | * | 7 | * | * | * |
| CO | 8 horas | 10 | 10 | * | * | * | * |
| | 1 hora | 35 | 30 | * | * | * | * |
| | 15 minutos | 100 | * | * | * | * | * |

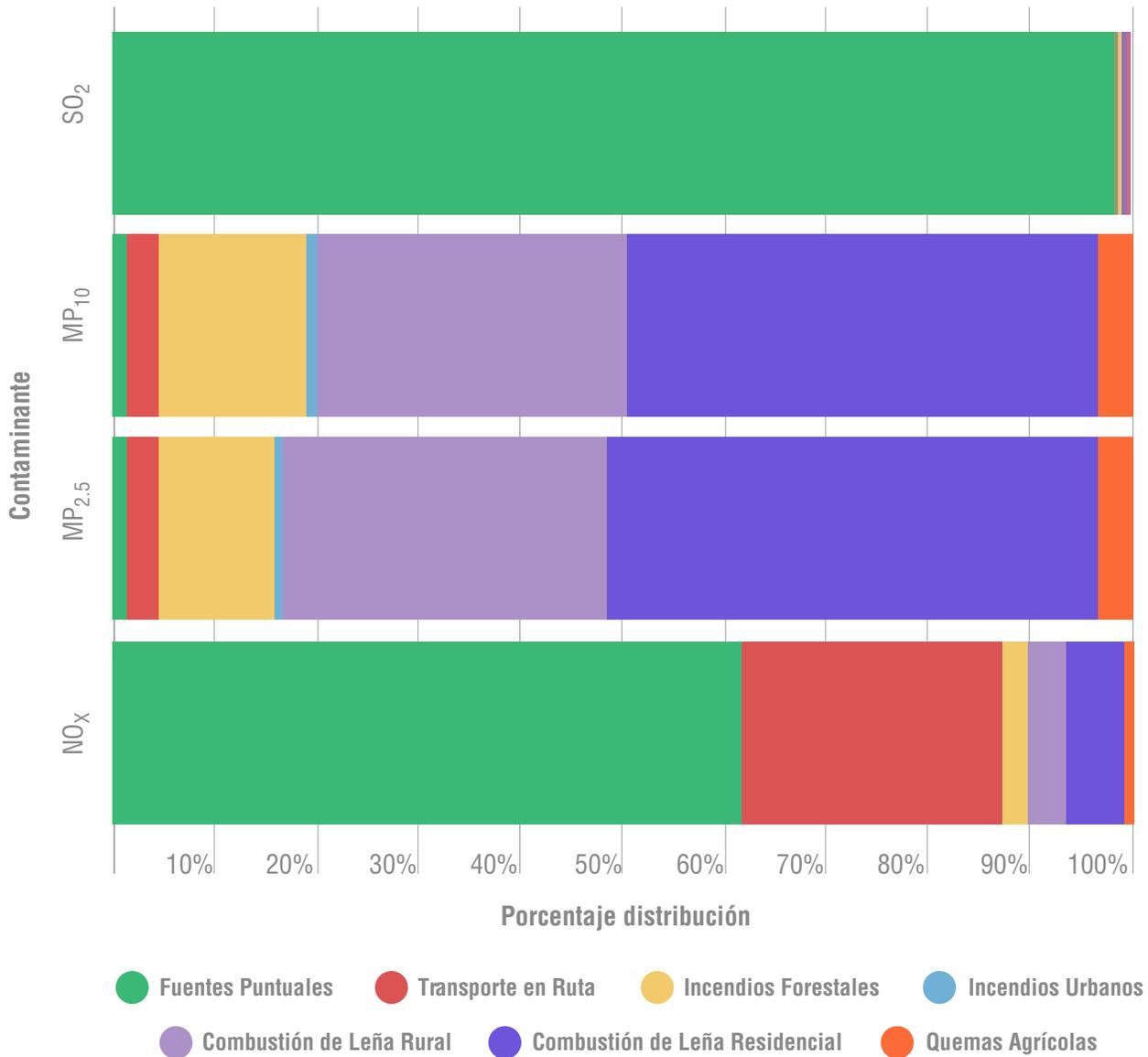
* $\mu\text{g}/\text{m}^3$ = Microgramos de material particulado por metro cúbico

Fuente: Elaboración Propia. Valores Guías Directrices Calidad del Aire 2021 y normas nacionales. En negrita se destacan los valores nacionales que exceden de manera preocupante las directrices de la OMS. Las "Metas Intermedias" consideran concentraciones de contaminantes atmosféricos que exceden a los valores "Guías de Calidad del Aire. Sin embargo, la OMS los establece para que las autoridades de zonas altamente contaminadas elaboren políticas de reducción de la contaminación que puedan cumplirse en plazos realistas. Así, las metas intermedias deberían considerarse como pasos para lograr en el futuro alcanzar los valores "Guías de Calidad del Aire" y no como objetivos finales. Luego, los valores resaltados dan cuenta del nivel de avance que tenemos en Chile en la reducción de estos contaminantes.

Respecto a la **contaminación atmosférica**, nuestro país ha logrado avances significativos en la reducción de las emisiones de dióxido de azufre (SO₂), principalmente de fuentes estacionarias. Sin embargo, las emisiones de otros contaminantes atmosféricos, como los óxidos de nitrógeno (NO_x) y las partículas finas (MP_{2.5}) siguen siendo un grave problema para la salud de nuestra población. Tal como señala el Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR₂), para las ciudades del centro y sur de Chile el MP_{2.5} proviene principalmente del uso residencial de leña, mientras que en la zona norte proviene de los sectores transporte e industria. En Santiago, lo que ocurre es una combinación de todos los sectores anteriores. A nivel nacional, la emisión de dióxido de carbono (CO₂) proviene mayoritariamente de los sectores energía y transporte.



Composición de las emisiones al aire de MP_{2.5}, MP₁₀, NO_x y SO₂ a nivel nacional por tipo de fuente (2021)



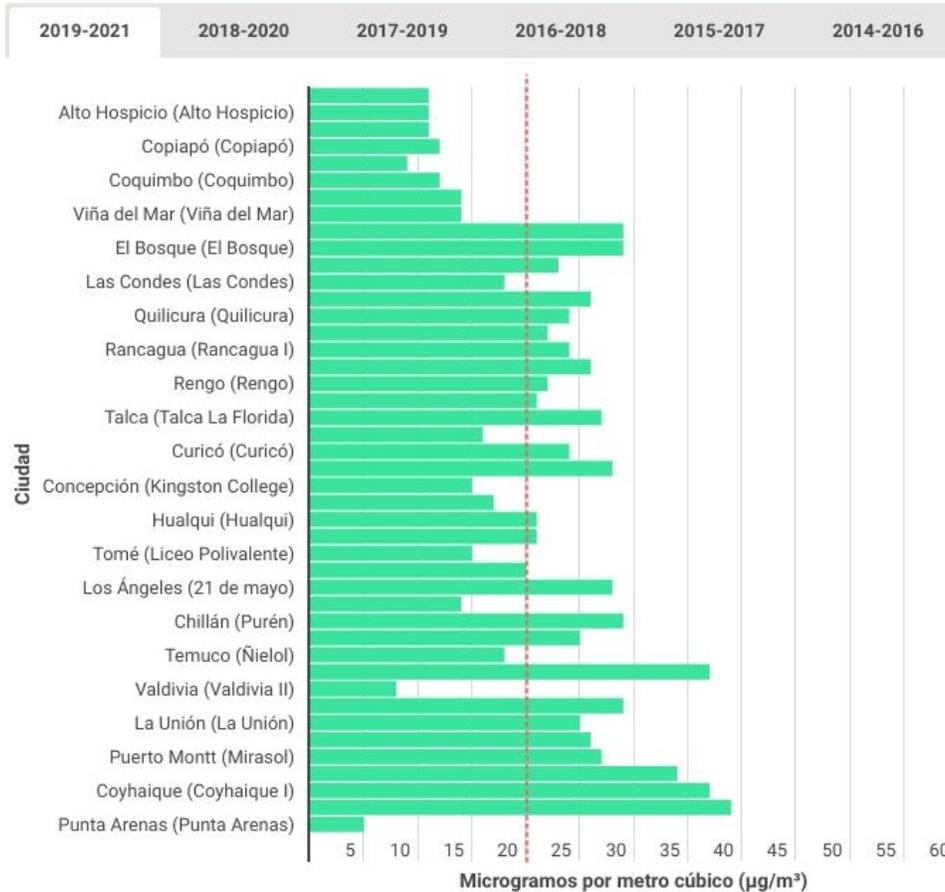
/29

Fuente: Ministerio del Medio Ambiente. Octavo Reporte del Estado del Medio Ambiente 2023. https://sinia.mma.gob.cl/estado-del-medio-ambiente/reporte-del-estado-del-medio-ambiente-2023/#objetivo_capitulo

Sin embargo, el impacto de las emisiones en cada sector varía según la zona geográfica y el contaminante. Tal como señalan la OCDE y el Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2), hacia el norte del país se registran los niveles más elevados de emisiones de SO₂ y NO_x procedentes de fuentes industriales (por ejemplo, fundiciones de cobre y centrales termoeléctricas). En las ciudades del centro y sur de Chile el MP_{2.5} proviene principalmente de la utilización residencial de leña, en la zona norte proviene de los sectores transporte e industria, y en Santiago es una combinación de todos los sectores anteriores. Para el trienio 2019-2021, las concentraciones promedio de MP_{2.5} registraron valores superiores al valor de la norma primaria. Los promedios más altos (39 y 37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) lo alcanzan las estaciones de Coyhaique y Padre Las Casas (37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).



Promedio trianual de concentraciones de material particulado fino (MP_{2.5}) en estaciones de monitoreo del país hasta el 2021



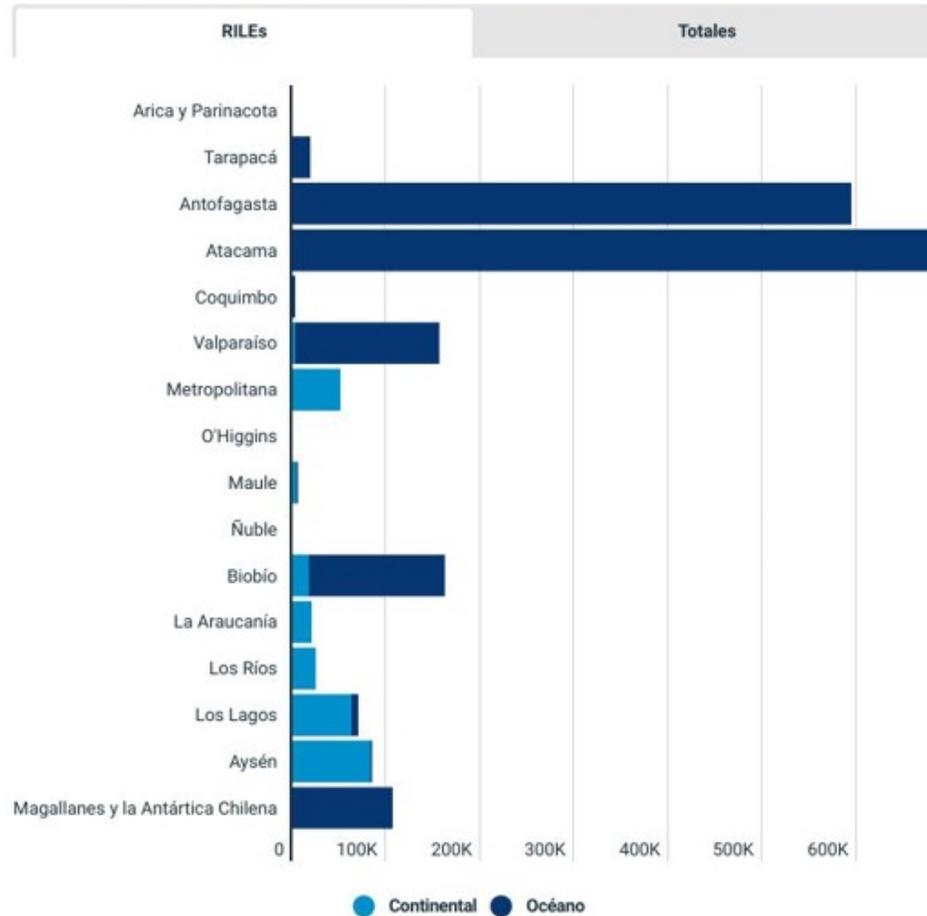
Fuente: Ministerio del Medio Ambiente. Octavo Reporte del Estado del Medio Ambiente 2023. https://sinia.mma.gob.cl/estado-del-medio-ambiente/reporte-del-estado-del-medio-ambiente-2023/#objetivo_capitulo

Según el Octavo Reporte del Estado del Medio Ambiente (2023), en 2021, poco más de 11 millones de habitantes del país viven en zonas que han sido declaradas como Latentes o Saturadas por MP_{2.5}. Las mayores concentraciones se registran en Coyhaique, y las menores en la zona de Concón, Quintero y Puchuncaví donde residen 102.095 habitantes. Para el 2021 en la Región Metropolitana, las mayores emisiones de NO_x vinieron de la combustión de transporte en ruta. Esto se puede asociar a la cantidad de vehículos que circulan diariamente. La región del Biobío también tiene una alta emisión de NO_x generada en fuentes puntuales como industrias termoeléctricas, celulosas y manufactura del metal. En el caso del SO₂ la principal fuente de emisión es la fundición de cobre.

Respecto a la contaminación del agua podemos mencionar que para el año 2020 en Chile se registraron poco más de 2 millones de toneladas de emisiones de contaminantes al agua (océanos, ríos y lagos). Un 75% de las emisiones correspondieron a vertidos al océano. Las regiones con mayor cantidad de emisiones fueron Valparaíso (20%) la mayoría al mar (98%), seguida de Biobío, Antofagasta, Atacama y Tarapacá, las que contabilizan gran parte de las emisiones al océano. Los principales agentes contaminantes de las aguas son cloruros (90%) arrojados al océano, y luego están los sólidos, aceites y grasas, hidrocarburos y metales pesados. Las descargas a aguas continentales provienen de agentes contaminantes a base de azufre (sulfatos y sulfuros), fósforo y nitrógeno total, más nitritos y nitratos.



Emisiones de contaminantes al agua, por región y receptor (2021)



Fuente: Ministerio del Medio Ambiente. Octavo Reporte del Estado del Medio Ambiente 2023. https://sinia.mma.gob.cl/estado-del-medio-ambiente/reporte-del-estado-del-medio-ambiente-2023/#objetivo_capitulo

La contaminación por residuos es un problema a lo largo de toda la costa, incluyendo las islas oceánicas. Según el reporte del Instituto Nacional de Estadísticas (INE, 2021), gran parte de los residuos encontrados en Rapa Nui corresponden a microplásticos provenientes de la pesca internacional. Por otro lado, en las regiones de Los Lagos y Aysén la abundancia y distribución de los residuos se relaciona con la pesca y acuicultura del sector. Entre los residuos identificados se encontraban grandes boyas, bloques de poliestireno expandido y acumulación de diversos plásticos provenientes en su mayoría de la pesca y acuicultura. A su vez, existen evidencias de daño a los ecosistemas acuáticos producido por descargas industriales y urbanas, donde se ha detectado la presencia de contaminantes clave, como hormonas vegetales, derivados de plásticos, entre otros. El 84% de las descargas puntuales (aquellas en las que es posible identificar un punto específico de descarga) están localizadas entre las regiones de Valparaíso y la de Los Ríos, zonas que están siendo fuertemente impactadas por la disminución de precipitaciones y por la escasez hídrica. Respecto a la normativa ambiental del agua, la OECD en el año 2024 señala que "...las normas de calidad del agua son incompletas y las normas de vertido de aguas residuales deberían ser más estrictas. Las normas ambientales relativas a la calidad del agua solo cubren una parte de las masas de agua de Chile. Su desarrollo debe ser más rápido y centrarse en las cuencas prioritarias. El alcance de las normas de vertido de aguas residuales sigue siendo desigual y no está actualizado. (...) Exigir la eliminación de nutrientes en el tratamiento de las aguas residuales reduciría el vertido excesivo de nutrientes en las masas de agua receptoras y, por tanto, la eutrofización".



3.2. Zonas latentes, zonas saturadas y zonas de sacrificio

Según estudios reportados por el Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2), seis de cada diez chilenos viven en alguna de las veinticinco zonas saturadas y/o latentes decretadas en el país. No obstante, a la fecha de redacción de este documento existen, 37 declaraciones de Zonas Latentes y/o Saturadas, según registros de la Fundación Terram. En términos porcentuales, se trata del 59,7% de la población nacional, es decir, 10.494.218 personas. La Región Metropolitana es la única que está declarada en su totalidad como zona saturada, por lo tanto, aporta un 40,47% de la población del país que vive en un sector altamente contaminado. Otras ciudades que están saturadas son Talca, Concepción, Temuco, Valdivia, Osorno y Coyhaique, siendo el principal agente contaminante el material particulado que genera la combustión a leña.

A diferencia de los términos de zonas latentes o saturadas, la noción de “zonas de sacrificio” no es un concepto técnico ni una categoría jurídica. Básicamente el concepto refiere zonas donde por acción u omisión del Estado, se potencia un desarrollo industrial tan contaminante que las poblaciones que habitan estos territorios quedan completamente vulneradas en sus derechos básicos. El término tiene varios orígenes, primero durante la Segunda Guerra Mundial y más tarde en Estados Unidos, en la década de 1980, para referirse a zonas receptoras o contaminadas con desechos radiactivos producidos durante décadas por la industria del armamento nuclear. Luego, el concepto fue adoptado por el movimiento por la justicia ambiental de ese país, denunciando la situación de muchas otras comunidades vulnerables que debían vivir en lugares severamente contaminados con desechos industriales peligrosos, afectando su calidad de vida y entorno medioambiental.

La Organización de las Naciones Unidas refiere las zonas de sacrificio como “...lugares extremadamente contaminados donde grupos vulnerables y marginados soportan desproporcionadamente las consecuencias que acarrea para la salud, los derechos humanos y el medio ambiente la exposición a la contaminación y a las sustancias peligrosas”. Se destacan entonces “...las obligaciones de los Estados, las responsabilidades de las empresas y las buenas prácticas encaminadas a asegurar un medio ambiente no tóxico mediante la prevención de la contaminación, la eliminación del uso de sustancias tóxicas y el saneamiento de los sitios contaminados” (Sexto Informe Temático, Consejo de Derechos Humanos, 2022). Las zonas de sacrificio existen en los Estados ricos y pobres, en el Norte y en el Sur del planeta, y generan o agudizan las injusticias ambientales. A su vez, estas zonas vulneran una gama amplia de derechos, empezando por el derecho humano a un medio ambiente limpio, saludable y sostenible (resolución 48/13, Consejo de Derechos Humanos 2021), así como el derecho a la vida, la salud, el agua, la alimentación y la vivienda, los derechos culturales, el derecho a un nivel de vida adecuado, los derechos del niño y los derechos de los pueblos indígenas.

En Chile, este concepto comenzó a ser acuñado el año 2010 por Fundación Terram y ha sido utilizado de manera semejante por organizaciones y movimientos medioambientales, entendiendo las zonas de sacrificio como “aquellos sectores geográficos de alta concentración industrial, en los que se ha priorizado el establecimiento de polos industriales, por sobre el bienestar de las personas y el ambiente” (Terram, 2018). Su uso se ha extendido a los medios de comunicación luego de los graves hechos de intoxicaciones masivas ocurridas en Puchuncaví en 2011 y en la comuna de Quintero en 2018 y 2019, donde estudiantes de diferentes colegios fueron gravemente afectados por la contaminación industrial en la región de Valparaíso.

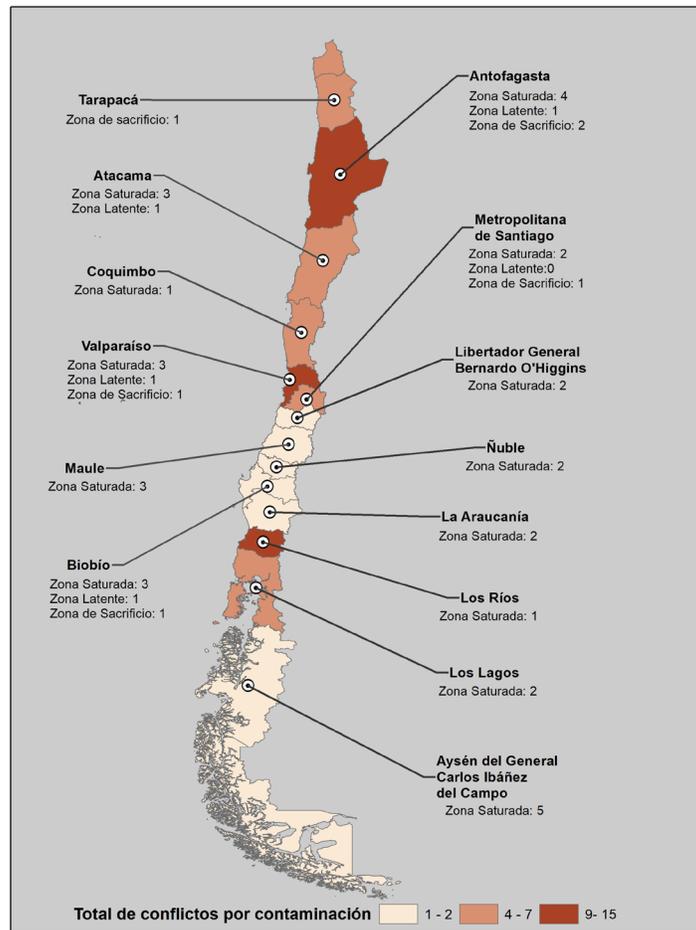
Según diferentes estudios en el país, existen ciertas zonas donde aumentan los daños producidos por los requerimientos energéticos de la actividad extractiva minera, como refinerías y fundiciones de cobre o hierro, y otras vinculadas a la instalación de termoeléctricas basadas en combustibles fósiles, como petróleo,



carbón y petcoke. En otros casos, estas actividades corresponden a industrias forestales que instalan sus plantas de procesamiento de celulosa y pesqueras, cuyas actividades generan diversos impactos sobre la biósfera. Como se observa en el siguiente mapa y cuadro, actualmente se reconocen seis zonas de sacrificio a nivel nacional, y se han decretado 37 zonas latentes o saturadas:

- Mejillones, Región de Antofagasta.
- Tocopilla, Región de Antofagasta.
- Huasco, Región de Atacama.
- Til til, Región Metropolitana.
- Quintero-Puchuncav, Región de Valparaíso.
- Coronel, Región del Biobío

Conflictos socioambientales por contaminación y Zonas Saturadas, Saturadas/Latentes, Latentes y de Sacrificio



Tradicionalmente en Chile se ha entendido como “**Zonas de sacrificio**” aquellos sectores geográficos de alta concentración industrial, en los que se ha priorizado el establecimiento de polos industriales por sobre el bienestar de las personas y el ambiente. Las zonas de sacrificio son mayormente lugares de bajos ingresos, en los cuales se han instalado industrias declarando intenciones de desarrollo, además de mejoras en las condiciones de trabajo y de vida para sus habitantes. Sin embargo, sus habitantes alegan que la contaminación ha degradado su salud y bienestar, además de deteriorar ecosistemas marinos y terrestres necesarios para su bienestar y desarrollo económico local. En este sentido, en este mapa identificamos 6 zonas de sacrificio: Huasco, Mejillones, Tocopilla, Puchuncaví-Quintero, Til-Til y Coronel.



| Región | Total de conflictos por contaminación | Saturada | Latente | Zona de sacrificio |
|---------------|---------------------------------------|-----------|----------|--------------------|
| Arica | 4 | 0 | 0 | 0 |
| Tarapacá | 5 | 0 | 0 | 1 |
| Antofagasta | 9 | 4 | 1 | 2 |
| Atacama | 7 | 3 | 1 | 0 |
| Coquimbo | 7 | 1 | 0 | 0 |
| Valparaíso | 15 | 3 | 1 | 1 |
| Metropolitana | 5 | 2 | 0 | 0 |
| O'Higgins | 1 | 2 | 0 | 0 |
| Maule | 2 | 3 | 0 | 0 |
| Ñuble | 1 | 2 | 0 | 0 |
| Biobío | 2 | 3 | 1 | 1 |
| La Araucanía | 2 | 2 | 0 | 0 |
| Los Ríos | 10 | 1 | 0 | 0 |
| Los Lagos | 7 | 2 | 0 | 0 |
| Aysen | 1 | 5 | 0 | 0 |
| Magallanes | 2 | 0 | 0 | 0 |
| TOTAL | 80 | 33 | 4 | 6 |

Elaboración propia. La contaminación se valora por emisiones, residuos sólidos, emisiones e inmisiones, uso y contaminación de los recursos naturales y actividades de exploración y explotación. Fuentes Mapa de Conflictos del INDH (2019); Terram (2019; 2023); Ver fuentes en https://www.bcn.cl/lechile/consulta/listado_n_sel?comp=&agr=1020&grupo_aporte=&sub=511&npagina=1&itemsporpagina=10&totalitems=27; y <https://www.portaltransparencia.cl/PortalPdT/directorio-de-organismos-regulados/?org=AW002> <https://arctis.mma.gob.cl/portal/apps/experiencebuilder/experience/?id=66313389ab534335a4662503350d82cf&draft=true>

Lo que tienen en común estas zonas de sacrificio es el alto número de centrales termoeléctricas que mayormente funcionan con carbón. También la presencia de industrias como petroquímicas, fundición, terminales portuarios, industrias pesqueras, cementeras, entre otras. En ese marco, se intensificó la instalación de polos industriales contaminantes orientados a satisfacer las demandas de materia prima minera de los mercados del sudeste asiático. La construcción de estos complejos derivó paulatinamente en la pérdida de acceso a los recursos y bienes naturales, y con ello la desaparición de las economías tradicionales locales tales como la pesca artesanal, la agricultura, la crianza de cabras y la producción de olivo. Esto generó diversas consecuencias conflictos con las comunidades y territorios que vieron afectada su calidad de vida.



4. LA CONTAMINACIÓN EN LA REGIÓN DE VALPARAÍSO

4.1. Algunos casos de Contaminación en Valparaíso y sus efectos

Siguiendo un enfoque de derechos humanos, para el año 2019 el Instituto Nacional de Derechos Humanos (INDH), reportó 21 conflictos socioambientales en la región de Valparaíso. De estos conflictos, 15 han sido detonados por eventos asociados con el uso y/o contaminación de recursos naturales, residuos, emisiones e inmisiones, y actividades de exploración y explotación, y han generado la movilización ciudadana en los territorios afectados. Algunos casos conocidos por sus efectos son la Fundición Ventanas (Puchuncaví, 1990), la Central termoeléctrica Campiche (Puchuncaví, 2008), el proyecto minero Vizcachitas (Minillas, 2008), y otros recientes como el mega proyecto inmobiliario Las Salinas (Las Salinas, Viña del Mar, 2020).

Por otra parte, el Proyecto “Justicia Ambiental, Derechos Humanos y Cambio climático: del abandono de las comunidades a la política pública mediante la articulación territorial en Chile Central”, conocido como Proyecto Tayú de la Fundación Terram, en conjunto con organizaciones locales movilizadas elaboró un catastro de conflictos socioambientales asociados a la degradación y/o destrucción de la vegetación nativa y su afectación a la vida de las personas en los territorios. Es decir, examinó cómo la contaminación, entre otras causas, impacta la biodiversidad y la vida de los seres humanos. El catastro resultó de un intenso trabajo de terreno en la región de Valparaíso, así como la elaboración de una ruta metodológica propia, que permitió registrar diversas variables (causas, registro en el SEIA, vegetación en riesgo, judicialización, temporalidad). Se registraron 33 casos (Cuadro “Tipología de los conflictos identificados”), de los cuales el 15,2% tiene que ver con la actividad minera y sus impactos sobre la biodiversidad.

/35

Tipología de los conflictos identificados

| Causa del conflicto | Definición | Cantidad de conflictos |
|--|---|------------------------|
| Urbanización formal | En todos los casos el conflicto nace debido a proyectos inmobiliarios planificados y/o ejecutados sobre vegetación nativa o aledaños a esta. Se define como formal dado que hay una institucionalidad que avala este tipo de proyectos (permisos municipales, cumplimiento de normativa urbanística, permisos sectoriales, ingreso al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), etc.). | 12 |
| Loteos y parcelaciones | Consiste en conflictos nacidos a partir de la urbanización por la vía de “parcelaciones” de áreas rurales. Incluye aquellas basadas en el procedimiento “certificación para subdivisión predial” bajo la potestad del Servicio Agrícola y Ganadero, en base al D.L. 3516. Mediante este instrumento se ha posibilitado la urbanización de predios rurales. Incluye además aquellas sin la certificación y que en la práctica tienen un efecto similar. Por otro lado, están los loteos irregulares, que a través de la venta de cesión de derechos se dividen en parcelas sin título de dominio como tal. | 4 |
| Tomas de terreno en Bosques Nativos de Preservación | Conflictos generados debido a tomas de terreno que degradan y/o destruyen formaciones vegetacionales que corresponden a Bosques Nativos de Preservación en virtud de lo establecido en la Ley 20.283. | 2 |
| Minería | Actividades mineras extractivas y otras relacionadas, como depósito de desechos y sondajes, que afectan directa o indirectamente a la vegetación nativa, en muchos casos con especies o ecosistemas protegidos por ley. Con y sin ingreso del SEIA. | 5 |
| Generación y transmisión de energía | Instalaciones de generación de energía y líneas de transmisión, y sus caminos asociados para el transporte de la misma. | 2 |
| Uso inadecuado de ecosistemas | Prácticas destructivas que se instalan como una costumbre local y que afectan ecosistemas de valor. Por ejemplo, usar bosques y matorrales como basurales, extracción de áridos de forma irregular o actividades de alto impacto como rally, fiestas y otras. | 3 |



| Causa del conflicto | Definición | Cantidad de conflictos |
|--------------------------------------|--|------------------------|
| Obras portuarias | Construcción de infraestructura portuaria. | 1 |
| Agricultura | Instalación de frutales sobre vegetación nativa o instalación de infraestructura hídrica para riego. | 2 |
| Construcción de caminos y carreteras | Ejecución de obras para la instalación de nuevas vialidades que eliminan vegetación nativa y fragmentan ecosistemas. | 2 |
| Total | | 33 |

Fuente: Tomado y modificado de Madrid y Gómez (2024). Catastro de conflictos socioambientales asociados a degradación y/o destrucción de formaciones vegetacionales nativas en la región de Valparaíso, zona central de Chile. Fundación Terram. <https://www.proyectotayu.org/conflictos-socioambientales>

Todos estos casos dan cuenta de las vías de movilización que las comunidades organizadas han empleado como forma de enfrentar la contaminación potencial o en curso. Un caso que se puede destacar es el del conflicto por la Minera Pullally, en Papudo. Este proyecto inició sus operaciones el año 2001 para extracción subterránea de oro (promedio de 300 toneladas diarias), contando con calificación ambiental favorable al EIA presentado en 1996 por la Empresa Minera “Pegasus Ltda.”. Luego de declarar la quiebra en 2005, la empresa vendió la operación a minera Pullally SpA, perteneciente al Holding chileno Minero Cemin, que no solo dio continuidad al proyecto de explotación, sino que además incrementó la extracción mensual a 3.000 toneladas totales de mineral. En el año 2009 inició actividades de procesamiento del mineral mediante la instalación de una planta procesadora de minerales auríferos, con una capacidad de proceso de 15.000 t/mes. En 2018 la compañía ingresó una consulta de pertinencia al Servicio de Evaluación Ambiental, para desarrollar un “Proyecto Piloto de Adecuación de Proceso y Método de Explotación” que consiste en una planta de lixiviación en pilas, en lugar de la lixiviación en estanques, evitando así la generación de relaves. Ante esta iniciativa de la empresa minera, las comunidades comenzaron a organizar la oposición al proyecto, adelantándose al ingreso de la DIA al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. En este marco, el “Comité de Defensa de Pullally” organizó instancias de diálogo y talleres para la comunidad, con los objetivos de visibilizar los impactos negativos de la futura planta de lixiviación, y generar redes de apoyo y aprendizaje para incidir en la etapa de observaciones al proyecto.

Tal como se señala en el catastro, una vez iniciada la tramitación de la DIA ingresada en abril de 2021, más de 40 organizaciones junto con personas naturales participaron ingresando más de 450 observaciones de las comunidades vecinas al proyecto, indicando falencias en la declaración de impacto ambiental respecto a las emisiones de material particulado, al ruido, al suelo, a la afectación de bosques relictos de olivillo (*Aextoxicon punctatum*) y a la contaminación de aguas subterráneas y superficiales. Sin embargo, luego de dos años de tramitación, con fecha abril de 2023, el titular recibió la calificación ambiental favorable (Resolución Exenta N°2023050001167) para el desarrollo de la planta. Tal como todas las veces anteriores.

La resolución continuó siendo impugnada por comunidades locales y organizaciones, acudiendo a la vía administrativa para interponer recursos de reclamación ante el Comité de ministros. Se presentaron 29 reclamaciones a la RCA favorable, solicitando la invalidación a dicho acto administrativo. Como resultado de esto, el SEA declaró admisible los recursos de reclamación, y solicitó más información técnica respecto a los componentes ambientales impugnados. Hasta la actualidad, los servicios con competencia ambiental no se han pronunciado al respecto, por lo cual la posibilidad de revocación de la calificación ambiental favorable continúa en espera.



4.2. El Caso Quintero Puchuncaví desde una perspectiva de Justicia Ambiental

En Chile existe una larga historia de injusticias ambientales. Un ejemplo icónico de injusticia distributiva es la instalación del complejo industrial de Ventanas y Puchuncaví en la región de Valparaíso. Las comunas de Quintero y Puchuncaví están ubicadas en el centro del país, en la zona costera de la región de Valparaíso. Limitan entre sí, localizándose Puchuncaví al norte y Quintero al sur de esta. Puchuncaví tiene una superficie de 300 km², limita al norte con la comuna de Zapallar, al este con las comunas de Nogales y La Cruz, al sur con la comuna de Quillota y Quintero y al oeste con el océano Pacífico. Quintero tiene una superficie de 148 km² y limita al norte con la comuna de Puchuncaví, al este con las comunas de Puchuncaví y Quillota, al sur, con la comuna de Concón y al oeste con el océano Pacífico. Administrativamente, ambas comunas dependen de la provincia de Valparaíso y comparten territorios en la bahía de Quintero. Los principales centros urbanos de estas comunas corresponden a las ciudades de Quintero y Puchuncaví. Además, se encuentra la localidad de Loncura, a un costado del parque industrial.

Durante la primera mitad del siglo pasado, la bahía de Quintero fue una zona dedicada principalmente a la pesca artesanal y al desarrollo de la agricultura. En el marco del proceso de desarrollo económico nacional, en el año 1958 se instaló en la bahía una termoeléctrica de la entonces empresa estatal Chilectra. En 1961 fue inaugurado el Parque Industrial de Ventanas, que se desarrolló en los límites de las comunas de Puchuncaví y Quintero. Durante el gobierno de Eduardo Frei Ruiz-Tagle, mediante el D.S. 106 de 1998 (del Ministerio de Defensa Nacional, Subsecretaría de Marina), se declaró al sector comprendido entre Punta Liles y Punta Ventanilla, área costera de la bahía, como zona reservada para uso preferentemente portuario, decisión que sentenció a las actividades históricas, como el turismo y la pesca artesanal, a ser sacrificables frente a proyectos portuarios e industriales.

El primer proyecto industrial que se instaló en la bahía de Quintero-Puchuncaví fue el terminal de petróleos de ENAP, en el año 1954, destinado al abastecimiento de hidrocarburos crudos para su refinería en Concón. Posteriormente, entraron en operación la Fundición de cobre de ENAMI y la termoeléctrica a carbón de Chilgener, tres proyectos pertenecientes a empresas del Estado (Ver Infografía). El año 1965, se decretó el “Plan Intercomunal de Valparaíso” del año 1965 (D.S. N° 30/1965 del Ministerio de Obras Públicas), instrumento que experimentó varias modificaciones desde su creación, constatándose un notorio incremento del área destinada a la instalación de industrias peligrosas, tanto por la incorporación de nuevas zonas, como por el cambio de usos de suelo en zonas de protección y áreas verdes que debían funcionar como amortiguación respecto a los posibles efectos socio-ambientales del sector industrial. Hoy en día, el territorio en donde se ubica el complejo Industrial está normado por el “Plan Regulador Metropolitano de Valparaíso” (PREMVAL), dictado en 2014. Actualmente, 23 empresas operan en la bahía, dedicándose a actividades relacionadas con la descarga y almacenamiento de combustibles sólidos, líquidos y gaseosos, generación termoeléctrica, producción de cemento, embarque y acopio de concentrado de cobre y gráneles industriales, descarga y almacenamiento de químicos industriales, entre otras. La instalación de este Parque Industrial ha significado un aumento considerable de la contaminación. Así lo evidencian varios estudios realizados desde la década del 80 a la actualidad (Paredes y col., 2023).



Hitos relevantes de la historia socioambiental de Quintero y Puchuncaví



Elaboración propia. Fuente: Paredes (2023); Vivanco (2022); Bolados y colaboradores (2021); Programa de Reducción de Riesgos y Desastres, Unidad de Redes Transdisciplinarias, Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo, Universidad de Chile (2020); Liberona & Ramírez (2019).



Esta concentración deliberada de industrias contaminantes ha derivado en un problema estructural de exposición crónica de la población de Quintero y Puchuncaví a episodios reiterados y generalizados de contaminación del aire, suelo y agua que se han extendido por más de 50 años hasta la actualidad, lo que ha ocasionado emergencias ambientales por contaminantes aéreos, e intoxicaciones masivas producto de emisiones contaminantes de distinto tipo.

Eventos de contaminación marina (derrames y varamientos de carbón) ocurridos en la bahía de Quintero en el período 2011-2021

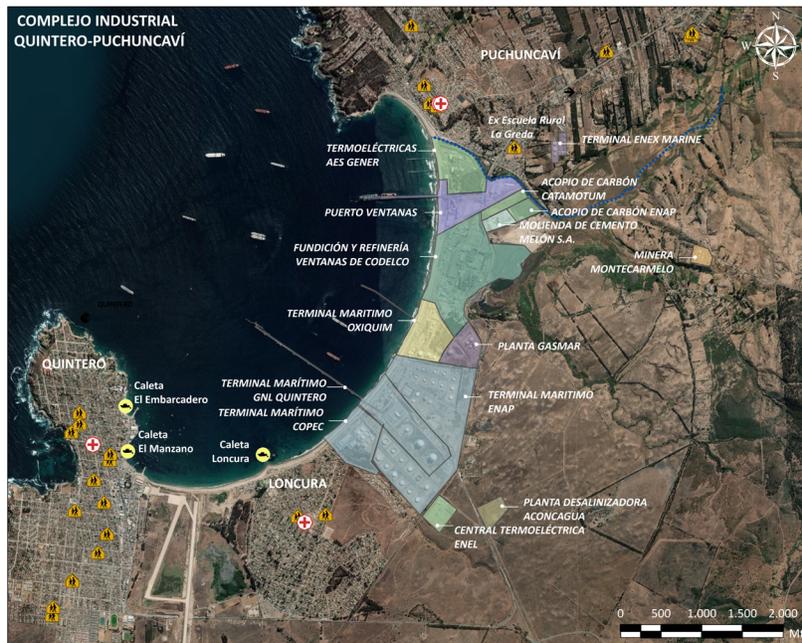
| Año | Evento de contaminación marina |
|--------------|---|
| 2009 | • 4 varamientos de carbón en playa Las Ventanas. |
| 2010 | • 7 varamientos de carbón en playa Las Ventanas. |
| 2011 | • 13 varamientos de carbón en playa Las Ventanas. |
| 2012 | • Derrame de petróleo (2.000 litros) en la bahía de Quintero a causa de una colisión del buque tanque “Punta Angamos” con la monoboya en el terminal marítimo de ENAP. • 16 varamientos de carbón en playa Las Ventanas. |
| 2013 | • 12 varamientos de carbón en playa Las Ventanas. |
| 2014 | • Derrame de petróleo (37.800 litros) en la bahía de Quintero durante labores de descarga del crudo desde el buque tanque “Mimosa” en el terminal marítimo de ENAP. • 46 varamientos de carbón en playa Las Ventanas. |
| 2015 | • Derrame de petróleo (500 litros) en la bahía de Quintero debido a una fisura buque tanque “Doña Carmela” en labores de descarga del crudo en el terminal barcaza de ENAP. • 70 varamientos de carbón en playa Las Ventanas. |
| 2016 | • Derrame de aceite decantado slurry oil (sobre 50.000 litros) en la bahía de Quintero durante labores de descarga de hidrocarburos del buque tanque “Ikaros” en el terminal marítimo de ENAP. • 82 varamientos de carbón en playa Las Ventanas. |
| 2017 | • 131 varamientos de carbón en playa Las Ventanas. |
| 2018 | • Derrame de kerosene de aviación (5 litros) en Playa Loncura, bahía de Quintero, debido a una filtración de un ducto de conexión en el terminal marítimo “El Bato” de COPEC. • Derrame de petróleo (8 litros) en la bahía de Quintero durante faenas de mantenimiento de tuberías de la empresa ENEX. • 146 varamientos de carbón en playa Las Ventanas. |
| 2019 | • 185 varamientos de carbón en playa Las Ventanas. |
| 2020 | • 120 varamientos de carbón en playa Las Ventanas. |
| 2021 | • Derrame de petróleo (al menos 200 litros) en la bahía de Quintero debido a la falta de mantención de una tubería en desuso de responsabilidad de ENEX en Puerto Ventanas. • 103 varamientos de carbón en playa Las Ventanas. |
| 2022 | • Incendio en cinta transportadora de graneles sólidos de Puerto Ventanas, en la bahía de Quintero. • 119 varamientos de carbón en playa Las Ventanas. |
| 2023 | • 125 varamientos de carbón en playa Las Ventanas. |
| TOTAL | Derrames (petróleo/aceite/kerosene): 7 Varamientos de carbón: 1179 |

Fuente: Paredes y col. (2023). La Negligente realidad de la bahía de Quintero. Informe de Diagnóstico sobre los impactos relacionados con la contaminación industrial en Quintero, Puchuncaví y Concón, e identificación de deficiencias y brechas en política pública y normativa, desde la perspectiva de la Justicia Ambiental y los Derechos Humanos. Fundación Terram. Santiago. Elaborado con base en información obtenida a partir de registros de varamientos de carbón STI Pescadores Ventanas, Municipalidad de Puchuncaví y Armada de Chile 2018-2023.



En el año 1993 el Ministerio de Agricultura declaró Puchuncaví y Quintero como Zona Saturada de contaminación por anhídrido sulfuroso (SO₂) y material particulado (MP₁₀), provenientes solamente de las emisiones de la Refinería y Fundición Ventanas y de la Termoeléctrica de Chilgener. En los años sucesivos se logró, mediante el plan de descontaminación de Ventanas, reducir de una manera importante el nivel de emisiones. No obstante, en relación a las normas primarias de calidad ambiental aplicables a la situación de contaminación en Ventanas, se reportó que existían niveles de latencia en la estación La Greda, y que, respecto de la norma de calidad de aire secundaria, existía un incumplimiento de la norma horaria de SO₂ (dióxido de azufre). Desde el año 1993 al 2006, las concentraciones registradas se encuentran sobre el nivel de saturación. A la fecha los altos índices de SO₂ se han mantenido, con un *peak* de 2.100 microgramos por metro cúbico en mayo de 2012. Por otra parte, esto ha implicado un daño significativo a la salud de las personas, como sucedió en los casos de la escuela La Greda, con los continuos episodios de contaminación por varamiento de carbón en la bahía de Puchuncaví o los dramáticos casos de cáncer que afectan a ex trabajadores de ENAMI.

Un desafío importante en este caso, es la imposibilidad de fiscalización de la SMA sobre la mayoría de las industrias que no cuentan con RCA en sus operaciones principales. Esto sucede porque en estricto rigor esta fiscalización comenzó a ocurrir recién el año 2013 cuando se creó la Superintendencia de Medio Ambiente (SMA), que es la entidad que fiscaliza las resoluciones de calificación ambiental (RCA), las normas de calidad y emisión y los planes de prevención y descontaminación existentes. Muchas de estas industrias iniciaron operaciones antes, a finales de la década de los noventa, y cuentan por tanto con RCA. Sin embargo, aquellas empresas que iniciaron operaciones antes de 1997 y que no cuentan con resoluciones de calificación ambiental, no pueden ser fiscalizadas por la SMA. El Estado tiene una responsabilidad internacional por la situación en Puchuncaví y que las empresas privadas son responsables por no prevenir la violación de los derechos humanos, especialmente de los derechos a la salud y a la vida.



PROYECTO
Tayú
 Justicia Ambiental,
 Derechos Humanos y
 Cambio Climático

Terram Financiado por la Unión Europea

Leyenda
Rubro productivo industrial

- Energía
- Infraestructura portuaria
- Infraestructura portuaria/Energía
- Infraestructura portuaria/Instalación fabril
- Instalación fabril
- Instalación fabril/minería
- Minería
- Saneamiento ambiental
- Transporte y almacenajes

- Estero de puchuncaví
- Caletas de pescadores
- Establecimientos de salud
- Establecimientos educativos (educación parvularia, primaria y secundaria)



Principales deficiencias de regulación y brechas de implementación de normas, planes y programas relacionados con el Complejo Industrial Ventanas

Dentro de las principales deficiencias de regulación y brechas de implementación normativa que podrían permitir explicar la persistencia de la grave situación de contaminación en la bahía de Quintero, es posible mencionar las siguientes:

1. Existencia de contaminantes no normados o regulados por normas de calidad ambiental.
2. Inexistencia de una norma de calidad ambiental para el componente suelo.
3. Insuficiencia de los estándares establecidos en normas primarias calidad ambiental chilenas versus los estándares de referencia de la Organización Mundial de la Salud (OMS).
4. Deficiente avance de la revisión y/o actualización de normas de calidad ambiental y normas de emisión aplicables.
5. Retraso en el rediseño y modernización de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire para Concón, Quintero y Puchuncaví en los términos establecidos en el PPDACQP.
6. Incumplimiento de deberes normativos asociados con la vigilancia epidemiológica de los efectos de contaminantes atmosféricos en la salud de la población, especialmente de riesgo.
7. Existencia de múltiples industrias integrantes del CIV que nunca fueron sometidas al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) en sus operaciones principales y falta de consideración de sus impactos acumulativos y sinérgicos en la zona.
8. Deficiencia e insuficiencia del régimen penal ambiental chileno para dar respuesta a episodios de grave contaminación y daño ambiental.
9. Disponibilidad en el PREMVAL de 754 hectáreas para la instalación de industrias peligrosas en la bahía de Quintero.
10. Problemas en la implementación del Programa para la Recuperación Ambiental y Social (PRAS) de Quintero-Puchuncaví y seguimiento de la misma.

Fuente: Paredes y col. (2023). La Negligente realidad de la Bahía de Quintero. Informe de Diagnóstico sobre los impactos relacionados con la contaminación industrial en Quintero, Puchuncaví y Concón, e identificación de deficiencias y brechas en política pública y normativa, desde la perspectiva de la Justicia Ambiental y los Derechos Humanos. Fundación Terram. Santiago. Puede leer más al respecto en <https://www.terram.cl/wp-content/uploads/2024/05/Propuestas-de-Politicas-Publicas-y-Normativas-para-la-situacion-de-contaminacion-industrial-en-la-Bahia-de-Quintero-y-Concon.pdf>

/41

En este sentido el Instituto Nacional de Derechos Humanos ha sido muy claro en señalar que en Puchuncaví –Quintero existe vulneración de derechos humanos. En contextos de alta contaminación como los de la bahía de Quintero, la relación entre injusticia ambiental y vulneración de derechos humanos se torna particularmente evidente, en la medida que las injusticias se producen como consecuencia de la vulneración de derechos humanos, considerando la importancia que un medio ambiente sano reviste como espacio vital y condición basal para el desarrollo de una vida digna. Entre tales derechos humanos afectados cabría mencionar: el derecho a la vida y salud física y mental de los habitantes, pero también otros como los derechos a la educación, a la alimentación adecuada y seguridad alimentaria, así como los derechos de acceso a la información, participación pública y acceso a la justicia en asuntos ambientales reconocidos en el Acuerdo de Escazú, recientemente ratificado por Chile y del que es Estado Parte desde el 11 de septiembre de 2022.



Derechos vulnerados en el caso de Quintero y Puchuncaví

| Derecho Vulnerado | Evento |
|--|--|
| Derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación | <ul style="list-style-type: none">● Intoxicaciones masivas del 2011, 2018 y 2022● Hallazgo de altas concentraciones de metales pesados como As, Cd, Cu, y Pb en suelos, polvo domiciliario y organismos marinos de consumo humano |
| Derecho a la vida y la salud | <ul style="list-style-type: none">● Sucesivos episodios de contaminación marina por derrames de petróleo● Cientos de varamientos de carbón ocurridos en la playa Las Ventanas● Caso “hombres verdes” y otros problemas de salud debidos a la exposición crónica a emanaciones tóxicas y metales pesados mientras trabajaron en la Fundación “Ventanas”● Deficiencias regulatorias como la existencia de contaminantes no normados, insuficiencia en los niveles nacionales de contaminación versus los establecidos por la OMS, falta de revisión o actualización de normas de calidad ambiental y de emisión, o la existencia de empresas integrantes del CIV no sometidas al SEIA en sus operaciones principales |
| Derecho al trabajo | <ul style="list-style-type: none">● Disminución de fuentes laborales asociadas a actividades tradicionales como la pesca y la agricultura en la zona, por la presencia de altos niveles de metales pesados en organismos marinos de consumo humano, elevadas concentraciones de arsénico en vegetales de hoja de alto consumo en suelos aledaños● Impactos en la identidad colectiva y prácticas culturales asociados a actividades económicas tradicionales |
| Derecho a la alimentación adecuada y a la seguridad alimentaria | <ul style="list-style-type: none">● Recomendación a la población del Valle de Puchuncaví de no basar su dieta en vegetales cultivados localmente y diversificación con otros productos |
| Derechos de los defensores humanos ambientales (Acuerdo de Escazú; Art. 9) | <ul style="list-style-type: none">● Reiteradas agresiones y graves amenazas a la vida e integridad física sufridas por dirigentes y dirigentas locales (Katta Alonso, 2019; Luis Pino en caso “Hombres verdes”). Estos casos no han sido debidamente atendidos por el Estado de Chile |
| Derecho a acceso a la información ambiental (Acuerdo de Escazú, Art. 6) | <ul style="list-style-type: none">● Inexistencia de información pública actualizada que permita cuantificar impactos de la contaminación en la salud y vida de los habitantes● Sin perjuicio de los sistemas de información administrados por el SEA y la SMA, no existe a la fecha un inventario o registro público y centralizado que permita conocer, de manera específica y oficial, cuántas y cuáles empresas operan en la bahía de Quintero, cuántas y qué clase de operaciones desarrolla cada una, qué tipo de contaminantes y residuos emiten, o cuántas RCAs asociadas a proyectos o actividades diversas titularizan.● No existe un repositorio público que permita acceder, de forma gratuita y comprensible, a los numerosos estudios y análisis científicos que, desde al menos 1985, han documentado la contaminación en la zona y sus habitantes |

/42

Fuente: Paredes y col. (2023). La Negligente realidad de la bahía de Quintero. Informe de Diagnóstico sobre los impactos relacionados con la contaminación industrial en Quintero, Puchuncaví y Concón, e identificación de deficiencias y brechas en política pública y normativa, desde la perspectiva de la Justicia Ambiental y los Derechos Humanos. Fundación Terram. Santiago.



Ante las violaciones a los derechos humanos en este caso, se hace realmente grave que no exista una política pública destinada a la reparación y compensación de daños asociados a la contaminación, tanto históricos como actuales, causados sobre el medio ambiente y la vida y salud de la población. En el contexto internacional de los derechos humanos, la reparación refiere al conjunto de medidas de variado orden destinadas a suprimir, mitigar y compensar los daños causados por los hechos violatorios de derechos humanos y garantizar su no repetición, proporcionando una serie de beneficios materiales y simbólicos a las víctimas o sus familias, así como a las comunidades afectadas.

4.3. No más contaminación: movilización ciudadana y “Zonas de recuperación/resistencia socioambiental”

El desarrollo de proyectos mineros, el relleno de humedales, la construcción de proyectos inmobiliarios, la extracción de arenas de playas, ríos y dunas, la operación de centros de cultivo acuícolas, entre otros tipos de actividades y proyectos, constituyen intervenciones que pueden ocasionar impactos al medio ambiente y a las comunidades que viven en o cerca de las zonas donde se ejecutan esas actividades. Estas situaciones pueden eventualmente derivar en un conflicto socioambiental; esto es en “disputas entre diversos actores – personas naturales, organizaciones, empresas públicas y privadas, y el Estado, manifestadas públicamente y que expresan divergencias de opiniones, posiciones, intereses y planteamientos de demandas por la afectación directa o indirecta (o potencial afectación) de derechos humanos, derivada del acceso y uso de los recursos naturales, así como por los impactos ambientales de las actividades económicas” (INDH, 2018).

Entre otras causas, estos conflictos ocurren cuando existen diferentes intereses dentro de los territorios, en contextos de desigualdad social, o cuando los impactos medio ambientales afectan más a unos grupos que a otros. A su vez, las empresas privadas, el Estado y las comunidades locales suelen tener distintas capacidades económicas, técnicas y políticas para actuar e incidir en las políticas públicas, lo que termina manifestándose en un conflicto socioambiental. Los conflictos socioambientales se hacen visibles a través de acciones colectivas donde las organizaciones plantean estrategias de recuperación y regeneración del territorio y sus recursos como eje de sus demandas. Así, plantean acciones dentro y fuera del campo legal e institucional establecido, por ejemplo, a través del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental o demandas ante los Tribunales Ambientales de Justicia. Pero también se plantean acciones en ámbitos no institucionales, de la vida cotidiana, como actividades culturales, marchas, denuncias por redes sociales, cabildos ciudadanos, entre otras. Por otro lado, las organizaciones y movimientos apelan a demandas de autonomía y participación reclamando derechos políticos como la participación vinculante en el desarrollo local y a que se garanticen los derechos territoriales y ambientales, buscando la democratización socioambiental. En muchas zonas de sacrificio se han observado estos conflictos.

Vivir en una zona de sacrificio genera una experiencia conocida como “sufrimiento ambiental”. Este concepto se refiere a la experiencia de vulneración de los modos de vida, salud y derechos que genera la exposición permanente de las personas que habitan estos territorios a agentes contaminantes que producen los procesos industriales, así como a la confusión que les genera el escaso o nulo reconocimiento social y gubernamental de su situación. A su vez estas personas deben convivir con el estigma social de ser un habitante de una zona de sacrificio. Si bien la noción de “zonas de sacrificio” visibiliza y denuncia la problemática de la contaminación y la gravedad de sus impactos en los derechos humanos de comunidades que han sufrido injusticias ambientales históricas, desde los mismos territorios ha sido cuestionado este concepto. Se ha señalado que reproduce y refuerza la idea de “destino para el sacrificio” externamente impuesto, afectando las posibilidades turísticas y del comercio local. Estas reflexiones han ido planteando la necesidad de transitar desde la categoría de “zonas de sacrificio” hacia la de “zonas de recuperación socio-ambiental” o



“zonas de resistencia ambiental”. Tal como se señala en el Informe de Diagnóstico “La Negligente realidad de Bahía de Quintero” de la Fundación Terram, aunque no existe una definición acabada, consensuada o precisa de tales términos, son parte de un vocabulario ciudadano que proyecta un futuro distinto de lo que representa una “zona de sacrificio”.

Estas acepciones visibilizan el rol activo que tienen las personas y comunidades locales para enfrentar las diferentes situaciones de injusticia ambiental y restaurar socio-ambientalmente sus territorios, en este caso, de la contaminación. Se trata entonces de experiencias de reapropiación a través de lugares que resguarden la biodiversidad como humedales, acantilados y ríos, así como la memoria social. Con ello también se ha ido integrando al enfoque de la salud humana, la necesidad de conseguir el bienestar de los ecosistemas en su conjunto, de la biósfera, desde un enfoque de Derechos Humanos. Así, se ha ido conformando una conciencia colectiva sobre lo que implican las alarmas medioambientales, la necesidad de intervenir sobre los conflictos socioambientales y promover la participación de las personas afectadas por este modo de desarrollo. De esto se trata la construcción de una ciudadanía ambiental responsable.

Fundación Terram

Fundación para la Promoción del Desarrollo Sustentable, conocida como Fundación Terram, es una organización de la sociedad civil chilena que nace el año 1997.

Nuestra misión es aportar a la construcción de una nueva forma de relación entre los seres humanos y la naturaleza que permita un desarrollo armónico, a través del análisis crítico y propuestas de políticas públicas en temáticas ambientales.

En el ámbito de la educación ambiental, nuestro trabajo apunta a desarrollar formación y capacitación sobre educación cívica ambiental. El proyecto Creación Ambiental es una iniciativa de la Fundación Terram, apoyada por el Gobierno Regional de Valparaíso, que tiene como objetivo contribuir a la formación de una ciudadanía ambiental consciente de los problemas ambientales actuales, así como fomentar la conservación y protección del medio ambiente.

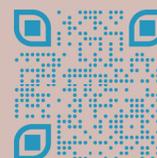
Sus propósitos son:

- a. Aportar a que la población local pueda identificar el valor y los atributos ambientales en territorios vulnerables y zonas de sacrificio.
- b. Generar y aumentar el conocimiento y valoración sobre el impacto antrópico y las actividades intensivas en la generación de problemas socioambientales.
- c. Generar conocimiento respecto de las principales herramientas de gestión ambiental dispuestas en la normativa e institucionalidad ambiental vigente, y su aplicación en el territorio.
- d. Proporcionar herramientas de educación y formación sobre temáticas ambientales que sean didácticas, prácticas y útiles para la acción ciudadana.
- e. Involucrar a la población en la creación de acciones y actividades de autogestión ambiental que permitan generar capacidades y aumentar la conciencia ambiental.

Programa

Transferencia Formación Ciudadana en Medio
Ambiente de la Región de Valparaíso 2023-2024

Actividad Financiada con Recursos del Gobierno Regional de Valparaíso
Código BIP: 40046329



Gobierno Regional
Región de Valparaíso