





### **Informe** Consolidado de Emisiones y Transferencias de Contaminantes 2005-2020



### Equipo De Trabajo

Rodrigo Arriagada Cisternas Jefe División de Información y Economía Ambiental Ministerio del Medio Ambiente

Marcos Serrano Ulloa

Jefe Departamento de Información Ambiental Ministerio del Medio Ambiente

#### Departamento de Información Ambiental

Leyla Arriagada Solís
Maritza Barrera Curihuentro
Daniel Figueroa Serrano
Claudia Gajardo Devia
Eduardo Kawanabe Martínez
Monserrat Lecaros Álvarez
Osvaldo Miranda Silva
Marisol Piña Parraguez
Juan Pizarro Miranda
Lorena Riesco Escobar
Bárbara Salas Arellano
Luis Tapia Leighton
Matías Vergara Herrera

### INFORME CONSOLIDADO DE EMISIONES Y TRANSFERENCIAS DE CONTAMINANTES. 2005-2020. RETC

©2022 Ministerio del Medio Ambiente San Martín 73, Santiago, Chile Editor responsable: Departamento de Información Ambiental, División de Información y Economía Ambiental Ministerio del Medio Ambiente ISBN: 78-956-7204-91-5

Se terminó de imprimir esta obra en diciembre de 2022 Impresión Andros Impresores - Impreso en Chile/Printed in Chile

#### Grupo Nacional Coordinador

Walter Folch Ariza Gonzalo Aguilar Madaune *Ministerio de Salud* 

Verónica González Delfín
Superintendencia del Medio Ambiente

María Campos Gatica Superintendencia de Servicios Sanitarios

Rubén Triviño Escobar Secretaría de Planificación de Transportes, Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones

#### Análisis de la Información

Eduardo Kawanabe Martínez Matías Vergara Herrera

#### Coordinación General

Leyla Arriagada Solís

#### Revisión Final

Luis Tapia Leighton

#### Diseño y Diagramación

Ariel Ulagnero

#### Apoyo de Diseño

Oficina de Comunicaciones Ministerio del Medio Ambiente



### Índice

Prólogo	6
Resumen Ejecutivo	7
CAPÍTULO 1 Información Contenida en el RETC	10
CAPÍTULO 2 Acceso a la Información	24
CAPÍTULO 3 Análisis de la Información Reportada	32
Listado de Acrónimos	116
Referencias	118
Anexos	120
Índice de Tablas	158
Índice de Indicadores	159



### Prólogo



El desafío de tener acceso e información ambiental de calidad es cada vez más imprescindible. Mientras la crisis climática, de contaminación y de pérdida de biodiversidad nos demanda contar con mejores datos para enfrentarlas, una ciudadanía empoderada requiere de información adecuada para juzgar con mayores antecedentes los diferentes impactos en el medio ambiente que ocurren en sus territorios.

Durante 2022 como país nos comprometimos a implementar al Acuerdo Regional sobre el Acceso a la Información, la Participación Pública y el Acceso a la Justicia en Asuntos Ambientales en América Latina y el Caribe, mejor conocido como Acuerdo de Escazú. La aprobación de este instrumento internacional abrió un proceso de transformación de nuestra institucionalidad ambiental, para avanzar en la consolidación de una democracia ambiental sustantiva, donde la información ambiental es la base para el ejercicio de los otros derechos de acceso, tales como la participación y la justicia ambiental.

Tenemos la convicción que la democracia ambiental potencia soluciones efectivas a los desafíos sociales y ecológicos que estamos enfrentando, garantizando una Transición Socioecológica Justa, la que busca la transformación de la sociedad a una que sea equitativa y que ponga en el centro de sus decisiones la protección de las personas y el medio ambiente.

En este contexto, el Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC) trabaja año a año en fortalecer "el derecho a saber". Como piedra angular está el acceso a la información pública ambiental, mediante la incorporación de datos abiertos, la publicación de indicadores y mapas y el perfeccionamiento periódico de los sistemas informáticos que sustentan procesos de reporte, captura, declaración y verificación de datos por parte de la industria.

Hoy son más de 40.000 los establecimientos industriales que reportan sus emisiones y residuos al aire, agua y suelo, además de las transferencias fuera de sitio por medio del Sistema Ventanilla Única del RETC, prestando asistencia a más de 70.000 usuarios.

Como Ministerio del Medio Ambiente continuaremos trabajando para contar con mejor y mayor información pública disponible para la ciudadanía, que consciente de la vinculación entre la protección de la naturaleza y su calidad de vida, exige al Estado entregar información actualizada y de calidad. Esperamos convertirnos en un referente para la implementación del Acuerdo de Escazú, con uno de los RETC más avanzados de Latinoamérica.



### Resumen Ejecutivo

El Informe Consolidado del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes del RETC, utiliza información de dos fuentes principales: una corresponde a las emisiones de fuentes puntuales que se desagregan en emisiones al aire, generación de residuos y transferencia de contaminantes al suelo, al alcantarillado o incluso a otros establecimientos, información que proviene de los reportes declarados por parte de los establecimientos, emisiones o generadores en el Sistema Ventanilla Única del RETC mediante su portal electrónico. La segunda considera las emisiones de fuentes no puntuales, que abarcan las emisiones de leña residencial, incendios urbanos, incendios forestales, quemas agrícolas y transporte en ruta, esta información proviene de distintas fuentes de información de instituciones como CONAF, INE, SECTRA, Carabineros de Chile, Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones y el Ministerio de Energía.

En este decimoquinto informe se presenta información crítica de utilidad para la prevención y control de la contaminación, que nos permite conocer, por ejemplo: ¿Dónde se están generando las emisiones o transferencias de contaminantes de mayor importancia ambiental? o ¿Qué contaminantes se están emitiendo o transfiriendo y en qué cantidades?

Luego de revisar las principales fuentes de emisión al aire para el 2020, se puede observar que, para el caso de las fuentes puntuales, las emisiones más relevantes estuvieron vinculadas al dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), asociadas principalmente a la generación de energía; mientras que en fuentes no puntuales la mayor generación de dióxido de carbono corresponde al transporte en ruta.



Según la información reportada en el RETC, las emisiones de  $\mathrm{CO}_2$  de fuentes puntuales totalizaron 62.026.365 toneladas y el principal emisor corresponde a la industria termoeléctrica con una participación del 47%, seguido de otras industrias manufactureras con 24%. Las emisiones de dióxido de azufre ( $\mathrm{SO}_2$ ) de fuentes puntuales alcanzaron las 71.053 toneladas, siendo las fundiciones de cobre las responsables del 55% del total, y las regiones de Antofagasta, Valparaíso y Atacama las que presentaron mayores emisiones de este contaminante.

En fuentes puntuales, las emisiones totales de óxidos de nitrógeno  $(NO_\chi)$  fueron 184.102 toneladas, siendo las termoeléctricas su principal emisor con 19%, y las regiones de Biobío, Antofagasta y Metropolitana las que lideran las mayores emisiones.

En cuanto a las fuentes no puntuales, la combustión de leña residencial representó el 68% y los incendios forestales el 24% de las emisiones de Material Particulado ( $MP_{10}$ ) del total nacional. Un comportamiento similar registró el  $MP_{2.5}$ , porque la combustión de la leña residencial generó 70% y los incendios forestales 21%.

Respecto de la estimación de emisiones de transporte en ruta, se observó una leve disminución en las emisiones de  $\mathrm{MP}_{10}$  con 4.742 toneladas y  $\mathrm{MP}_{2,5}$  con 4.272. En tanto para  $\mathrm{NO}_{\chi}$  y  $\mathrm{CO}_2$  se registró, igualmente, una tendencia a la disminución. Por último, se aprecia una mantención a la baja para el  $\mathrm{SO}_2$  desde el 2017. Los vehículos livianos y comerciales fueron los responsables de más del 50% de las emisiones. Un aporte importante de  $\mathrm{NO}_{\chi}$  se obtuvo de buses y vehículos comerciales, que representaron el 29% y 31% de estas emisiones.

En temas de aguas, el rubro de termoeléctricas presentó la mayor emisión de contaminantes en aguas marinas y continentales superficiales, alcanzando 1.300.035 toneladas de contaminantes, registrando los puntos de descarga con mayores contaminantes en las regiones de Antofagasta, Atacama, Valparaíso y del Biobío. En la Región Metropolitana destaca el rubro de minería, que corresponde principalmente a la emisión de contaminantes al estero Carén donde se encuentra el punto de descarga del establecimiento Alhué.

En emisiones de contaminantes a aguas subterráneas, nuevamente la Región Metropolitana registró la mayor proporción, generada principalmente por la industria manufacturera y agropecuaria con 56 y 49 toneladas, respectivamente.

Respecto de la contaminación por medio de pesticidas, la región con mayor emisión en 2020 fue la Metropolitana con 0,8 toneladas, destacando los rubros de minería e industria del papel y la celulosa.

Al evaluar los principales contaminantes que son transferidos al sistema de alcantarillado a nivel nacional, destacan las emisiones de sólidos suspendidos totales, sulfatos, aceites y grasas y fósforo, identificándose mayores emisiones en las Regiones de Magallanes y Metropolitana.

En cuanto a generación de residuos, esta ha sido constante en los últimos 5 años, observándose una leve disminución en la cantidad total de residuos generados

Industriales no peligrosos. Es así como para el 2020 se generaron a nivel nacional 18.015.815 toneladas de residuos. El 97% corresponden a residuos no peligrosos y el 3% a residuos peligrosos.

Del porcentaje de residuos no peligrosos, el 51% es de origen industrial, el 44% es de origen municipal y el 2% restante corresponde a lodos provenientes de las Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas (PTAS). De acuerdo con su origen, la mayor generación de residuos se presenta en la Región Metropolitana, con poco más de 6 millones de toneladas, siendo los rubros con mayor participación otras industrias manufactureras y termoeléctricas.

Finalmente, en cuanto a residuos peligrosos, la Región de Antofagasta presenta la mayor generación con 215.962 toneladas el 2020, siendo las fundiciones de cobre y minería las actividades con mayor participación.

Los datos publicados en este reporte están disponibles para cualquier persona interesada en el portal del RETC (https://retc.mma.gob.cl/), sección datos abiertos.

La siguiente publicación contribuye al derecho que toda persona tiene de conocer la información ambiental disponible por el Estado consagrado en el Principio 10 de la Agenda 21.





# CAPÍTULO 1 INFORMACIÓN CONTENIDA EN EL RETC

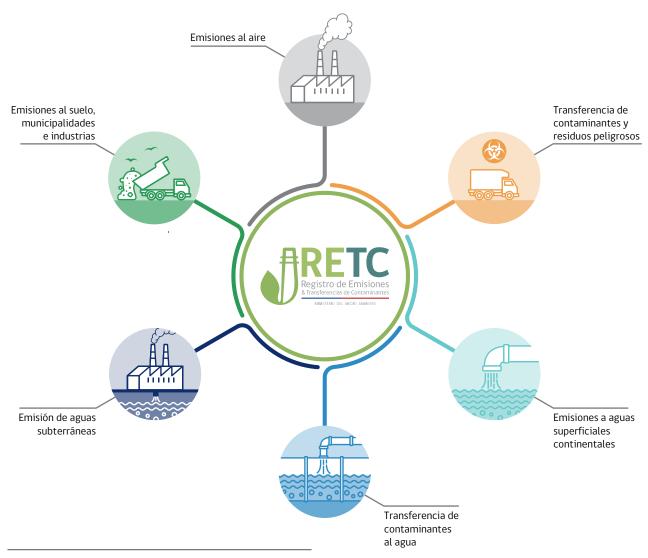
1. ¿Qué es un registro de emisiones y transferencias de contaminantes, RETC?	13
2. ¿Cómo se obtiene la información del RETC y de dóno proviene?	de 14
3. ¿Dónde se reporta la información proveniente de las fuentes puntuales?	16
4 Origen de datos de las fuentes nuntuales	10

### 1 ¿QUÉ ES UN REGISTRO DE EMISIONES Y TRANSFERENCIA DE CONTAMINANTES, RETC?

El Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes, RETC, es una base de datos accesible al público, destinada a capturar, recopilar, sistematizar, conservar, analizar y difundir la información acerca de emisiones, residuos y transferencias de contaminantes

potencialmente dañinos para la salud y el medio ambiente que son emitidos al entorno, generados en actividades industriales o no industriales y transferidos para su valorización o eliminación1.

Figura 1. Información contenida en el RETC asociada a fuentes puntuales.



<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Artículo 1 del D.S. N° 1/2013 del MMA.

### 2 ¿CÓMO SE OBTIENE LA INFORMACIÓN DEL RETC Y DE DÓNDE PROVIENE?

La información del RETC asociada a cada temática (emisiones al aire, aguas residuales, residuos sólidos no peligrosos, residuos peligrosos) es recopilada por distintos organismos con competencia ambiental, los que en mayo de cada año deben enviar al nodo central del RETC<sup>2</sup>.

Los datos entregados al RETC por cada organismo son revisados y considerados oficiales y los criterios técnicos y métodos de validación o comprobación de la veracidad de los datos son de exclusiva competencia de estos, en virtud de las atribuciones que les confiere la normativa vigente.

En este contexto, las fuentes puntuales se identifican bajo el concepto de establecimiento, que se define como un recinto o local en el que se lleva a cabo una o varias actividades económicas donde se produce una transformación de la materia prima o materiales empleados, o que no producen una transformación en su esencia, pero dan origen a nuevos productos, y que en este proceso originan emisiones, residuos o transferencias de contaminantes, así como cualesquiera otras actividades directamente relacionadas con aquellas que guarden una relación de índole técnica con las actividades llevadas a cabo en el mismo emplazamiento y puedan tener repercusiones en la generación de emisiones, residuos o transferencias de contaminantes<sup>3</sup>.

La Tabla 1 presenta la información contenida en el RETC asociada a fuentes puntuales y el origen de los datos contenidos en la base de datos disponibles.

Tabla 1. Información contenida en el RETC asociada a fuentes puntuales y origen de los datos, 2020.

Información Contenida en el RETC	Normativa Asociada	Origen de la Información
Emisiones atmosféricas	Resolución Nº 15.027/1994 SESMA	· SEREMI Salud RM.
provenientes de fuentes fijas (F-138,	D.S. N° 138/2005 MINSAL	י Ministerio de Salud
Sistema de información de centrales	D.S. N° 13/2011 MMA	· Superintendencia del Medio Ambiente
termoeléctricas, Impuestos verdes, y	D.S. N° 28/2013 MMA	· Superintendencia del Medio Ambiente
Norma de fundiciones)		
Generación de residuos peligrosos	D.S. N° 148/2003 MINSAL	· Ministerio de Salud
(SIDREP)		
Generación de residuos no	D.S. N° 148/2003 MINSAL	· Ministerio de Salud
peligrosos (SINADER)		
Emisión de contaminantes a	D.S. N° 90/2000 MINSEGPRES	· Superintendencia del Medio Ambiente y
aguas marinas y continentales	D.S. N° 80/2006 MINSEGPRES	· Superintendencia de Servicios Sanitarios
superficiales (Fiscalización de RILes)		· Superintendencia del Medio Ambiente
Emisión de contaminantes a cuerpos	D.S. N° 46/2002 MINSEGPRES	· Superintendencia del Medio Ambiente
de aguas subterráneas (Fiscalización de		
RILes)		
Transferencia de contaminantes al	D.S. N° 609/1998 MOP	· Superintendencia de Servicios Sanitarios
sistema de alcantarillado (PROCOF)		

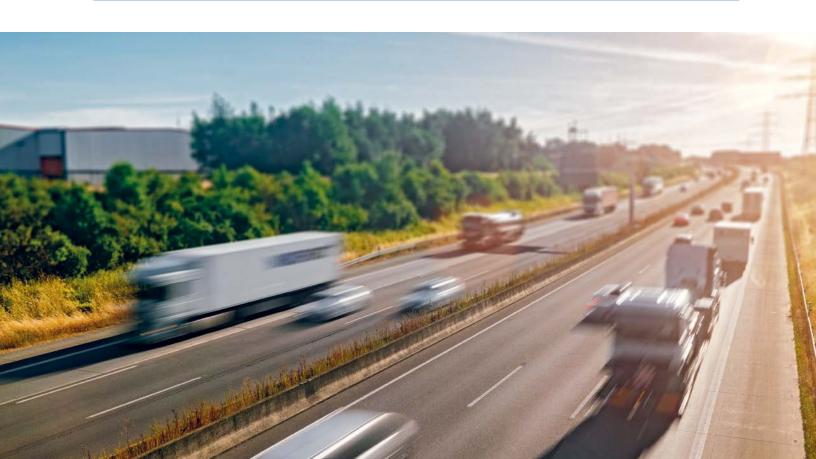
<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> Toda la información procesada referente a las emisiones, residuos o transferencias de contaminantes relevantes para elaborar el reporte, según lo estipula la letra c) del artículo 13 del D.S. N° 1/2013 del MMA.

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> Letra f, art. 3, D.S. N° 1/2013 del MMA.

Del mismo modo, en la Tabla 2 se presenta la información contenida en el RETC asociada a fuentes no puntuales y las distintas instituciones que proveen formación base para realizar la estimación de emisiones provenientes de las diversas fuentes de origen.

Tabla 2. Información contenida en el RETC asociada a fuentes no puntuales, 2020.

Información Contenida en el RETC	Origen de la Información
Estimación de emisiones asociadas a transporte en ruta.	<ul> <li>Secretaría de Planificación de Transporte (modelos de transporte para 22 ciudades).</li> <li>Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (vehículos registrados por plantas de revisión técnica).</li> <li>Instituto Nacional de Estadísticas (parque vehicular).</li> <li>Directorio de Transporte Público Metropolitano (flota de buses Transantiago).</li> <li>Dirección Meteorológica de Chile (temperaturas y precipitaciones).</li> </ul>
Estimación de emisiones asociadas a quemas agrícolas.	<ul> <li>Corporación Nacional Forestal (superficie afectada por acción del fuego).</li> </ul>
Estimación de emisiones asociadas a incendios forestales.	<ul> <li>Corporación Nacional Forestal (superficie de vegetación afectada por incendios forestales).</li> </ul>
Estimación de emisiones asociadas a incendios urbanos.	· Carabineros de Chile (cantidad de incendios urbanos).
Estimación de emisiones asociadas a consumo residencial de leña, urbano y rural.	<ul> <li>Ministerio de Energía.</li> <li>Ministerio de Desarrollo Social (CASEN).</li> <li>Instituto Nacional de Estadísticas (Proyecciones de Población).</li> </ul>



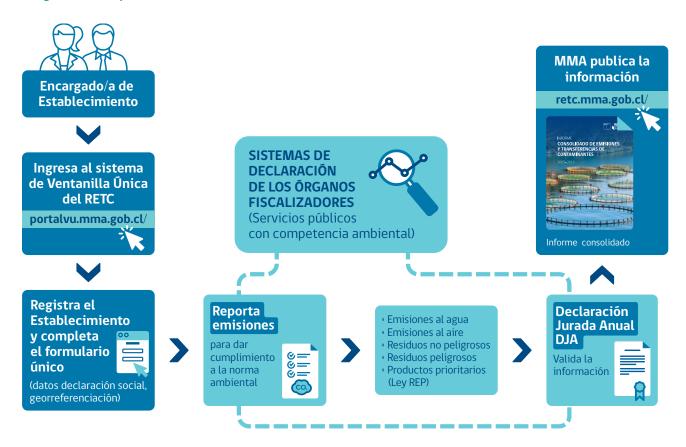
### **3** ¿DÓNDE SE REPORTA LA INFORMACIÓN PROVENIENTE DE LAS FUENTES PUNTUALES?

#### Sistema Ventanilla Única del RETC

Los sujetos obligados que reportan sus emisiones, residuos o transferencias de contaminantes, deben realizarlo por medio del Sistema Ventanilla Única del RETC, donde se accede a los sistemas de declaración de los órganos fiscalizadores para dar cumplimiento a la obligación de reporte de los establecimientos emisores o generadores<sup>4</sup>.

Figura 2.

Diagrama de reporte en Sistema Ventanilla Única del RETC



El Sistema Ventanilla Única del RETC es una plataforma electrónica de acceso único a los distintos sistemas sectoriales, módulos y formularios en los que el establecimiento debe reportar información según la normativa ambiental vigente.

Anualmente, la información asociada a los sistemas de reportes de fuentes puntuales es sometida a una Declaración Jurada Anual del RETC, instancia en que la información reportada en los distintos sistemas sectoriales es ratificada por el encargado de cada establecimiento.

Es importante señalar que este sistema se encuentra permanentemente sometido a mejoras continuas con el fin de optimizar los procesos de reporte por parte de los usuarios y sustentar informáticamente la integración de nuevos módulos o sistemas sectoriales.

En la Figura 3 se presenta la página de acceso al Sistema Ventanilla Única del RETC

https://portalvu.mma.gob.cl/

donde el usuario debe ingresar para cumplir con sus

obligaciones de reporte establecidas en la normativa ambiental señalada en la Tabla 1.

También cuenta con las secciones Documentos, Preguntas frecuentes, Formulario de contacto, entre otras opciones.

Figura 3. Página acceso del Sistema Ventanilla Única del RETC.



### **Sistemas Sectoriales**



Tabla 3. Sistemas de reporte de información habilitados en el Sistema Ventanilla Única del RETC, 2020.

Sistemas de Reporte	de Información Habilitados en el S	Sistema Ventanilla Única
Sistema Nacional de Declaración de Residuos No Peligrosos (SINADER) - MMA.	Sistema de Declaración de Emisiones de Fuentes Fijas (Sistema F138) - MINSAL.	Sistema Nacional de Declaración y Seguimiento de Residuos Peligrosos (SIDREP) - MINSAL.
Sistema Nacional de Declaración de Instalaciones de Almacenamiento de Sustancias Peligrosas (DASUSPEL) - MINSAL.	Sistema de Responsabilidad Extendida del Productor y Fomento al Reciclaje (Sistema REP) – MMA.	Registro de Calderas y Turbinas para el Impuesto Verde - MMA.
Sistema de Impuesto Verde - SMA.	Sistema de Fiscalización de RILes - SMA.	Sistema Huella Chile - MMA.
Formulario de Costo, Inversión en Monitoreo y Control (GPA) – MMA.	Formulario de Producción - MMA.	Declaración Jurada Anual (DJA) - MMA.
Módulo de Planes de Descontaminación y Normas Atmosféricas - SMA.	Sistema de Información de Centrales Termoeléctricas (SICTER) - SMA.	Sistema de Reporte de Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas - SISS.



### ORIGEN DE DATOS DE FUENTES PUNTUALES

Los distintos cuerpos normativos y criterios sectoriales establecen los umbrales de reporte de los rubros, actividades o fuentes que deben reportar información ambiental en los distintos sistemas sectoriales asociados a fuentes puntuales.

En la Tabla 4 se presentan los umbrales para las fuentes puntuales que definen cuándo los establecimientos deben reportar, la cantidad de establecimientos que reportó por año, el origen de los datos, la institución competente, sistema sectorial en que reporte y normativa que los regula.

Tabla 4. Origen de los datos de fuentes fijas y reporte de información en los distintos sistemas sectoriales

	Componente Ambiental: AIRE						
Institución	Sistema Sectorial	Normativa	Cantidad de Estable- cimientos <sup>5</sup>	Umbrales	Sectores involucrados y Equipos		
Ministerio de Salud	Sistema de Declaración de Emisiones de Fuentes Fijas (F138)	D.S. Nº 138/2005 MINSAL Resolución Nº 5.027/1994 SESMA	2005: 1.067 2006: 1.946 2007: 2.467 2008: 3.295 2009: 4.010 2010: 4.525 2011: 5.044 2012: 5.385 2013: 5.449 2014: 3.202 2015: 4.563 2016: 5.073 2017: 5.563 2018: 7.576 2019: 10.708 2020: 11.287	Las industrias con grupos electrógenos mayores a 20 kW, y calderas industriales y de calefacción con consumo energético de combustible mayor a 1 megajoule/h	<ul> <li>Producción de papel y celulosa.</li> <li>Fundiciones primarias y secundarias.</li> <li>Centrales termoeléctricas.</li> <li>Producción de cemento, cal y yeso.</li> <li>Producción de vidrio.</li> <li>Producción de cerámica.</li> <li>Industria siderúrgica.</li> <li>Industria petroquímica.</li> <li>Producción de asfaltos.</li> <li>Grupos electrógenos.</li> <li>Calderas.</li> </ul>		
Superin- tendencia del Medio Ambiente	Sistema de Información de Centrales Termo- eléctricas (SICTER)	D.S. N° 13/2011 MMA	2015: 29 2016: 38 2019: 41 2020: 42	Establecimientos con unidades de generación eléctrica, conformadas por calderas o turbinas, con una potencia térmica mayor o igual a 50 MWt	· Centrales termoeléctricas.		

<sup>&</sup>lt;sup>5</sup> Cantidad de establecimientos que reportaron su emisión, o transferencias de contaminantes, o generación de residuos, en cumplimiento a la normativa identificada.

	Componente Ambiental: AIRE					
Institución	Sistema sectorial	Normativa	Cantidad de Estable- cimientos	Umbrales	Sectores involucrados y equipos	
Superin- tendencia del Medio Ambiente	Impuesto verde	D.S Nº 18/2016 MMA	2017: 94 2018: 93 2019: 90 2020: 90 <sup>6</sup>	Establecimientos cuyas fuentes fijas, conformadas por calderas o turbinas que, individualmente o en su conjunto, sumen una potencia térmica mayor o igual a 50 MWt (megavatios térmicos)	<ul> <li>Centrales termoeléctricas</li> <li>Pesca</li> <li>Producción de papel y celulosa</li> <li>Otros.</li> </ul>	
	Módulo de Normas Atmosféricas D.S N° 28/2013 MMA	D.S N° 28/2013 MMA	2016: 7 2017: 7 2018: 7 2019: 7 2020: 7 <sup>7</sup>	Establecimientos correspondientes a fundiciones de cobre y fuentes emisoras de arsénico.	· Fundiciones y fuentes emisoras de arsénico.	

	Componente Ambiental: AGUA					
Institución	Sistema sectorial	Normativa	Cantidad de Estable- cimientos	Umbrales	Sectores involucrados y equipos	
Superin- tendencia del Medio Ambiente	Sistema de fiscalización de RILes	D.S. Nº 90 MINSEGPRES D.S. Nº 80 MINSEGPRES D.S. Nº 46 MINSEGPRES	2005: 47 2006: 468 2007: 892 2008: 825 2009: 795 2010: 767	Establecimientos que califican como Establecimiento Industrial según el artículo 3.7 del D.S. Nº 90/2000,	<ul> <li>Agricultura</li> <li>Caza</li> <li>Silvicultura y pesca</li> <li>Explotación de minas</li> <li>Industrias</li> <li>manufactureras</li> </ul>	
Superin- tendencia de Servicios Sanitarios	Sistema de Información de Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas (PROCOF)	D.S Nº 90 MINSEGPRES Empresas Sanitarias	2011: 763 2012: 865 2013: 788 2014: 809 2015: 847 2016: 858 2017: 800 2018: 822 2019: 678 2020: 572	el D.S. Nº 80/2006, punto 8 del artículo 4 del D.S. Nº 46/2002.	· Otros sectores que generan RILes.	

<sup>&</sup>lt;sup>6</sup> Para el presente reporte se utilizaron datos de emisiones de MP, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, Hg y SO<sub>2</sub>, reportadas por 90 establecimientos en cumplimiento al D.S. N° 18/2016 MMA.

<sup>7</sup> Para el presente reporte se utilizaron datos de emisiones de SO<sub>2</sub> reportadas por 7 establecimientos en cumplimiento al D.S. N°

<sup>28/2013</sup> MMA.

	Componente Ambiental: SUELO						
Institución	Sistema sectorial	Normativa	Cantidad de Estableci- mientos	Umbrales	Sectores involucrados y equipos		
Ministerio del Medio Ambiente	Sistema Nacional de Declaración de Residuos No Peligrosos (SINADER)	D.S. Nº 1/2013 MMA	SINADER Municipios 2014: 216 2015: 203 2016: 237 2017: 312 2018: 345 2019: 330 2020: 240 SINADER Generador 2014: 3.587 2015: 5.037 2016: 5.166 2017: 5.834 2018: 6.395 2019: 6.2788 2020: 6.937 SINADER Destinatarios 2014: 208 2015: 269 2016: 265 2017: 319 2018: 367 2019: 368 2020: 258 SINADER Lodos 2014: 140 2015: 153 2016: 159 2017: 184 2018: 190 2019: 192 2020: 211	SINADER: Establecimientos que generen o reciban anualmente más de 12 toneladas de residuos no peligrosos, así como también los residuos que gestionen los municipios o terceros contratados por ellos.	Generación de energía     Industria agropecuaria y silvicultura     Comercio     Extracción de minerales (excepto residuos masivos mineros)     Otros que generen residuos no peligrosos		



<sup>&</sup>lt;sup>8</sup> En la Región Metropolitana, los generadores industriales del SINADER también dan cumplimiento a la Res. 5081/94 SESMA.

Componente Ambiental: TRANSFERENCIAS					
Institución	Sistema sectorial	Normativa	Cantidad de Estableci- mientos	Umbrales	Sectores involucrados y equipos
Ministerio de Salud	Sistema de Declaración y Seguimiento de Residuos Peligrosos (SIDREP)	Ministerio de Salud D.S. Nº 148/2003     MINSAL SIDREP: Según el D.S. Nº 148/2003 de     MINSAL que aprueba el Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos Peligrosos, Título VII del Sistema de Declaración y Seguimiento de Residuos Peligrosos.  Peligrosos.	SIDREP Generador: 2006: 169 2007: 656 2008: 1.164 2009: 1.475 2010: 1.844 2011: 2.215 2012: 2.739 2013: 3.115 2014: 3.962 2015: 5.366 2016: 6.114 2017: 6.776 2018: 7.621 2019: 8.372 2020: 7.709 SIDREP Destinatario: 2006: 19 2007: 36 2008: 50 2009: 61 2010: 68 2011: 74 2012: 76 2013: 81 2014: 226 2015: 250 2016: 103 2017: 99 2018: 109 2019: 368 2020: 107	SIDREP Art. 84, se deberá declarar el transporte de residuos peligrosos superiores a 12 kilogramos de residuos tóxicos agudos y a 12 toneladas de residuos peligrosos que presenten cualquier otra característica de peligrosidad	Agricultura, caza, silvicultura y pesca     Explotación de minas (excepto residuos masivos mineros)     Industrias manufactureras     Otros sectores que generen residuos peligrosos





Componente Ambiental: TRANSFERENCIAS					
Institución	Sistema sectorial	Normativa	Cantidad de Estableci- mientos	Umbrales	Sectores involucrados y equipos
Superintendencia de Servicios Sanitarios	Sistema de Información de Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas	D.S. Nº 609/ MOP	2005: 1.264 2006: 1.537 2007: 1.786 2008: 1.628 2009: 2.137 2010: 1.963 2011: 1.860 2012: 1.989 2013: 2.009 2014: 1.797 2015: 2.021 2016: 1.643 2017: 1.778 2018: 1.581 2019: 1.494 2020: 1.083	Establecimientos que califican como Establecimiento Industrial según el artículo 3.7 del D.S. N° 90/2000, el D.S. N° 80/2006, punto 8 del artículo 4 del D.S. N° 46/2002 y punto 3.4 del D.S N° 609/1998	Agricultura, caza, silvicultura y pesca     Explotación de minas     Industrias manufactureras     Otros sectores que generan Riles





## CAPÍTULO 2 ACCESO A LA INFORMACIÓN

l. Objetivos del RETC	_ 27
2. Portal web del RETC: módulos y funciones	
disponibles	_ 28
2.1. Módulo datos RETC	_ 28
2.2. Módulo sobre el RETC	_ 29
2.3. Módulo publicaciones	30
	9
2.4. Módulos complementarios	_ 31



### 1 OBJETIVOS DEL RETC

El RETC tiene como objetivo facilitar el acceso a la información de las emisiones, residuos y transferencias de contaminantes; que son fundamentales para la adopción de decisiones en el ejercicio de la función pública y regulación en materia ambiental, encaminada a reducir la contaminación, prevenir la generación de residuos, y promover su valorización, para avanzar hacia un desarrollo sustentable9.

En este marco el Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes, además, viene a cumplir con el Principio 10 de la "Declaración de Río" de la Conferencia Mundial de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo de 1992, que busca asegurar que toda persona tenga acceso a la información, participe en la toma de decisiones y acceda a la justicia en asuntos ambientales, con el fin de garantizar el derecho a un medio ambiente sano y sostenible de las generaciones presentes y futuras (Convenio de Estocolmo, Convenio de Minamata, Acuerdo de Escazú).

Con el fin de cumplir los objetivos mencionados, el Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes cuenta con un portal web (https://retc.mma.gob.cl/), que pone a disposición de toda la ciudadanía la información recopilada respecto de emisiones, residuos y transferencias de contaminantes provenientes del cumplimiento

de la normativa nacional (normas de emisión, planes de prevención y descontaminación, resoluciones de calificación ambiental) o cualquier otra regulación que establezca la obligación de reportar estas temáticas.

En este portal se encuentra la data completa desde el 2005, además se presentan indicadores de fácil comprensión para los usuarios de la plataforma y los Informes Consolidados que se elaboran anualmente con la información disponible en el RETC. La información se dispone como datos abiertos, de forma agregada y desagregada, de acuerdo con las siguientes categorías:

- a. Establecimiento y unidad de emisión o descarga
- b. Ubicación geográfica
- c. División político-administrativa del país;
- d. Sectores productivos y rubros;
- e. Tipo de fuentes, puntuales o difusas;
- f. Propietarios o titulares de empresas que declaran en el Sistema de Ventanilla Única del RETC, según proceda;
- g. Contaminante, sustancia o residuo;
- h. Componente ambiental receptor del contaminante, sustancia o residuo:
- i. Destino de residuos y transferencias;
- j. Indicadores de desempeño ambiental por sector productivo.

Figura 4. Principio 10, Declaración de Río.







**Participación** 

9 Art. 2 del D.S. Nº 1/2013 del MMA.

Información

Los datos del RETC son utilizados para la elaboración y evaluación de normas y planes de descontaminación, los informes y reportes del estado del medio ambiente (de acuerdo con artículo 70, letra ñ de la Ley Nº 19.300); y los cuestionarios de estado del medio ambiente de

la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), que son utilizados para la evaluación de desempeño ambiental del país que realiza periódicamente, entre otros muchos usos.

### 2 PORTAL WEB DEL RETC: MÓDULOS Y FUNCIONES DISPONIBLES

Como fue señalado anteriormente, diversos acuerdos y convenios internacionales establecen que los gobiernos respeten el derecho de sus ciudadanos a tener acceso a información de emisiones y transferencias de contaminantes, mediante programas de difusión pública. Por ello, el Ministerio del Medio Ambiente cuenta con el portal web del RETC, https://retc.mma.gob.cl/, que contiene diversos módulos para acceder a la base de datos del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes, toda ella de libre acceso para ser descargada.

2.1. Módulo datos RETC

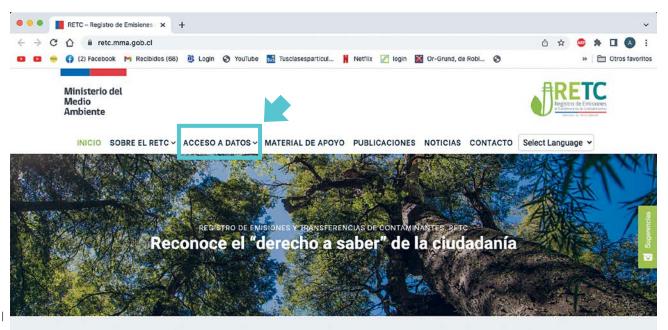
El módulo de Acceso a Datos RETC (Figura 5) contiene la información reportada por fuentes puntuales en los

distintos sistemas sectoriales existentes en el Sistema de Ventanilla Única desde el 2005 al 2020, además de la información asociada a la estimación de emisiones de fuentes no puntuales. La búsqueda de información se puede realizar basado en distintos criterios, como nombre del establecimiento, contaminantes, medio receptor, división político-administrativa, tipo de fuente, rubro, Código Industrial Internacional Uniforme (CIIU), Código de Clasificación de Fuente Nivel 6 (CCF6), año o un conjunto de años.

Una vez realizada la búsqueda se presentan dos formas de visualizar los datos seleccionados: en la primera los resultados son exhibidos directamente en el portal en forma de tabla, y la segunda opción es descargar los resultados en un archivo Excel o csv.

Figura 5.

Módulo acceso a datos RETC en portal web.

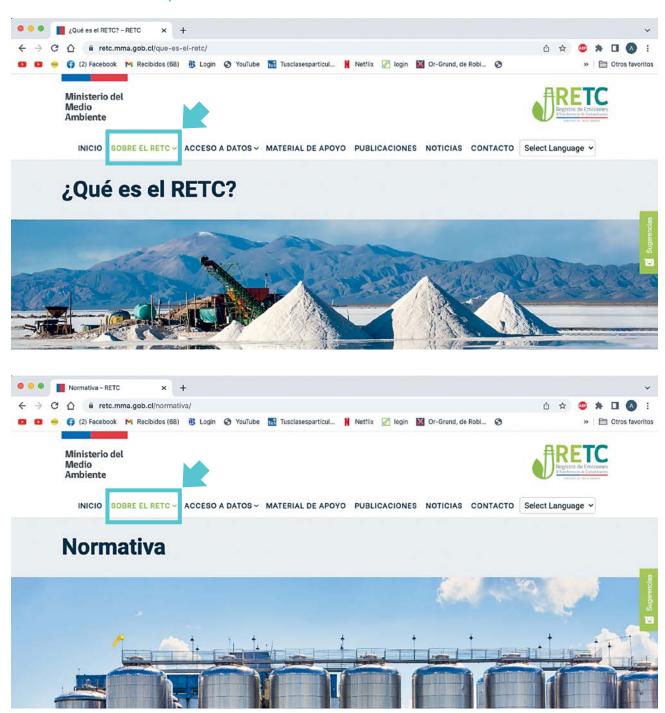


#### 2.2. Módulo acerca del RETC

En este módulo se accederá a la información general del RETC, tal como listado de contaminantes, beneficios del registro, RETC en el mundo y Normativa, donde se encuentra el listado de Leyes, Decretos y Resoluciones

asociadas al Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes y al módulo GNC donde se dispone la información de los integrantes del Grupo Nacional Coordinador del RETC, actas, acuerdos y presentaciones de cada sesión.

Figura 6. Módulo acerca del RETC en portal web.



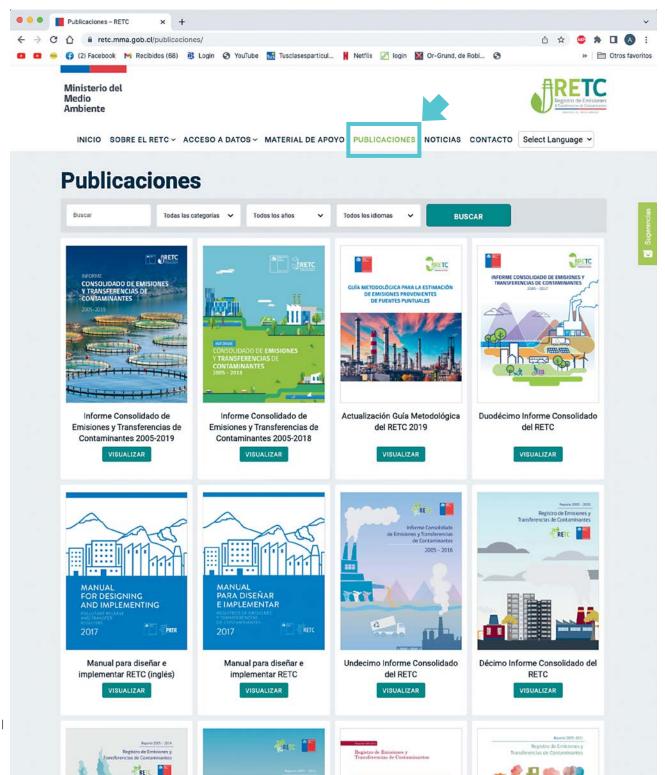
### 2.3. Módulo publicaciones

En este módulo se encuentran los Informes Consolidados del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes que pueden ser revisados en versión web, y descargados en extensión PDF. El primer reporte RETC fue publicado el 2007 con datos del 2005 y se trata de una publicación que se actualiza anualmente. Además de los reportes anuales, también se pueden encontrar guías metodológicas para estimar emisiones y otras publicaciones referidas al RETC.

En la Figura 7 se presenta una visión general del módulo Publicaciones.

Figura 7.

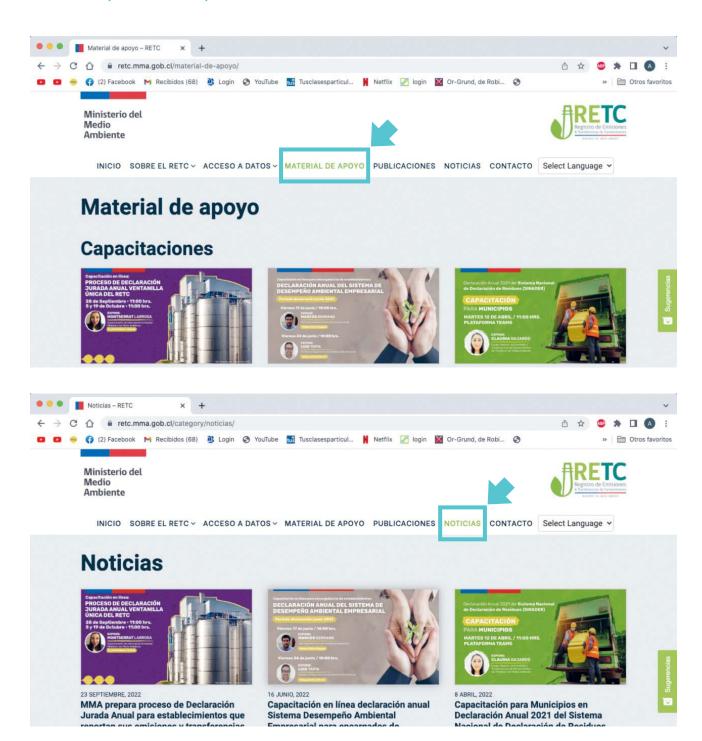
Módulo publicaciones en portal web.



### 2.4. Módulos complementarios

El portal www.retc.cl contiene otros módulos complementarios que son actualizados regularmente como Material de Apoyo, Noticias y Contacto.

Figura 8. Módulos complementarios en portal web.







## CAPÍTULO 3 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN REPORTADA

1.	EMISIONES AL AIRE	_ 37
さいがない。	1.1. Emisiones de fuentes puntuales al aire, 2020	. 45
	1.2. Emisiones al aire de fuentes no puntuales, 2020	_ 54
2	. EMISIONES AL AGUA	_ 76
	2.1. Emisiones de contaminantes a aguas marinas y continentales superficiales	<sub>-,</sub> 77
	2.2. Emisiones de contaminantes a aguas subterráneas _	_ 85
3	RESIDUOS	_ 89
4	. TRANSFERENCIAS FUERA DE SITIO	108
. 4 4.	4.1. Residuos peligrosos a sitios de seguridad	108
	4.2. Residuos industriales líquidos al sistema de alcantarillado para su procesamiento en plantas de tratamiento de aguas servidas	111

El siguiente capítulo presenta el análisis de la información reportada en 48 indicadores elaborados a partir de los datos contenidos en el RETC para el 2020. La información se presenta por tema, considerando emisiones al aire, emisiones al agua, disposición al suelo, transferencias fuera de sitio e Indicadores de Desempeño Ambiental (IDA). En cada una de estas temáticas se detalla la metodología utilizada para la obtención de la data y la elaboración de los indicadores.

Rubros utilizados por el RETC

Con el fin de obtener datos más precisos acerca del origen de las emisiones, generación de residuos, y transferencias de contaminantes, se han organizado los sectores productivos por rubros que caracterizan de mejor manera la actividad económica del país.

Para ello, con fines estadísticos, se definieron dieciocho rubros principales a nivel nacional, incluidos los municipios.

Los rubros se desprenden del Clasificador Industrial Internacional Uniforme (CIIU), que proporciona el usuario en el sistema VU del RETC. En el caso de los establecimientos donde el CIIU no caracteriza adecuadamente la actividad, se procede a buscar información adicional, como la ubicación geográfica del establecimiento, la empresa a la que pertenece o el nombre que el usuario le dio al establecimiento, entre otros atributos.

En la Tabla 5 se presenta el detalle de los rubros utilizados por el RETC.



Tabla 5. Rubros utilizados por RETC y descripción.

Rubro	Descripción
Producción agropecuaria	Establecimientos que realizan actividades agropecuarias
Industria de la madera y silvicultura	Establecimientos que explotan la madera y cultivos forestales
Pesca y acuicultura	Establecimientos que realizan tareas relativas a la pesca y producción de alimentos desde la pesca
Minería	Establecimientos de actividades como la extracción de minerales y canteras
Industria del papel y celulosa	Establecimientos de actividades del procesamiento de materia orgánica vegetal y el papel
Refinería de petróleo	Establecimientos considerados como recintos de almacenaje, distribución, recepción y procesamiento de combustibles
Fundiciones de cobre	Establecimientos que realizan fundición de cobre
Otras industrias manufactureras	Establecimientos industriales con actividades no categorizadas en los demás rubros
Termoeléctricas	Generación de energía por medio de termoeléctricas
Otras centrales de generación eléctrica	Establecimientos con actividades de distintos tipos de generación eléctrica exceptuando las termoeléctricas
Captación, tratamiento y distribución de agua	Establecimientos de captación, tratamiento y suministro de agua
Plantas de tratamiento de aguas servidas	Establecimientos de tratamientos de aguas residuales
Gestores de residuos <sup>10</sup>	Establecimientos destinatarios o receptores de residuos para eliminación o valorización
Construcción	Establecimientos del rubro de la construcción
Venta y mantención de vehículos automotores	Establecimientos del rubro automotriz y mantención de vehículos
Comercio mayorista	Establecimientos que realizan tareas relativas a toda actividad de compra y venta de artículos por mayor
Comercio minorista	Establecimientos que realizan tareas relativas a toda actividad de compra y venta de artículos por menor
Otras actividades	Establecimientos que no son considerados en las categorías anteriores (como educación, administración, restaurantes, salud, bancos, entre otros).
Producción de cemento, cal y yeso	Establecimientos de la producción de cemento, cal y yeso
Industria química, de plástico y caucho	Establecimientos de la transformación química y procesamiento de plástico y caucho
Otros rubros	Esta categoría aplica en los casos en que se debe agrupar rubros no representativos

<sup>&</sup>lt;sup>10</sup> El artículo 3, en su número 10), de la Ley N° 20.920 que establece marco para la gestión de residuos, la responsabilidad extendida del productor y fomento al reciclaje define a un gestor como "Persona natural o jurídica, pública o privada, que realiza cualquiera de las operaciones de manejo de residuos y que se encuentra autorizada y registrada en conformidad a la normativa vigente".

# 1 EMISIONES AL AIRE

Las emisiones al aire corresponden a la descarga a la atmósfera de manera continua o discontinua de materias, sustancias o formas de energía procedentes, directa o indirectamente, de cualquier fuente susceptible de producir contaminación atmosférica. Entre estas se pueden identificar fuentes puntuales asociadas a diversos sectores industriales como no industriales y fuentes no puntuales como la combustión de leña residencial, incendios forestales, incendios urbanos, quemas agrícolas, y las generadas por el transporte, denominadas fuentes móviles. La información de emisiones al aire de fuentes puntuales que es recopilada en RETC, se origina por diferentes cumplimientos normativos relacionados con las emisiones atmosféricas, los que ya fueron señalados en la Tabla 1.

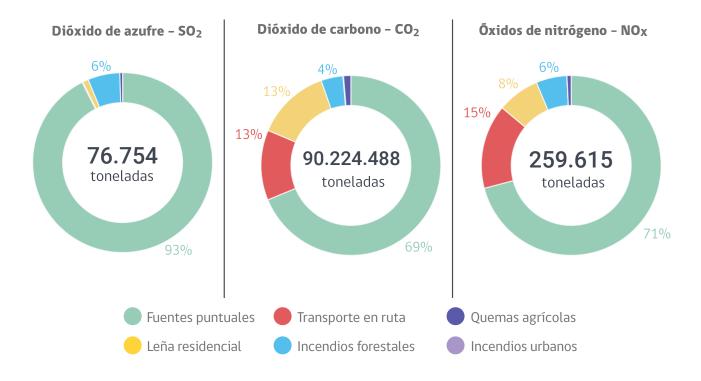
A continuación se presentan estadísticas de emisiones al aire para el 2020 desagregadas por composición de emisiones y región para 6 contaminantes vinculados a posibles daños a la salud de las personas: óxido de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), dióxido de azufre (SO<sub>3</sub>), monóxido de carbono (CO), material particulado respirable (MP<sub>10</sub>), material particulado respirable fino (MP<sub>2.5</sub>), además de dióxido de carbono (CO<sub>3</sub>), principal gas de efecto invernadero asociado al cambio climático.

En cuanto a las emisiones de fuentes móviles generadas por el transporte en ruta, estas no son representativas de cada región, sino que representan las emisiones de las ciudades y conurbaciones estimadas dentro de cada región.



**Indicador 1-A:** 

Composición del total de emisiones al aire por tipo de fuente, 2020.



Fuente: RETC, 2021.

# Dióxido de azufre - SO<sub>2</sub>

En 2020 la principal fuente generadora de  $SO_2$  son los tipos de fuente puntual, con más del 93% del total de las emisiones (71 mil toneladas).

# Dióxido de carbono - CO<sub>2</sub>

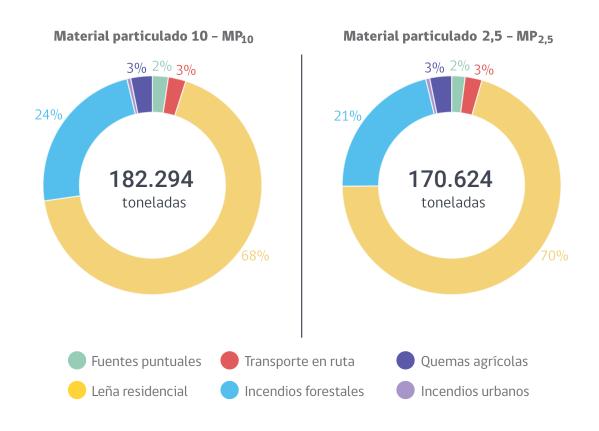
En el caso del  $\mathrm{CO}_2$ , las fuentes puntuales generan el 69% de las emisiones totales con 62 millones de toneladas. La combustión de leña residencial es la segunda mayor fuente de generación de  $\mathrm{CO}_2$  con 13%, equivalente a

11,9 millones de toneladas. Le sigue el transporte en ruta también con 13% del total, equivalente a 11,4 millones de toneladas.

# Óxidos de nitrógeno - NO<sub>x</sub>

Para el caso del  $NO_{\chi}$ , en 2020 las principales fuentes de emisión fueron las fuentes puntuales con 71% (184.102 toneladas) y el transporte en ruta con 15% (39.339 toneladas).

**Indicador 1-B:** Composición del total de emisiones al aire por tipo de fuente, 2020.



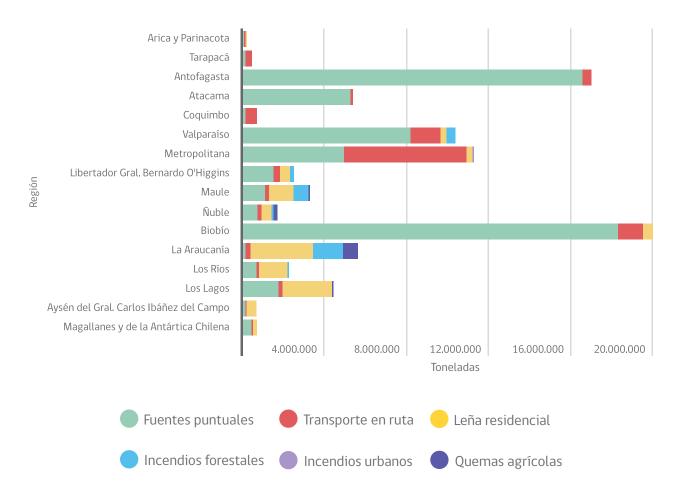
# Material particulado 10 - MP<sub>10</sub>

En 2020 las emisiones de  $MP_{10}$  se componen principalmente de combustión de leña residencial e incendios forestales. La combustión de leña residencial representa el 68% de la emisión de  $MP_{10}$  con 123.518 toneladas, mientras que los incendios forestales representan el 24% de la emisión de  $MP_{10}$  con 42.918 toneladas.

# Material particulado 2,5 - MP<sub>2,5</sub>

El comportamiento del MP<sub>25</sub> es muy similar al MP<sub>10</sub>. La combustión de leña residencial representa el 70% de la emisión total de MP<sub>25</sub> con 120.058 toneladas, mientras que los incendios forestales representan el 21% de la emisión con 36.392 toneladas.

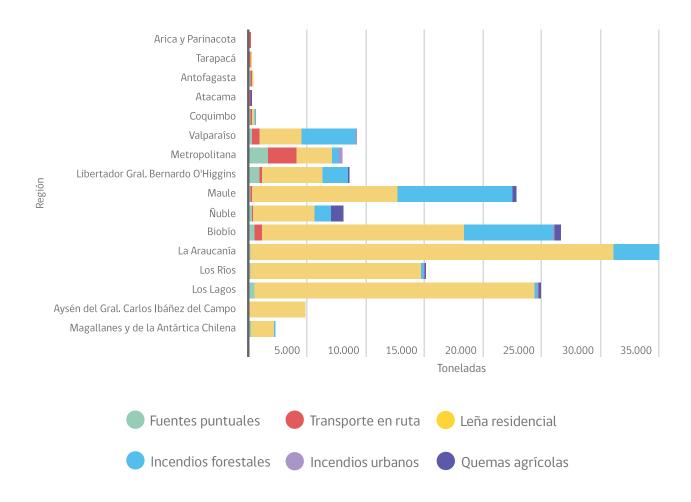
**Indicador 2:** Emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) por tipo de fuente desagregadas por región, 2020.



Las regiones de Biobío, Antofagasta y Metropolitana concentran la mayor generación de  $\mathrm{CO}_2$  del país. En el caso de Biobío, la principal generación de  $\mathrm{CO}_2$  se produce por las fuentes puntuales con 18,3 millones de toneladas. En la región de Antofagasta, también la mayor generación de

 ${\rm CO_2}$  se produce por las fuentes puntuales con 16,6 millones de toneladas. Por último, la región Metropolitana genera 5,9 millones de toneladas de  ${\rm CO_2}$  por transporte en ruta y 4,9 millones de toneladas de  ${\rm CO_2}$  por fuentes puntuales.

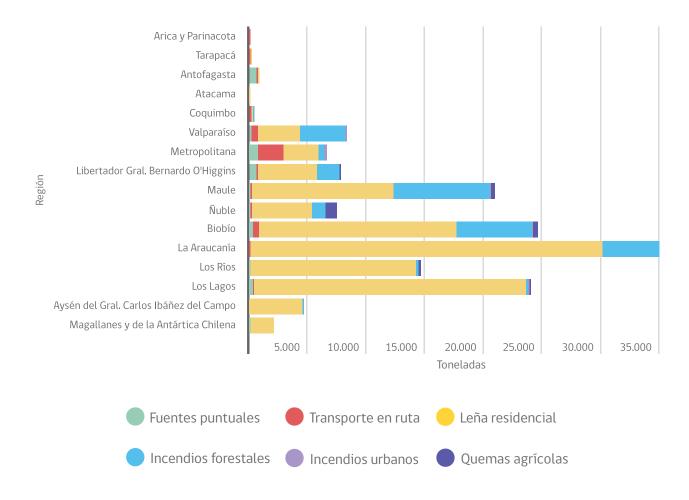
**Indicador 3:** Emisiones de material particulado respirable (MP<sub>10</sub>) por tipo de fuente desagregada por región, 2020.



En 2020, las regiones con mayor generación de emisiones de MP<sub>10</sub> son La Araucanía, Los Lagos, Biobío y Maule. Las principales fuentes de generación de  $\mathrm{MP}_{10}$  en La Araucanía son la combustión de leña residencial con 30.914 toneladas

e incendios forestales con 16.237 toneladas. En el caso de Biobío, la emisión de MP<sub>10</sub> se genera por la combustión de leña residencial con 17.317 toneladas e incendios forestales con 7.587 toneladas.

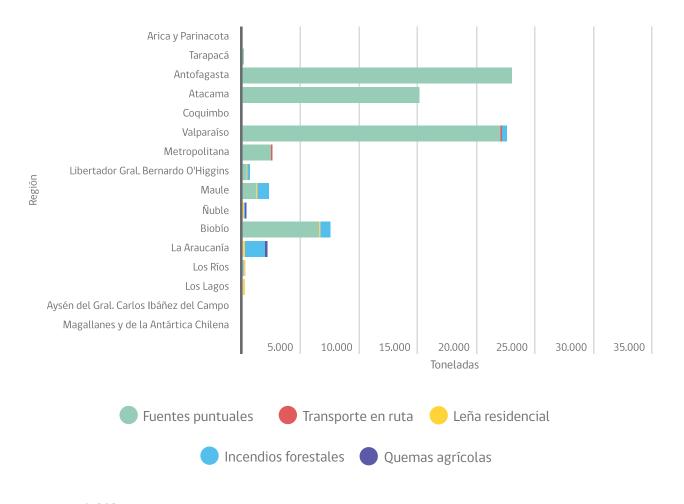
**Indicador 4:** Emisiones de material particulado fino respirable (MP<sub>2,5</sub>) por tipo de fuentes desagregada por región, 2020.



La Araucanía y Biobío son las regiones con mayor generación de emisiones de MP<sub>2,5</sub> del país, seguidas por las regiones de Maule y Los Lagos. Las emisiones de La Araucanía se

componen principalmente de leña residencial con 30.048 toneladas, incendios forestales con 13.764 toneladas y quemas agrícolas con 3.470 toneladas.

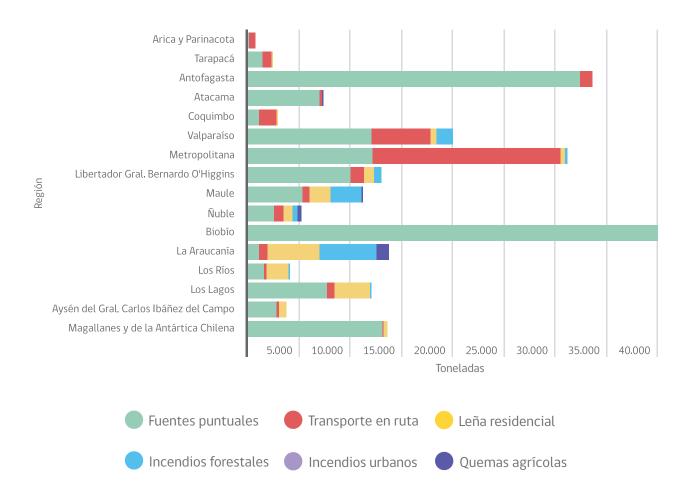
**Indicador 5:** Emisiones de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) por tipo de fuente desagregada por región, 2020.



En 2020, los distintos tipos de fuentes de emisión generaron 76.526 toneladas de SO<sub>2</sub> y más del 93% de estas emisiones son generadas en fuentes puntuales. Las regiones con mayor generación de SO<sub>2</sub> son Antofagasta, Valparaíso, Atacama y Biobío. La región de Antofagasta presenta 22.992 toneladas de SO<sub>2</sub> proveniente de fuentes puntuales.

La gran cantidad de SO, que se genera en las regiones de Antofagasta, Atacama y Valparaíso se puede explicar por el emplazamiento de las fundiciones de cobre, mientras que las emisiones de SO<sub>2</sub> de Biobío se explican por el emplazamiento de termoeléctricas y plantas productoras de celulosa.

**Indicador 6:** Emisiones de óxido de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) por tipo de fuente desagregada por región, 2020.



En 2020, las regiones Metropolitana, Biobío, Antofagasta y Valparaíso, concentraron las mayores emisiones de  $NO_{\chi}$ . La región de Biobío representa el 32% del total nacional de emisiones de  $NO_{\chi}$  mayormente compuestas por las

emisiones de fuentes fijas con 70.266 toneladas. La región Metropolitana representa el 12% de la emisión total nacional y Valparaíso y Antofagasta representan el 8% y 13%, respectivamente.

# 1.1. Emisiones de fuentes puntuales al aire, 2020

La cuantificación de las emisiones se realiza principalmente por estimaciones y mediciones basadas en los sistemas de reportes de emisiones: Sistema F138, Sistema de Información de Centrales Termoeléctricas, Norma de Fundiciones e Impuestos Verdes.

En el caso particular de los contaminantes CO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub> se privilegian los datos obtenidos por mediciones para el cumplimiento del D.S. Nº 13/2011 del MMA para centrales termoeléctricas. Asimismo, en el caso de las emisiones de SO<sub>2</sub> se utilizan las mediciones y balances de masa asociadas al cumplimiento del D.S. Nº 28/2013 del MMA para fundiciones. Para el resto de los contaminantes y diversos rubros y equipos<sup>11</sup> de interés para el RETC se estiman mediante los datos declarados en el Sistema de Declaración de Emisiones de Fuentes Fijas o Formulario 138 (F138).

Los contaminantes estimados son:

- Material particulado (MP).
- Material particulado respirable (MP<sub>10</sub>).
- Material particulado respirable fino (MP<sub>25</sub>).
- · Monóxido de carbono (CO).
- Óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>).
- · Dióxido de azufre (SO<sub>3</sub>).
- · Compuestos orgánicos volátiles (COVs).
- · Nitrógeno amoniacal (NH<sub>2</sub>).
- · Dioxinas y furanos (PCDD/F).
- Mercurio (Hg).
- · Arsénico (As).
- · Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).
- · Plomo (Pb).
- · Benceno.
- · Tolueno.

#### Metodología

A continuación se explicarán las metodologías de cuantificación utilizadas:

# a) Estimación de emisiones mediante factores de emisión:

Es la metodología de estimación más utilizada por los establecimientos que declaran. La fórmula general empleada para la estimación de emisiones se realiza mediante factores de emisión para cualquier tipo de fuente o proceso, según la Ecuación 1.

#### Ecuación 1

$$E = FE \cdot NA \cdot \left(1 - \frac{EA}{100}\right)$$

Donde:

E: Emisión anual en toneladas.

**FE:** Factor de emisión.

NA: Nivel de actividad anual de la fuente estimada.

**EA:** Eficiencia de abatimiento.

Los factores de emisión son obtenidos principalmente del AP-42 (EPA, 2009), de las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, del Instrumental Normalizado para la Identificación y Cuantificación de Liberaciones de Dioxinas y Furanos (PNUMA, 2005a), y del instrumental para la identificación y cuantificación de liberaciones de mercurio (PNUMA, 2005b). Los factores de emisión son un promedio de los resultados de mediciones en emisiones realizadas en un gran número de fuentes con diferentes tecnologías de combustión, antigüedad, calidad de combustible y tamaños.

Los niveles de actividad son informados por medio del formulario F138, estos pueden ser el consumo de combustible en unidades de masa o energía, o la producción de un material en unidades de masa.

En la fórmula general de estimación se considera la variable "EA", como eficiencia de abatimiento, que representa la reducción de emisiones que puede ser lograda mediante un equipo de abatimiento o control.

<sup>&</sup>lt;sup>11</sup> Calderas generadoras de vapor o agua caliente, producción de celulosa, fundiciones primarias y secundarias, centrales termoeléctricas, producción de cemento, cal o yeso, producción de vidrio, producción de cerámica, siderurgia, petroquímica, asfaltos, y equipos electrógenos.

Las tecnologías de abatimiento usadas en el país dependen del tipo de contaminante, del tamaño de la fuente y del combustible empleado.

La eficiencia de los equipos es variable entre un mismo tipo de equipo y en el transcurso del tiempo, los principales factores de estas variaciones son: mantenimiento de los equipos, calidad de los combustibles, condiciones de operación, variables de diseño, tamaño de las partículas y concentración de los gases emitidos.

# b) Estimación mediante metodologías perfeccionadas:

El MINSAL permite que los establecimientos puedan hacer sus propias estimaciones por medio de balances de masas, métodos estadísticos o aproximaciones de ingeniería, los que deberá presentar y acordar con la autoridad.

Las estimaciones mediante metodologías perfeccionadas son especialmente útiles cuando la fuente o proceso no dispone de un factor de emisión relacionado.

#### c) Estimación mediante muestreos o mediciones:

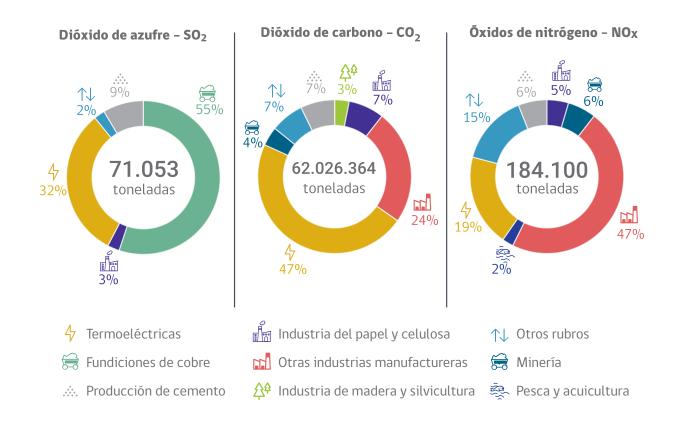
Si la fuente debe cumplir con una obligación legal de realizar muestreos, ya sea como parte del cumplimiento de una norma de emisión, resolución de calificación ambiental (RCA), plan de descontaminación o incluso de forma voluntaria, se utilizan los resultados del muestreo en kg/h de emisión y los niveles de operación declarados en horas y días para estimar las emisiones anuales. En general se pueden realizar dos tipos de muestreos: el muestro discreto que considera el promedio de tres corridas de muestreo, y el monitoreo continuo de emisiones, también llamado Continuous Emission Monitoring Systems (CEMS).

A continuación se presentan estadísticas de emisiones de fuentes puntuales contenidas en el RETC, para el 2020 desagregadas por rubro y región para 6 contaminantes: óxido de nitrógeno  $(NO_\chi)$ , dióxido de azufre  $(SO_2)$ , monóxido de carbono (CO), material particulado respirable  $(MP_{10})$ , material particulado respirable fino  $(MP_{2,5})$ , y dióxido de carbono  $(CO_2)$ .



# **Indicador 7-A:**

Composición de emisiones totales al aire de fuentes puntuales por rubro para  $SO_2$ ,  $CO_2$  y  $NO_X$  2020.



Fuente: RETC, 2021.

# Dióxido de azufre - SO<sub>2</sub>

En el caso del SO<sub>2</sub>, con una emisión total de todos los rubros de 71.053 toneladas para el año 2020, el rubro con mayores emisiones corresponde a las fundiciones de cobre con 39.164 toneladas al año representando el 55%.

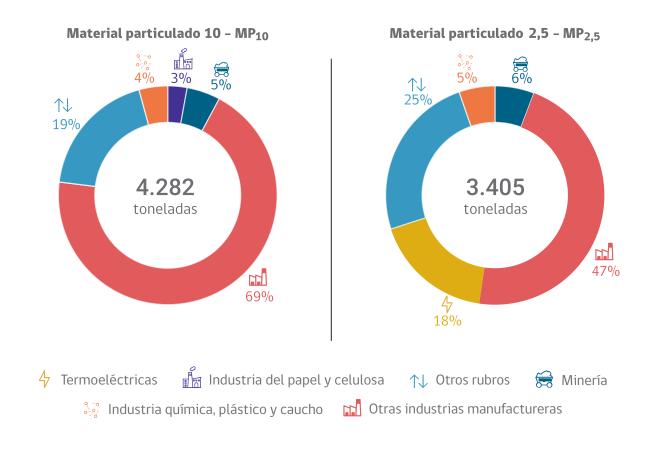
# Dióxido de carbono - CO<sub>2</sub>

Las emisiones totales de CO, para los rubros analizados suman 62.026.364 toneladas al 2020. El principal emisor corresponde a las Termoeléctricas con 47% de las emisiones, seguido de Otras industrias manufactureras con 24% del total.

# Óxidos de nitrógeno - NO<sub>x</sub>

Las emisiones totales de NO, son 184.100 toneladas anuales, cuyo principal emisor son el rubro Otras industrias manufactureras con 47% de las emisiones, lo que equivale a 86.144 toneladas.

**Indicador 7-B:** Composición de emisiones al aire (MP<sub>10</sub> y MP<sub>25</sub>) de fuentes puntuales por rubro, 2020.



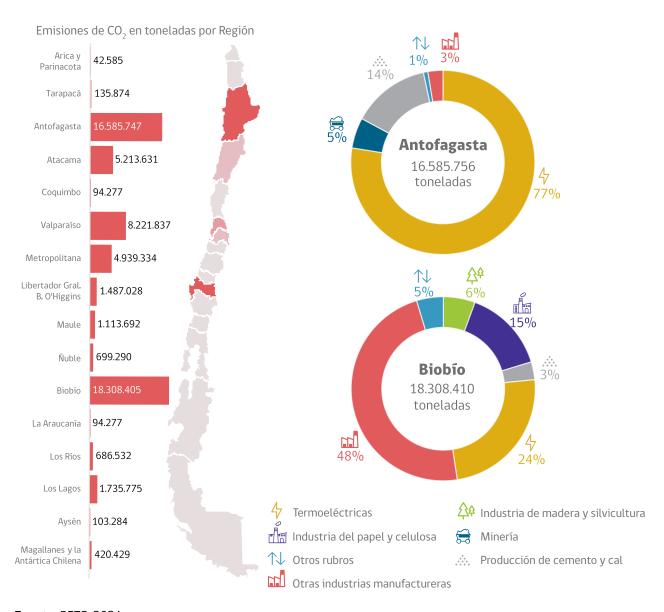
# Material particulado 10 - MP<sub>10</sub>

Durante el 2020 las emisiones de  $\mathrm{MP}_{10}$  (fracción gruesa) fueron 4.282 toneladas, siendo la industria manufacturera con 2.961 toneladas la que emite el 69% de las emisiones totales, seguidos por Otros rubros (no clasificados) que en conjunto emiten 806 toneladas representado el 19%.

# Material particulado 2,5 - $MP_{2,5}$

Al igual que el  $\mathrm{MP}_{10}$  el mayor emisor de  $\mathrm{MP}_{2,5}$  (fracción fina), se atribuye a la industria manufacturera con 1.583 toneladas anuales, lo que significa el 47% del total. A diferencia del  $\mathrm{MP}_{10}$ , existe un gran aporte de  $\mathrm{MP}_{2,5}$  del rubro termoeléctrico con 18% de las emisiones, equivalentes a 603 toneladas. Las emisiones totales de  $\mathrm{MP}_{2,5}$  para el 2020 son 3.405 toneladas a nivel nacional.

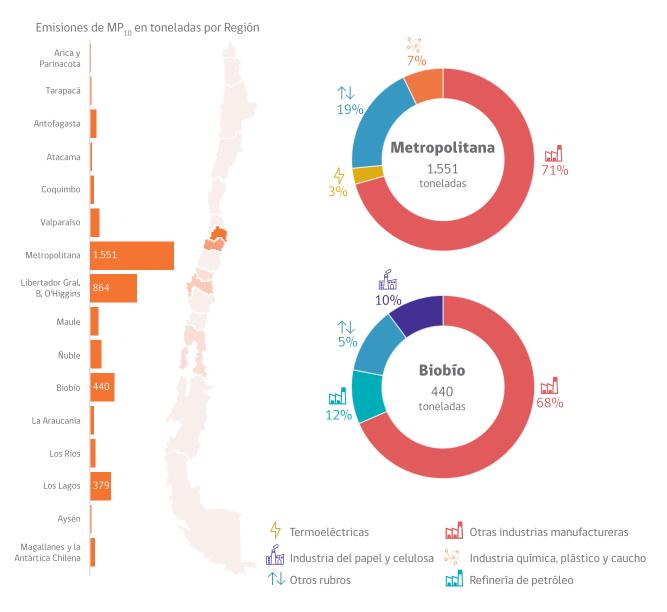
**Indicador 8:** Emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) desagregadas por región para fuentes puntuales por rubro, 2020.



Las emisiones de CO<sub>2</sub> en el país se concentran principalmente en dos regiones, en primer lugar, la VIII Región del Biobío con 18.308.410 toneladas generadas principalmente por la industria manufacturera con 8.750.875 (48%) y el rubro

de termoeléctricas con 4.415.341 (24%). El segundo lugar corresponde a la II Región de Antofagasta con 16.585.756 toneladas emitidas mayoritariamente por el rubro termoeléctrico con un aporte del 77%.

**Indicador 9:** Emisiones de material particulado respirable (MP<sub>10</sub>) desagregadas por región para fuentes puntuales por rubro, 2020.

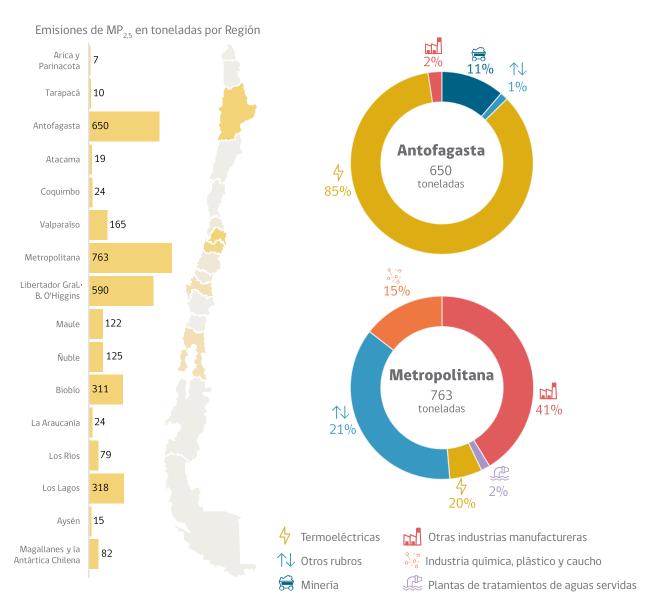


Las emisiones de material particulado  $\mathrm{MP}_{10}$  se concentran en tres regiones: la Región Metropolitana con 1.551 toneladas, la Región del Libertador Gral. B. O'Higgins con 864 toneladas y la Región del Biobío con 404 toneladas. Los

principales emisores de  ${\rm MP}_{10}$  corresponden a las industrias del rubro manufacturero, representando el 71 % para la Región Metropolitana y 68% para la Región del Biobío.

# **Indicador 10:**

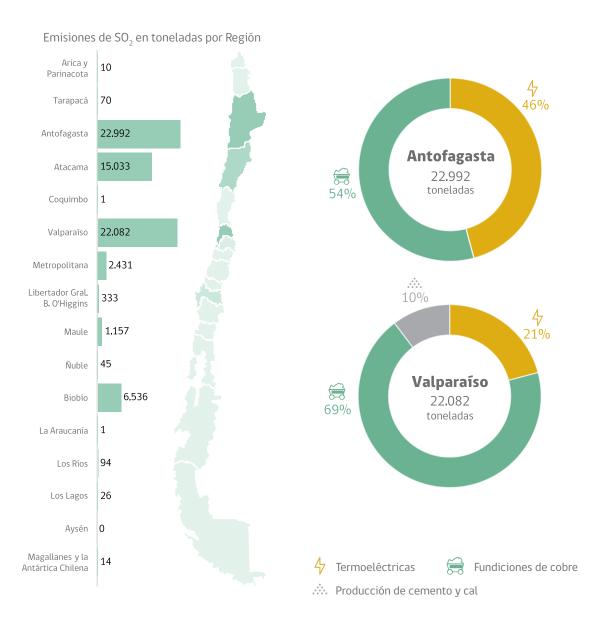
Emisiones de material particulado respirable fino (MP<sub>25</sub>) desagregadas por región para fuentes puntuales por rubro, 2020.



Fuente: RETC, 2021.

Las emisiones de material particulado MP<sub>2.5</sub> se concentran en cuatro regiones; la Región de Antofagasta con 650 toneladas, la Región Metropolitana con 763 toneladas, la Región del Libertador Gral. B. O'Higgins con 590 toneladas y la Región del Biobío con 311 toneladas. Los principales emisores de MP<sub>25</sub> corresponden al rubro termoeléctrico (85%) en la Región de Antofagasta y a la industria del rubro manufacturero 41% en la Región Metropolitana.

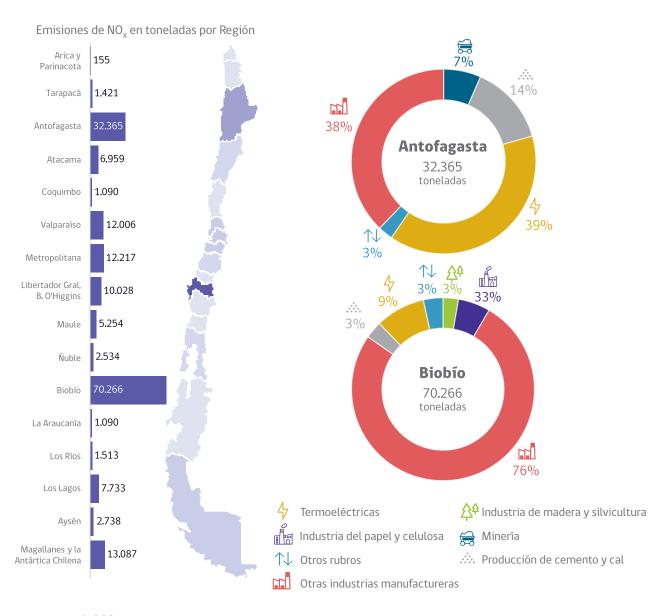
**Indicador 11:** Emisiones de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) desagregadas por región para fuentes puntuales por rubro, 2020.



La región con mayor emisión de  ${\rm SO_2}$  corresponde a la Región de Antofagasta con 22.992 toneladas asociado principalmente a la industria de fundición de cobre representando el 54% de las emisiones de esa región. Le sigue la Región de Valparaíso con 22.082 toneladas también asociadas al rubro de fundiciones de cobre representando

el 69% en la región. Con emisiones cercanas se encuentran la Región de Atacama con 15.033 toneladas y la Región de Biobío con 6.536 toneladas. Es importante destacar que en estas cuatro regiones se localizan las siete fundiciones del país.

**Indicador 12:** Emisiones óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) desagregadas por región para fuentes puntuales por rubro, 2020.



Durante 2020 cinco regiones emitieron por sobre las 10 mil toneladas de NO, estas son la Región del Biobío con 70.266 toneladas, Región de Antofagasta con 32.365 toneladas, Región de Magallanes con 13.087 toneladas, Región Metropolitana con 12.217 toneladas y finalmente la Región de Valparaíso con 12.006 toneladas.

Para la Región del Biobío las emisiones de NO, se generaron principalmente en el rubro manufacturero, el 76% de éste se podría vincular a industrias del metal y siderurgia. Para el caso de la Región de Antofagasta el 38% de las emisiones de NO<sub>x</sub> se relaciona con el rubro manufacturero mientras que un 39 % está asociado al rubro termoeléctrico.

# 1.2. Emisiones al aire de fuentes no puntuales, 2020

# 1.2.1. Emisiones de transporte en ruta

En el RETC se estiman emisiones de transporte en ruta para 27 ciudades del país, de estas, 22<sup>12</sup> cuentan con modelos de transporte elaborados por el Programa de Vialidad y Transporte Urbano de la Secretaría de Transportes (SECTRA), dependiente del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (MTT). En el caso de las otras cinco (5) ciudades<sup>13</sup>, se estiman las emisiones mediante el uso de una metodología simplificada.

Los contaminantes estimados para las veintisiete (27) ciudades son:

- · material particulado (MP),
- · material particulado respirable (MP<sub>10</sub>),
- · material particulado respirable fino (MP<sub>25</sub>),
- · monóxido de carbono (CO),
- · compuestos orgánicos volátiles (COV),
- · óxidos de nitrógeno (NO),
- · óxidos de azufre (SO<sub>2</sub>),
- · dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>),
- metano (CH₄),
- óxido nitroso (N<sub>2</sub>O),
- · amoníaco (NH<sub>3</sub>),
- · mercurio (HG),
- · dioxinas y furanos.

#### Metodología

# Para estimación de emisiones de ciudades con modelo de transporte:

Para el 2020, las emisiones de transporte en ruta para las ciudades con modelo de transporte se calcularon

a partir del modelo de emisiones vehiculares MODEM 5.1<sup>14</sup>. Esta metodología consiste en estimar los niveles de actividad de las diferentes categorías vehiculares y asociarle a cada una de ellas un factor de emisión. Para los vehículos motorizados, el nivel de actividad es representado, principalmente, por el kilometraje recorrido por el vehículo en el tiempo y el área donde se desarrolla el inventario, mientras que los factores de emisión se expresan en unidades de gramos por kilómetro recorrido. De forma general, el cálculo de la emisión se puede representar con la Ecuación 2.

#### Ecuación 2

$$E_i = \sum_{kt} \cdot NA_k \cdot FE_{ikt}$$

Donde:

**E**<sub>i</sub>: Emisiones del contaminante considerado i. [g]

**NA<sub>k</sub>:** Nivel de actividad de la categoría vehicular **k.** 

$$\left[\frac{\mathsf{km}}{\mathsf{vehículo}}\right]$$

**FE**<sub>ikt</sub>: Factor de emisión del contaminante i para la categoría **k** evaluada, para el tipo de descarga de emisiones **t**.

i: Contaminante.

k: Categoría vehicular k.

t: Tipo de descarga de emisiones en toneladas "t".

Las emisiones que se estiman provienen de tres fuentes fundamentales: las derivadas del motor cuando este se encuentra en condiciones de operación estables (emisiones en caliente), aquellas provenientes del motor cuando se encuentra frío (emisiones por partidas en frío), y, por último, aquellas denominadas evaporativas (emisiones de hidrocarburos evaporados). Dentro de esta última fuente se pueden encontrar tres subtipos: emisiones evaporativas durante el día, emisiones por detención en caliente (hot soak emissions) y emisiones por pérdidas durante el recorrido (running losses).

<sup>&</sup>lt;sup>12</sup> Ciudades con modelo de transporte: Arica, Iquique, Antofagasta, Calama, Copiapó, La Serena-Coquimbo, Ovalle, Gran Valparaíso, Gran Santiago, Rancagua, Curicó, Talca, Linares, Chillán, Gran Concepción, Los Ángeles, Angol, Temuco-PLC, Valdivia, Osorno, Puerto Montt y Punta Arenas. Enfoque Bottom up.

<sup>&</sup>lt;sup>13</sup> Ciudades sin modelos de transporte: San Felipe, Los Andes, San Antonio, San Fernando y Coyhaigue. Enfoque Top down.

<sup>&</sup>lt;sup>14</sup> Modelo de cálculo de emisiones vehiculares, desarrollado por Programa de Vialidad y Transporte Urbano de SECTRA, dependiente del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.

Además de los tipos de emisiones ya descritas, también se estiman las emisiones de polvo suspendido (material particulado) generadas por el paso de los vehículos y las correspondientes al desgaste de frenos y neumáticos.

La ecuación 3 presenta la fórmula de las emisiones totales calculadas en cada ciudad.

#### Ecuación 3

# $E_{totales} = E_{caliente} + E_{partida\ en\ frio} + E_{evaporativas} + E_{polvo} + E_{desgastes}$

Las emisiones por partidas en frío se asocian a las emisiones producidas en aquella porción del viaje de un vehículo donde la conducción se realiza en condiciones de temperatura de motor inferiores a las normales de diseño. Estas emisiones se destacan aún más cuando se estiman emisiones en ciudades donde el viaje promedio es corto y las temperaturas son bajas.

Las emisiones evaporativas durante el día (diurna) se asocian a las variaciones de temperatura naturales que se presentan durante el día. Las emisiones por detenciones en caliente (hot soak) se originan cuando el motor del vehículo es apagado (posterior a haber efectuado un recorrido), en donde el calor remanente calienta las líneas de combustible que ya no están fluyendo, produciendo emisiones evaporativas.

Estas emisiones pueden dividirse en hot soak, cuando la temperatura del agua de refrigeración del motor al ser apagado está por sobre los 70 °C, y en warm soak, cuando la temperatura es menor a 70 °C.

Finalmente, se tienen las emisiones evaporativas generadas por pérdidas durante el recorrido (running losses), las que también se diferencian según el grado de temperatura del motor, definiéndose hot running losses cuando la temperatura del agua refrigerante del motor se encuentra sobre los 70 °C y warm running losses cuando se encuentra por debajo de este valor.

#### Factores de emisión

Se utilizaron los factores de emisión cargados en la última corrida oficial de MODEM. Estos factores de emisión provienen de la guía europea The EMEP/EEA air pollutant

emission inventory guidebook (EMEP/EEA, 2013) en su versión del 2013. Esta guía a su vez utiliza como base el software Copert IV para la estimación de los factores de emisión que presentan.

Estos factores de emisiones se componen de diferentes ecuaciones del tipo lineales o cuadráticas, muchos de ellos dependen de la velocidad ingresada, teniendo rangos de tolerancia que principalmente se encuentran entre los 5 y 120 km/hr.

#### Meteorología

Dentro de las variables necesarias para el cálculo de algunos tipos de emisión en MODEM, se encuentran variables meteorológicas como la temperatura y días de lluvia.

Para esto se utilizaron los datos de 22 comunas, extraídos de la Dirección Meteorológica de Chile (DMC) obtenidos de la estación meteorológica más cercana a cada comuna. Son de particular interés los días de lluvia con precipitaciones mayores a 0,25 mm, y las temperaturas máximas y mínimas para cada mes. En el Anexo 2 se presentan las estaciones utilizadas para cada ciudad, en conjunto con sus coordenadas geográficas y la información relevante obtenida de cada una.

# a) Emisiones calculadas por medio de la metodología tipo arco

En esta metodología se caracterizan arcos de flujo vehicular, en los que se estiman, entre otras cosas, las velocidades promedio de cada vehículo que circula. Esto permite calcular las emisiones en caliente por tubo



de escape, desgaste de frenos y neumáticos, y polvo suspendido de forma más precisa, debido a que varios de los factores de emisión están asociados a la velocidad con la que circulan los vehículos, entre otras variables.

Los principales parámetros que fueron ingresados en MODEM para la correcta estimación de las emisiones por la metodología tipo arco son:

#### I) Flujos vehiculares estimados por SECTRA

La información de corridas de transporte utilizada para las 22 ciudades modeladas fue provista por SECTRA. Estas bases de datos incluyen una caracterización de las principales calles urbanas pavimentadas de cada una de las 22 ciudades modeladas con MODEM. Para cada calle (la que se denomina arco) existe principalmente información relacionada al largo del arco, velocidades promedio, composición vehicular, perfiles semanales y perfiles mensuales, entre otras variables. De esta forma, el programa puede diferenciar los distintos flujos de vehículos de forma horaria para cada arco en cada zona. Esto permite distinguir entre las horas punta y fuera de punta, días de semana y fin de semana o los meses en que las personas se toman vacaciones.

Es importante destacar que SECTRA obtiene estos perfiles temporales y composiciones del parque vehicular y otra información, mediante distintas campañas de conteo vehicular de flujo continuo. Debido al alto costo asociado a estas campañas, no es posible tener información actualizada para todas las ciudades cada año, por lo que se utilizan los perfiles del último año en que se realizó dicho conteo. A partir de la información obtenida de los estudios y campañas realizadas, se realizan proyecciones para escenarios cada 5 años, luego, con la información de los años proyectados se realiza una interpolación lineal para obtener la información de los años que

están entre los cortes. En el Anexo 3 se puede encontrar más información respecto de los estudios y campañas realizadas para cada ciudad.

#### II) Composición tecnológica

Las composiciones tecnológicas de los vehículos de las 22 ciudades con modelo de transporte para el 2019 se estimaron mediante el uso de datos de plantas de revisión técnica (PRT) del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (MTT), junto con los datos de la Flota del Transantiago del Directorio de Transporte Público Metropolitano (DTPM). Debido a que los factores de emisión son específicos para cada categoría tecnológica, se requiere poder caracterizar la flota de cada ciudad según distintas características.

En este sentido, los datos de plantas de revisión técnica permiten contabilizar el total de vehículos, la información que viene clasificada principalmente bajo las siguientes tipologías:

- · Tipo licencia: A1, A2 y B
- Tipo combustible: gasolina, diésel, GLP, GNC, eléctrico o híbrido
- · Tipo sello: catalítico o no catalítico
- Tipo certificación: no certificado, Euro I, Euro II, Euro III, Euro IV, Euro V, Euro VI
- Tipo servicio: 20 categorías, algunos ejemplos: reparto, fletes, particular, taxi, entre otros.
- Tipo vehículo: diversas categorías para clasificar vehículos, algunos ejemplos: automóvil, camioneta, bus, camión, taxi, entre otros.

Estas composiciones son relevantes debido a que las emisiones generadas por los vehículos pueden variar sustancialmente según el tipo de combustible o el tipo de certificación.

Tabla 6. Cantidad de vehículos con revisión técnica para el 2020.

Comunas	Vehículos totales		
Arica	52.223		
Iquique	91.018		
Antofagasta	73.062		
Calama	45.094		
Copiapó	43.730		
La Serena - Coquimbo	97.720		
Ovalle	17.441		
San Antonio	11.170		
San Felipe	25.147		
Los Andes	14.686		
Gran Santiago	1.122.119		
Gran Valparaíso	189.717		
Rancagua	85.928		
San Fernando	17.872		
Curicó	19.306		
Talca	27.264		
Linares	31.790		
Chillán	49.069		
Los Ángeles	52.322		
Gran Concepción	157.627		
Angol	1.950		
Temuco - Padre Las Casas	6.650		
Osorno	9.331		
Puerto Montt	13.018		
Valdivia	42.320		
Coyhaique	2.402		
Punta Arenas	5.918		
TOTAL	2.305.894		

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas (INE), 2021.

#### III) Factores de corrección/deterioro

El desgaste propio que tienen los vehículos debido a su uso genera que el motor no realice el proceso de combustión de forma tan eficiente a como estaba diseñado, provocando que los factores de emisión correspondientes no reflejen de manera precisa las emisiones que están produciendo estos. Por esta razón, es importante considerar un factor de deterioro o corrección a los factores de emisión para que el desgaste por uso de los vehículos se vea reflejado.

Los factores de emisión incluidos en MODEM son complementados con los factores de corrección presentados en el estudio denominado: "Análisis y Desarrollo de Factores de Deterioro y Caracterización de las Emisiones de la Flota mediante el Sistema Remote Sensing Devices (RSD)" (Geasur, Ambiente, y SECTRA Chile,

2015). El alcance del estudio fue solo para los vehículos livianos, lo que contempla las categorías:

- · Vehículos particulares,
- · Vehículos comerciales de uso particular
- · Vehículos comerciales de uso de empresas
- · Camiones livianos.

### Metodología

Para estimación de emisiones de ciudades sin modelo de transporte:

Para las cinco ciudades sin modelo de transporte se utiliza la metodología Top Down recomendada por la Guía del RETC (CONAMA, 2009) y en el "Manual para el desarrollo de inventarios de emisiones atmosféricas" (MMA, 2017a).

Esta metodología es similar a la utilizada por MODEM, se

consideran los mismos factores de emisión y se calculan los mismos tipos de emisión:

- · Emisiones en caliente por tubo de escape
- · Emisiones por partidas en frío
- Emisiones evaporativas
- · Emisiones por desgaste de frenos y neumáticos
- · Emisiones de polvo suspendido

La diferencia principal con la metodología con MODEM, es que al no existir datos provenientes de un modelo de transporte para estas ciudades, consiste en que se debe estimar el nivel de actividad de kilómetros recorridos (flujos vehiculares) con menor detalle, y se utilizan los factores de emisión asumiendo velocidades promedio.

Los valores utilizados respecto de kilómetros recorridos y velocidades promedio son los recomendados por el Manual para el desarrollo de Inventarios de emisiones atmosféricas (MMA, 2017a) y se observan en la siguiente tabla:

Tabla 7.

Kilómetros recorridos y velocidad promedio ciudades sin modelo de transporte, 2020.

Tipo vehículo	Kilómetros recorridos anuales (Km/VEH)	Velocidad promedio (Km/h)	
Vehiculo liviano	1.000.189.487	31,14814815	
Vehiculo comercial	527.032.607	36	
Camión	131.686.263	33	
Moto	25.082.187	35	
Taxi	104.115.991	35	
Bus	80.613.079	20	

Fuente: (MMA, 2017).



En el caso de camiones livianos, los kilómetros recorridos anuales eran mucho mayores a los de las ciudades con modelo de transporte, por lo que estos valores fueron cambiados por los kilómetros anuales de ciudades semejantes, de este modo San Fernando, San Felipe y Los Andes se homologaron con el promedio de las ciudades

entre las Regiones de Valparaíso y Ñuble, excluyendo las ciudades portuarias, San Antonio con Valparaíso y Coyhaique con Punta Arenas; los valores se obtuvieron al dividir los kilómetros totales entregados por MODEM para la categoría CCF6 701004, dividido por el parque PRT para esta categoría.

Tabla 8. Kilómetros recorridos camiones livianos, 2020.

Ciudad	Camión liviano (km/VEH)	Ciudad homologada	
San Antonio	14.836	Valparaíso	
San Felipe	24.025	Promedio región entre región de Valparaíso a Ñuble, excluyendo ciudades portuarias y Santiago	
Los Andes	24.025		
San Fernando	24.025		
Coyhaique	5.752	Punta Arenas	

Fuente: Elaboración propia.

En versiones anteriores se asignaba una ciudad en específico a cada una de las ciudades sin MODEM. Sin embargo, se observa que el kilómetro por camión liviano variaba en un amplio rango entre las ciudades modeladas, lo que se puede explicar por variaciones en los modelos, así como por una sub o sobrerregistro de los camiones registrados en cada una de las comunas.

Al tratarse de camiones es esperable que estos tengan un movimiento que vaya más allá de los límites de las comunas. Ante esto se optó por utilizar un promedio de las regiones, excluyendo Santiago y ciudades portuarias que pueden tener un patrón diferente de actividad para los camiones.

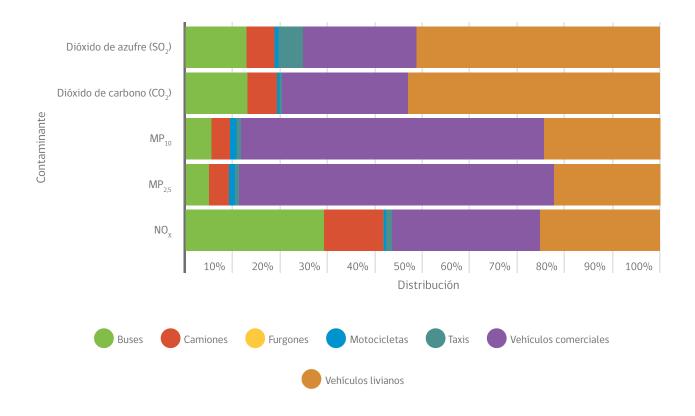
Tabla 9. Parque vehicular, permisos de circulación INE ciudades sin modelo de transporte, 2020.

Tipo vehículo	San Antonio	San Felipe	Los Andes	San Fernando	Coyhaique	Total
Bus urbano	296	150	457	149	103	1.155
Camión liviano	555	347	377	629	672	2.580
Camión mediano <sup>15</sup>	-	-	-	-	-	-
Camión pesado	969	100	306	153	114	1,642
Motocicleta	400	642	733	582	247	2,604
Particular	12.540	10.477	10.218	13.276	11.889	58.400
Taxi colectivo	1.661	568	682	681	415	4,007
Vehículo comercial	3.806	3.122	2.518	5.005	5.831	20.282
Vehículo de alquiler	94	98	68	25	137	422
TOTAL	20.321	15.504	15.359	20.500	19.408	82.847

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas (INE), 2021.

<sup>&</sup>lt;sup>15</sup> El INE no maneja en sus estadísticas la categoría camiones medianos.

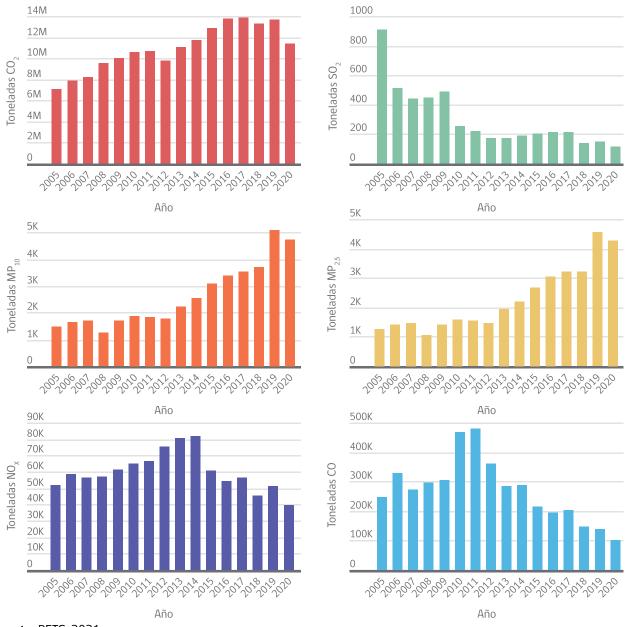
**Indicador 13:**Composición de emisiones de transporte en ruta por categoría vehicular, 2020.



Se puede apreciar que los vehículos comerciales y livianos representan la mayor fuente de emisión para todos los contaminantes, representando en conjunto más del 50% del total de las emisiones estimadas.

Es oportuno destacar el impacto de los buses y camiones en la generación de  $NO_{\chi^1}$  siendo estos 29,14% y 12,50%, respectivamente.

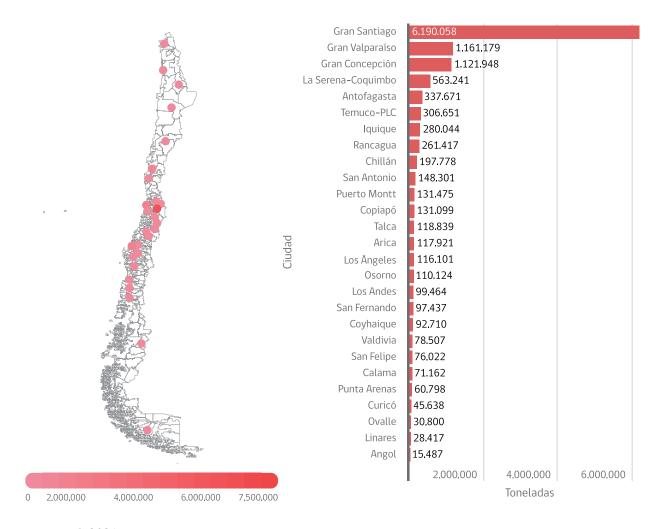
**Indicador 14:** Emisiones históricas por transporte en ruta, 2005-2020.



El 2020 presenta una disminución en la estimación de emisiones de todos los contaminantes respecto del año anterior. Las mayores caídas porcentuales son para las emisiones por concepto de monóxido de carbono (CO), NO<sub>v</sub> y dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), las que representan una caída de 26%, 24% y 19%, respectivamente. Para el caso del material particulado (MP<sub>10</sub> y MP<sub>25</sub>) se puede ver una tendencia a la baja de 7%. No obstante, esta no es tan significativa como para los demás contaminantes.

Es importante mencionar que el 2020 fue un año de pandemia, en donde hubo una política de aislamiento, que podría explicar la baja general en las emisiones de transporte en ruta. Esto debido a que un menor volumen de personas hicieron uso de los medios de transporte en general debido a las restricciones sanitarias.

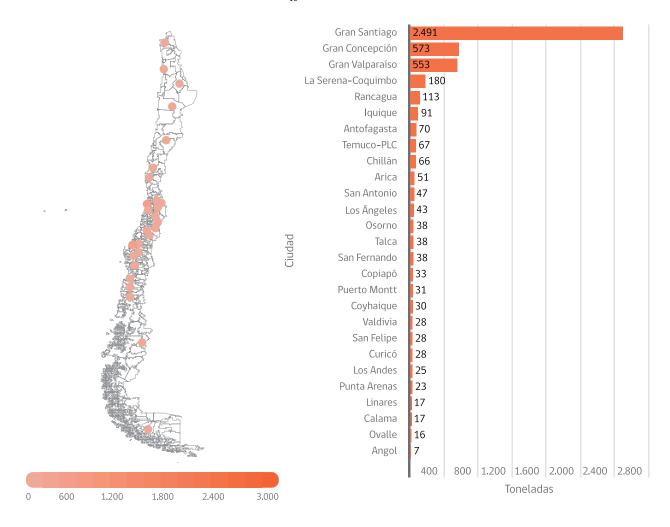
**Indicador 15:** Emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en ciudades por transporte en ruta, 2020.



El total de las emisiones estimadas de  ${\rm CO_2}$  para el año 2020 fue de 11.392.660,68 [t]. Las zonas más urbanizadas producen la mayor cantidad de emisiones de  ${\rm CO_2}$ , estas

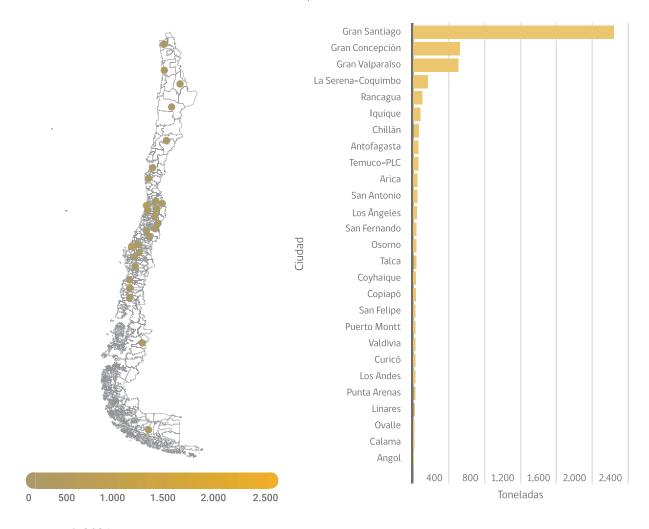
son: el Gran Santiago con 52,20%, Gran Valparaíso con 9,47% y el Gran Concepción con 9,41%.

**Indicador 16:** Emisiones de material particulado respirable  $(MP_{10})$  en ciudades por transporte en ruta, 2020.



El total de emisiones estimadas de material particulado respirable  $(MP_{10})$  para el 2020 fue de 4.742 toneladas. De ese total, las zonas que mayores cantidades de MP<sub>10</sub> emitieron son áreas urbanas. Estas son por orden decreciente: el Gran Santiago, el Gran Concepción y el Gran Valparaíso quienes representan en conjunto el 76,27% respecto del total estimado y, de manera individual, el 52,53%, 12,07% y el 11,66%, respectivamente.

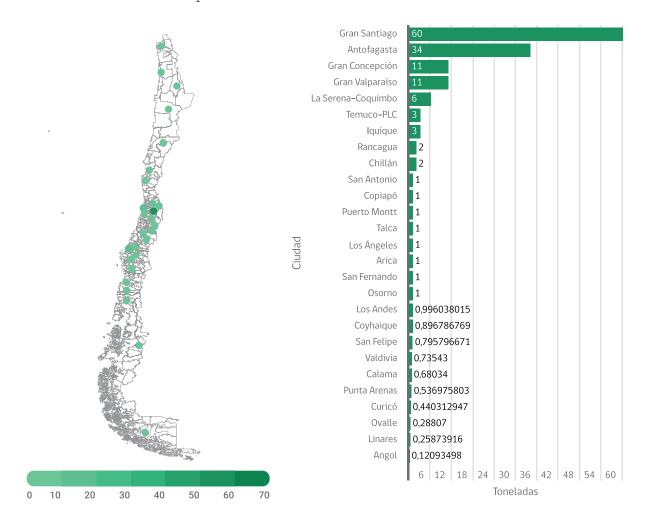
**Indicador 17:** Emisiones de material particulado respirable fino (MP<sub>2.5</sub>) en ciudades por transporte en ruta, 2020.



El total de emisiones estimadas de material particulado respirable fino 2.5 (MP<sub>2.5</sub>) en 2020 es 4.272 toneladas. De estas, el Gran Santiago, el Gran Valparaíso y el Gran

Concepción representan el 76,28% respecto del total nacional; e individualmente 52,27%, 12,23% y 11,78%, respectivamente.

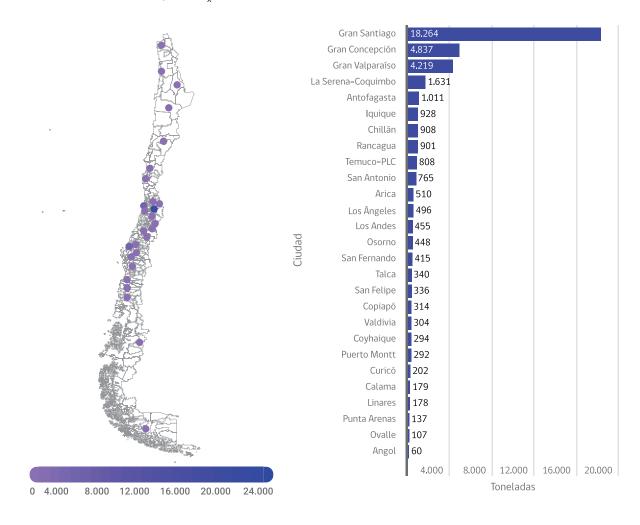
**Indicador 18:** Emisiones de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) en ciudades por transporte en ruta, 2020.



Las estimaciones de emisiones de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) son relativamente bajas respecto de las otras emisiones medidas en el 2020 debido a la naturaleza del transporte en ruta. Específicamente, el 2020 suma una estimación de 116,78 toneladas de emisiones al aire de SO<sub>2</sub>.

De estas, el Gran Santiago, Gran Concepción y Gran Valparaíso suman 70,56% respecto del total estimado y, de manera individual, representan respectivamente 51,40%, 9,62% y 9,52%.

**Indicador 19:** Emisiones de óxidos de nitrógeno  $NO_x$  en ciudades por transporte en ruta, 2020.



Las estimaciones de emisiones de  $NO_x$  para el 2020 suman 33.339 toneladas. Las zonas más urbanizadas del país -el Gran Santiago, Gran Concepción y Gran Valparaíso-

concentran en el 2020 el 69,44% del total estimado, siendo la contribución individual de 46,42%, 12,29% y 10,72%, respectivamente.

# 1.2.2. Emisiones asociadas a la combustión de leña residencial

La contaminación al aire producto de la combustión de leña residencial es un serio problema ambiental que afecta a la población de las regiones centro-sur y sur del país, por lo que es necesario contar con la mejor información para tomar decisiones de política pública que contengan o reviertan esta situación.

Las emisiones asociadas a la combustión de leña residencial se analizan en este informe por comuna y tipo de artefacto mediante una metodología de estimación que se ha ido elaborando y mejorando en el tiempo, principalmente respecto de los factores de emisión, los que son actualizados por medio de diversos estudios realizados por los Ministerios de Energía y del Medio Ambiente, con la finalidad de obtener estimaciones más certeras.

Los contaminantes que se estiman son dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), óxido de nitrógeno (NO<sub>v</sub>), dióxido de azufre (SO<sub>3</sub>), monóxido de carbono (CO), compuestos orgánicos volátiles (COVs), nitrógeno amoniacal (NH<sub>2</sub>), material particulado (MP, MP<sub>10</sub> y MP<sub>25</sub>) y carbono negro (CN).

#### Metodología

La metodología utilizada para el cálculo de las emisiones generadas por la combustión residencial de leña es del tipo Top Down, la que consiste en multiplicar el consumo de leña por un factor de emisión másico por contaminante, es decir, emisión expresada en masa de contaminantes por masa de combustible quemado.

#### a) Niveles de actividad:

Al no existir estudios más recientes o actualizados, se utiliza como información base la encuesta nacional de leña del estudio "Medición del Consumo Nacional de Leña y Otros Combustibles Sólidos Derivados de la Madera" realizado por la Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT) para el Ministerio de Energía (2015). De dicho estudio se obtienen los consumos de leña para el 2016 desde la Región de Valparaíso hasta Aysén, asimismo, desde la Región de Coquimbo hasta Arica y Parinacota se agrupan en la macrozona norte<sup>16</sup>.

Además, se utilizó la Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (CASEN, 2013) y la información reportada por el "Programa de Proyecciones de la Población" desarrollado por el INE a partir de los resultados de los Censos levantados en el país para obtener porcentajes de distribución poblacional a nivel comunal en las quince regiones del país, las que son utilizadas para distribuir los consumos regionales de leña al 2020.

Para el cálculo de las emisiones asociadas a la combustión de leña residencial con metodología Top Down se estableció el nivel de actividad en función del consumo de combustible expresado en masa por unidad de tiempo (dependiendo de la caracterización temporal del consumo en forma horaria, semanal, mensual, estacional, o anual).

La metodología de estimación de consumo de leña a nivel comunal se realizó de la siguiente manera:

1) Preparación de consumos de leña al 2020 (urbano y rural) a nivel regional basado en el "Estudio CDT". (CDT, 2015).

2) Distribución de porcentajes de consumo regional de leña a nivel comunal, para ello se realizó lo siguiente:

- Proyección de la población a nivel comunal elaborada por el INE.
- · Subdivisión de la población a nivel regional en urbanorural a partir de las proyecciones del INE.
- · Estimación del consumo per cápita de leña a nivel comunal subdividido en urbano-rural, a partir de encuesta CASEN 2013.
- · Estimación a nivel comunal del porcentaje de personas que no consumen leña, subdividido en urbano-rural a partir de la encuesta CASEN 2013.
- Estimación a nivel comunal de consumos per cápita de leña subdivididos en urbano y rural.
- · Porcentajes de distribución a base de la estimación de consumos de leña a nivel comunal subdivididos en urbano y rural.

3) Desagregación comunal (urbana y rural) de los consumos regionales de leña 2020 a base de los datos de la Encuesta CDT, CASEN 2013 y Estadísticas de Población 2020.

<sup>&</sup>lt;sup>16</sup> Hasta el 2014 se utilizaban datos de consumo de leña residencial provenientes de la encuesta CASEN.

#### b) Factores de emisión para leña:

Los factores de emisión utilizados fueron obtenidos del estudio "Actualización del Inventario de Emisiones Atmosféricas de las Comunas de Temuco y Padre Las Casas, año base 2013" (ver Anexo 4), desarrollado por SICAM Ingeniería Ltda., para la Seremi del Medio Ambiente, Región de La Araucanía para los contaminantes locales. En lo que respecta a los contaminantes globales, los factores de emisión provienen del "IPCC, 2006a, Vol. Energy: Chapter External Combustion Table 2.5 Wood/ Wood Waste (Residential) y Table 2.9 Wood Stoves".

Tabla 10.

Factores de emisión de GEI para combustión residencial a leña<sup>17</sup>.

Factor emisión	CO <sub>2</sub>	CH₄	N <sub>2</sub> O
FE IPCC [kg/TJ]	112.000,0	1.224,0	11,3
FE Leña [kg/ton]	1.640,0	17,9	0,2

Fuente: (IPCC, 2006a)18.

Finalmente, para la estimación de carbono negro (CN) se utilizó el factor de fracciones de CN en el MP<sub>2,5</sub> estimado, basado en el "Manual para el Desarrollo de Inventarios de Emisiones Atmosféricas" (MMA, 2017b, n. Tabla 2-38).

Al respecto, los factores de emisión de contaminantes locales reflejan las condiciones reales que caracterizan la combustión de la leña residencial en Chile. En específico, estos antecedentes han sido generados con mediciones efectuadas a partir del 2010 en los Laboratorios de la Universidad Católica de Temuco, Universidad de Concepción y la empresa SERPRAM S.A. También fueron considerados algunos antecedentes reportados por el Laboratorio OMNI de EE.UU., que se obtuvieron de un servicio técnico de mediciones contratado por el Ministerio del Medio Ambiente, para la evaluación según protocolos de certificación de cinco (5) artefactos fabricados o comercializados en Chile (SERPRAM, 2006; Universidad de Concepción, 2002; DICTUC S.A., 2007; Launhardt, 2000; AMBIOSIS S.A., 2008; Nussbaumer, 2006).

Al respecto, el estudio de SICAM<sup>20</sup> señala que si bien la distribución de calidad de leña generalmente se hace para tres condiciones (seca, semihúmeda y húmeda), no existen estudios que permitan obtener una diferenciación de factores de emisión confiables entre leña semihúmeda y leña húmeda, por lo que se consideró pertinente sumar la distribución asignada para estas categorías.

# c) Incorporación del programa de recambio de equipos de leña

Debido a que el consumo de leña al 2020 y la distribución de artefactos a leña se estimaron a partir de información del 2014 (CDT, 2015), se incorporó información del programa de recambio de calefactores en Chile. El programa de recambio consiste en retirar artefactos de leña antiguos e introducir nuevos equipos, lo que generaría un menor consumo de leña, por una mayor eficiencia térmica del nuevo equipo o por cambio de combustible. Esto se traduce en menores emisiones por combustión de leña, por el menor consumo y factor de emisión de equipos modernos.

#### d) Estimación de emisiones

Finalmente, considerando todos los insumos, es decir, los niveles de actividad (consumos de leña), los factores

Los factores de emisión utilizados establecen tres condiciones: uso de leña seca, uso de leña húmeda y mala operación de los artefactos<sup>19</sup>.

 $<sup>^{21}</sup>$  Para  $\mathrm{CH_4}$  y  $\mathrm{N_2O}$  se utilizó el factor de emisión presentado para Wood Stoves. Además del poder calorífico para leña del Balance Nacional de Energía (BNE) (Cuadro A2 del BNE-2017), estimado en 3.500 kCal/kg, o 0,014644 TJ/ton.

<sup>&</sup>lt;sup>18</sup> Vol Energy: Chapter External Combustion Table 2.5 Wood/ Wood Waste (Residential) y Table 2.9 Wood Stoves.

<sup>&</sup>lt;sup>19</sup> Esta variable tiene relación con la proporción de domicilios que utilizan el tiraje que regula la entrada de aire primario de combustión en posición cerrada.

<sup>&</sup>lt;sup>20</sup> Estudio "Generación de antecedentes y revisión bibliográfica sobre cocinas a leña, 2017".



de emisión, y algunas variables y parámetros relevantes como tipo de artefacto, tipo de operación y tipo de humedad, las emisiones se determinan multiplicando el consumo anual de leña por un factor de emisión, de acuerdo con la siguiente expresión general:

#### Ecuación 4

$$Etotal_{ijkmpqh} = \frac{\sum NA_{kjmpq} \cdot FE_{ipqh}}{1.000.000}$$

#### Donde:

**Etotal**<sub>iikmpah</sub>: Emisiones en [ton/año] del contaminante i, para un año de evaluación j, para la comuna k, para el tipo de población **m**, para el tipo de artefacto **p**, para el tipo de operación q, y para el tipo de humedad h.

NA<sub>kimpa</sub>: Nivel de actividad en [kg/año] para la comuna k, para un año de evaluación j, para el tipo de población m, para el tipo de artefacto **p**, y para el tipo de operación **q**. FE<sub>ingh</sub>: Factor de emisión en [g/kg] del contaminante i, para el tipo de artefacto **p**, para el tipo de operación **q**, y para el tipo de humedad h.

- · Tipo de población: urbano, rural.
- · Tipo de artefacto: cámara doble (combustión lenta C/T), cocina a leña, salamandra, cámara simple (combustión lenta S/T), chimenea, caldera a leña (salamandra)
- · Tipo de operación: tiraje abierto, tiraje cerrado.
- · Tipo de humedad: leña húmeda, leña seca.

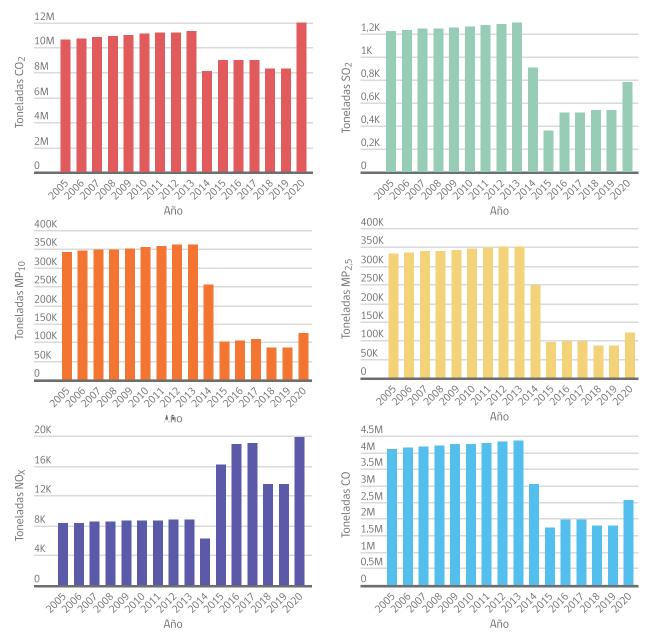
#### e) Principales supuestos de la metodología

A continuación se resumen los principales supuestos de la metodología para estimar emisiones del sector combustión a leña residencial:

- Provecciones realizadas de consumo de leña de CDT para el 2020 son válidas.
- II. Porcentaje de hogares que consumen leña a nivel regional es igual para cada comuna contenida en la región.
- III. Distribución de humedad de leña y condiciones de operación son iguales a nivel nacional.
- IV. Densidad de leña es igual a nivel nacional.

Indicador 20:

Emisiones asociadas a la combustión de leña residencial, 2005-2020.

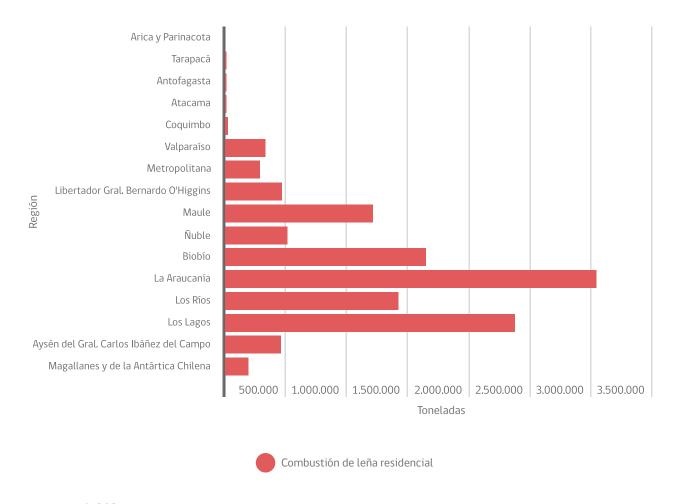


Fuente: RETC, 2021.

Durante 2020 se observa una variación porcentualmente mayor que años anteriores en las emisiones asociadas a combustión de leña residencial. Esto rompe con la tendencia histórica a la baja en las estimaciones por concepto de combustión de leña residencial. Este cambio se debe principalmente a una modificación metodológica que consistió en un cambio en la fuente de información sobre consumo de leña.

En años anteriores, esta información se obtenía del estudio "Medición del consumo nacional de leña y otros combustibles sólidos derivados de la madera" (CDT, 2015). Para el 2020, con el fin de contar con información más actualizada, se toma como fuente la información que ha levantado el Instituto Forestal (INFOR) para el periodo 1992-2019.

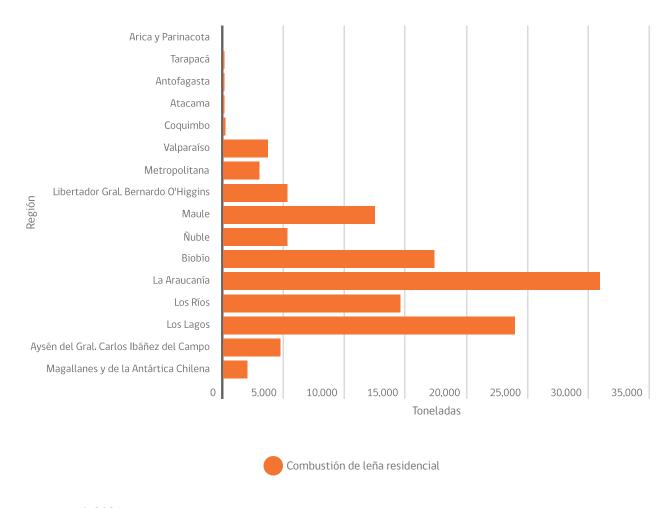
**Indicador 21:** Emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) por combustión de leña residencial por región, 2020.



Las emisiones de carbono (CO<sub>2</sub>) por combustión de leña residencial tienden a concentrarse en las regiones del sur y australes del país, exceptuando la Región de Magallanes y de la Antártica Chilena. Las regiones del Maule, Biobío, La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos

concentran el 81% de las estimaciones (9.697.265 toneladas) siendo sus contribuciones individuales de 10,09%, 13,74%, 25,46%, 11,90% y 19,81% respectivamente.

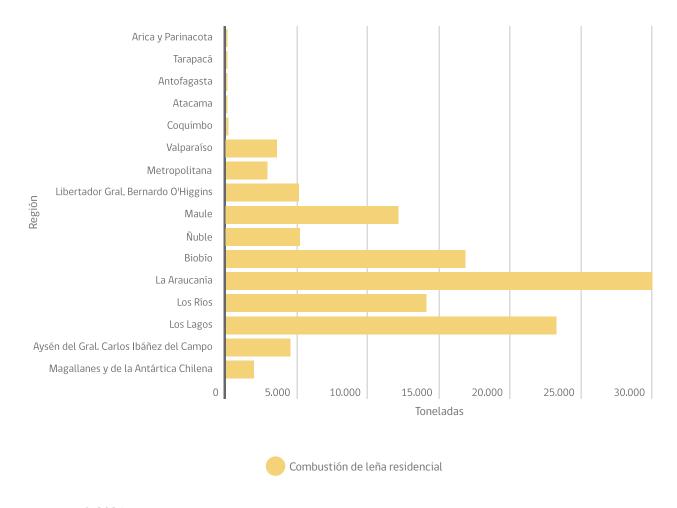
**Indicador 22:** Emisiones de material particulado respirable  $(MP_{10})$  por combustión de leña residencial por región, 2020.



Las emisiones de material particulado respirable ( $\mathrm{MP}_{10}$ ) por combustión de leña residencial tienden a concentrarse en las regiones sur y austral del país, exceptuando la Región de Magallanes y de la Antártica Chilena. Las regiones del

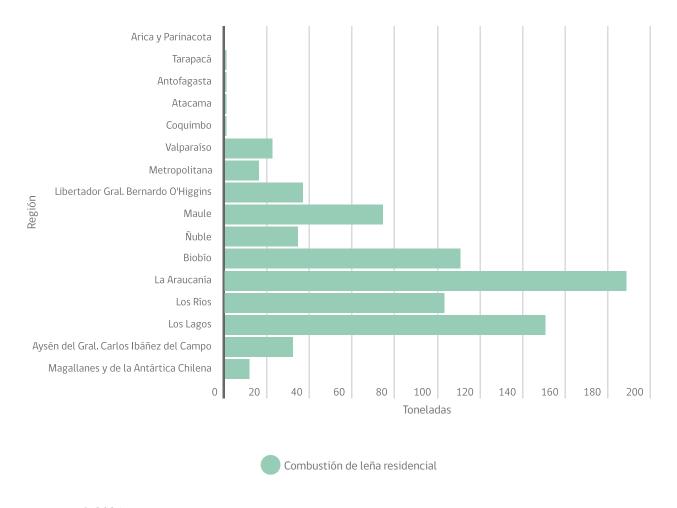
Maule, Biobío, La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos concentran el 81,25% de las estimaciones (99.117 toneladas), siendo sus contribuciones individuales de 10,09%, 14,02%, 25,03%, 11,76% y 19,34% respectivamente.

**Indicador 23:** Emisiones de material particulado respirable fino (MP<sub>2.5</sub>) por combustión de leña residencial por región, 2020.



Las emisiones de material particulado respirable fino  $(\mathrm{MP}_{2,5})$  siguen la tendencia del  $\mathrm{MP}_{10}$ . Específicamente, las emisiones de  $MP_{2.5}$  tienden a concentrarse en las regiones sur y austral del país, exceptuando la región de Magallanes y de la Antártica Chilena. Las regiones del Maule, Biobío, La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos concentran el 80,25% de las estimaciones (96.341 toneladas), siendo sus contribuciones individuales de 10,09%, 14,02%, 25,03%, 11,76% y 19,34% respectivamente.

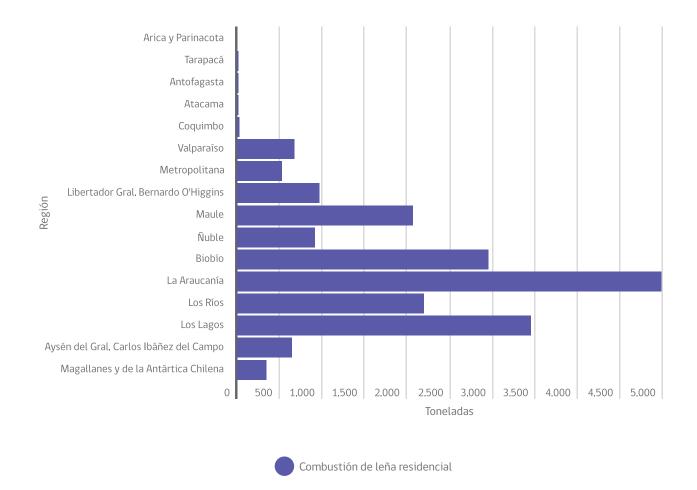
**Indicador 24:** Emisiones de dióxido de azufre  $(SO_2)$  por combustión de leña residencial por región, 2020.



Las emisiones de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) por combustión de leña residencial se concentran en las regiones sur y austral del país. Adicionalmente, el orden de magnitud respecto a las otras emisiones es significativamente menor. La región con mayor cantidad de emisiones es La Araucanía con 188,55 toneladas (24,11% del total).

Las regiones del Maule, Biobío, Los Lagos y Los Ríos concentran el 80,19% (627,08 toneladas) del total (782,02 toneladas). Las contribuciones individuales de las regiones mencionadas son 9,48%, 14,10%, 19,27% y 13,22%, respectivamente.

**Indicador 25:** Emisiones de óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) por combustión de leña residencial por región, 2020.



Las emisiones de óxidos de nitrógeno (NO<sub>v</sub>) por combustión de leña residencial se concentran en las regiones sur y austral del país. La región con mayor cantidad de emisiones estimadas de NO<sub>x</sub> es La Araucanía con 4.992 toneladas (25,25% del total). Adicionalmente, si se consideran las regiones del Maule, Biobío, Los Ríos y Los Lagos, estas concentran el 79,05% de las emisiones nacionales (19.773 toneladas) siendo las contribuciones individuales de 10,42%, 14,90%, 11,06% y 17,42% respectivamente.

# 2 EMISIONES AL AGUA

La información para la elaboración de los indicadores ambientales presentados en el siguiente apartado proviene de los organismos sectoriales con competencia en la regulación de las emisiones de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales, y a las napas subterráneas. Estas instituciones son la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) y la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), que deben enviar al Ministerio del Medio Ambiente (MMA) esta información para la construcción de las estadísticas e indicadores ambientales.

El concepto de emisión al agua de contaminantes asociados a la descarga de residuos líquidos a aguas marinas y continentales se enmarca en la definición establecida en la letra c) del artículo 3 del Reglamento del RETC, donde se establece que la emisión considera toda introducción de contaminantes o sustancias en el medio ambiente, regulados o no, producto de cualquier actividad humana. Estas emisiones se encuentran reguladas por distintos cuerpos normativos, los que se presentan en la Tabla 11.

Tabla 11.

Normativa asociada a la descarga de RILes.

#### Cobertura Nacional

**D.S. Nº 90/2000 del MINSEGPRES**, establece norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a la descarga de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales.

D.S. Nº 46/2002 del MINSEGPRES, regula la norma de emisión de residuos líquidos a aguas subterráneas.

#### Cobertura específica

**D.S. Nº 80/2006 del MINSEGPRES**, establece norma de emisión para molibdeno y sulfatos de efluentes descargados desde tranques de relaves al estero Carén.

Fuente: Ley Chile (https://www.leychile.cl/).



### 2.1. Emisiones de contaminantes a aguas marinas y continentales superficiales

Entre los establecimientos registrados en el Sistema de Ventanilla Única se encuentran fuentes emisoras de residuos líquidos a distintos cuerpos de aguas marinas y continentales superficiales.

Una fuente emisora corresponde a un establecimiento que, como resultado de su proceso, actividad o servicio, descarga residuos líquidos a uno o más cuerpos de agua receptores con una carga contaminante media diaria o de valor característico mayor, o fuera de los rangos aceptables, según sea el caso, en uno o más parámetros a los valores de referencia del artículo 3.7 del D.S. Nº 90/2000, o por descargas en el estero Carén de acuerdo con el D.S. Nº 80/2006, ambos del MINSEGPRES.

De acuerdo con la normativa, las fuentes emisoras deben contar con un Programa de Monitoreo establecido mediante resolución, el que define los parámetros que se deben informar a los organismos fiscalizadores, así como el total de autocontroles que debe realizar durante el año, entre otras definiciones. Los autocontroles corresponden a mediciones puntuales de la descarga de un Residuo Industrial Líquido (RIL) en donde se informa la concentración de contaminantes, junto con otros parámetros.

La información reportada para el cumplimiento del D.S. Nº 90/2000 del MINSEGPRES proviene de la SMA, quien entrega al RETC las emisiones de contaminantes asociadas a los establecimientos industriales provenientes de los sistemas de reporte de Fiscalización de RILes.

Esta información también contempla las emisiones reportadas en cumplimiento al D.S. Nº 80/2006 del MINSEGPRES, que regula la descarga de contaminantes al estero Carén.

Además, la SISS envía anualmente al RETC las emisiones asociadas al cumplimiento del D.S. Nº 90/2000 reportado por las empresas sanitarias.

#### Metodología

En el caso de la información proveniente de la SMA, respecto de emisiones de contaminantes a cuerpos de aguas marinas y continentales superficiales, reportada por establecimientos industriales, el cálculo de la emisión anual (t/año) de los parámetros cuyas concentraciones se obtienen en mg/L, t/día o equivalente, como por ejemplo aceites y grasas, cloruros, sulfatos, entre otros, se realiza considerando algunos criterios de cálculo según el comportamiento nacional de los datos declarados, los que se mencionan a continuación:

- · Para estos casos, la emisión del contaminante mensual se obtiene de la concentración máxima para el mes informado, considerando 12 horas diarias durante 22 días de descarga de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales (comportamiento promedio nacional). Una vez calculadas las emisiones de contaminantes mensuales, se realiza una sumatoria de la totalidad de datos obtenidos según la cantidad de meses informados, obteniéndose la carga contaminante anual (t/año) de los parámetros definidos.
- · Es importante mencionar que para los parámetros cuya unidad de medida es diferente a la anterior (mg/L, t/día o equivalente), como por ejemplo caudal, pH, temperatura, entre otros, se entrega el valor máximo mensual obtenido, y el valor anual se obtiene realizando una sumatoria de los datos máximos informados mensualmente<sup>21</sup>.

Se adoptan estas consideraciones debido a que no se dispone del valor de volumen de descarga mensual (diario u horario), ni del tiempo de descarga o de operación del total de instalaciones, siendo estas muy diversas.

Es relevante mencionar que, en los cálculos realizados por la SMA, se utilizaron datos informados por las empresas fiscalizadas, así como del control directo efectuado por algún organismo del Estado.

Respecto de la información proveniente de la SISS, organismo que entrega las emisiones de contaminantes

<sup>&</sup>lt;sup>21</sup> Los parámetros con unidad de medida distinta a mg/L, t/día o equivalente corresponden a: caudal, pH, temperatura, poder espumógeno, sólidos sedimentables, coliformes fecales, porcentaje de sodio y conductividad.

a cuerpos de aguas marinas y continentales superficiales reportada por las Empresas Sanitarias, la emisión anual (t/año) se calcula utilizando el promedio de las concentraciones declaradas para el mes informado en un volumen puntual tratado. Una vez calculadas las cargas contaminantes mensuales, se realiza una sumatoria de la totalidad de datos obtenidos según la cantidad de meses informados, obteniéndose la cantidad anual (t/año) de contaminantes que son emitidos a aguas marinas o continentales superficiales.

A continuación se presentan los indicadores ambientales asociados al cumplimiento del D.S. Nº 90/2000,

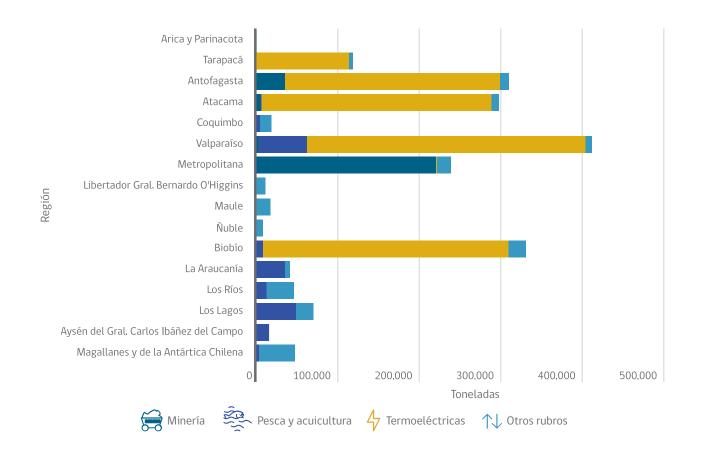
considerando también las emisiones asociadas al cumplimiento del D.S. Nº 80/2006, ambos del MINSEGPRES.

Los indicadores fueron elaborados a base de los rubros del RETC, con el fin de contar con una mayor cobertura de la información reportada por los establecimientos<sup>22</sup>.



<sup>&</sup>lt;sup>21</sup> Los parámetros con unidad de medida distinta a mg/L, t/día o equivalente corresponden a: caudal, pH, temperatura, poder espumógeno, sólidos sedimentables, coliformes fecales, porcentaje de sodio y conductividad.

**Indicador 26:** Emisiones de contaminantes a aguas marinas y continentales superficiales por rubro, desagregadas por región, 2020.



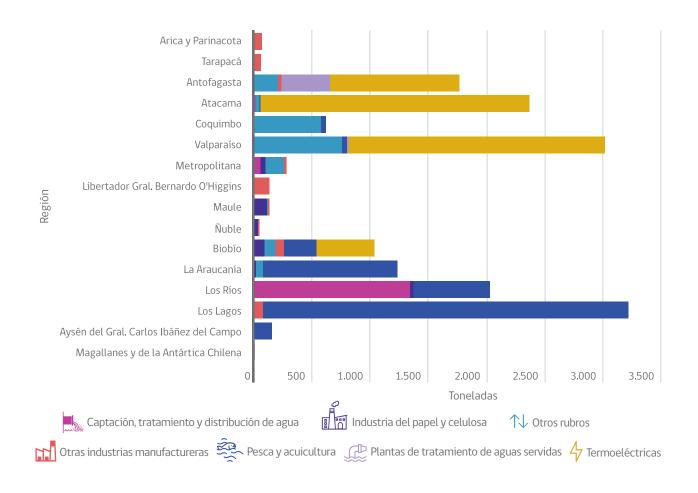
El 2019 los rubros con mayor descarga de contaminantes a aguas marinas y continentales superficiales<sup>23</sup> fueron termoeléctricas, pesca y acuicultura y minería. La descarga total del rubro de termoeléctricas fue de 1.300.035 toneladas a nivel nacional, siendo la Región de Valparaíso

la que genera la mayor descarga con 341.159 toneladas, seguida por las regiones de Biobío, Atacama y Antofagasta.

Los rubros de pesca y acuicultura y minería generaron 187.335 y 262.081 toneladas a nivel nacional.

<sup>&</sup>lt;sup>23</sup> Se debe considerar que dentro del rubro generación de energía algunas termoeléctricas utilizan dentro de sus procesos grandes cantidades de aguas de mar, que contienen altos contenidos de cloruros y otras sustancias. Posteriormente esta agua es devuelta al mar sin antes pasar por las mediciones asociadas al cumplimiento mormativo del D.S 90. Debido a esto, es posible que en algunas sustancias o parámetros se sobrestimen, debido a que las descargas ya contenían un alto nivel de varias sustancias.

**Indicador 27:** Emisiones de aceites y grasas a aguas marinas y continentales superficiales por rubro desagregadas por región, 2020.

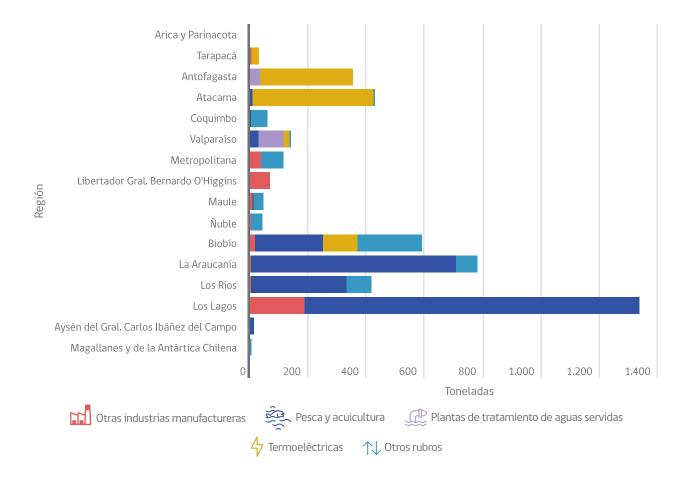


El 2020 el rubro con mayor descarga de aceites y grasas vertidas a aguas marinas y continentales superficiales corresponde a termoeléctricas con 6.143 toneladas a nivel nacional, siendo la Región de Atacama la que concentra

la mayor descarga con 2.316 toneladas. En términos de descargas, le sigue pesca y acuicultura y otros rubros con 5.467 y 1.895 toneladas, respectivamente.

#### **Indicador 28:**

Emisiones de fósforo total, nitrógeno total Kjeldahl y nitritos más nitratos a aguas marinas y continentales superficiales por rubro desagregadas por región, 2020.



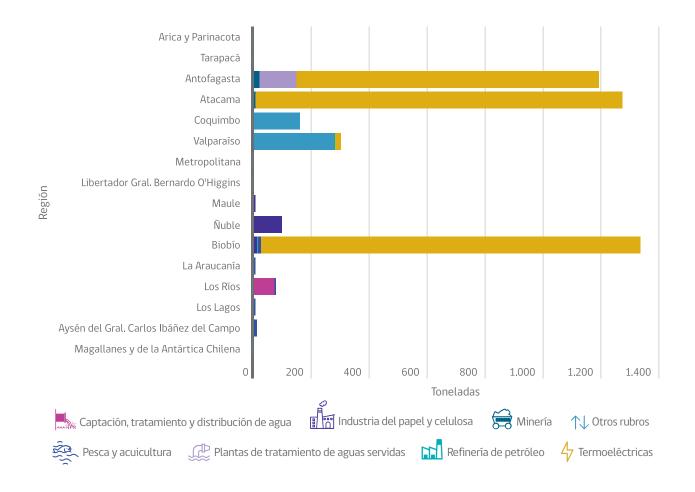
Fuente: RETC y SMA, 2021.

Al evaluar las emisiones de fósforo total, nitrógeno total Kjeldahl y nitritos más nitratos a aguas marinas y continentales superficiales a nivel nacional, sobresalen los rubros de pesca y acuicultura, y plantas de tratamiento de aguas servidas que en conjunto emitieron 2.594 toneladas.

En las regiones de La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos destaca el rubro de pesca y acuicultura que en conjunto sumaron 2.183 toneladas.

Las regiones de Atacama y Antofagasta sobresalen con 415 y 317 toneladas, respectivamente, en el rubro de termoeléctricas.

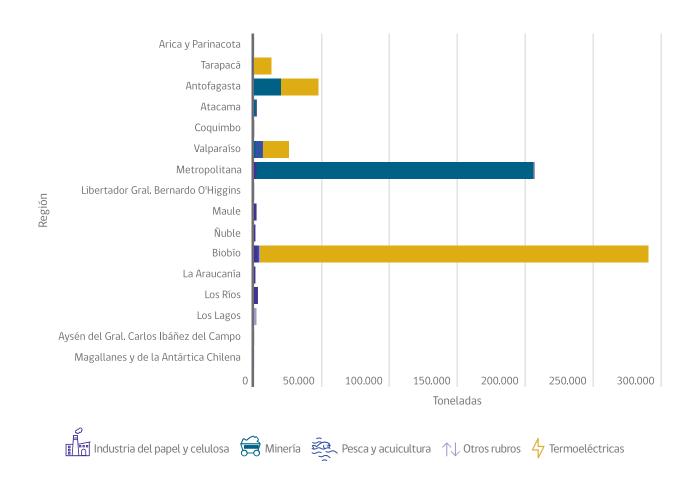
**Indicador 29:** Emisiones de hidrocarburos a aguas marinas y continentales superficiales por rubro desagregadas por región, 2020.



El 2020, las emisiones de hidrocarburos a aguas marinas y continentales superficiales son generadas principalmente por los rubros termoeléctricas y otros rubros. Las termoeléctricas generaron 3.641 toneladas de hidrocarburos a nivel nacional y se distribuye en tres

regiones mayormente: Biobío, Antofagasta y Atacama. La categoría otros rubros generó 442 toneladas a nivel nacional emitidas principalmente en Valparaíso y Coquimbo.

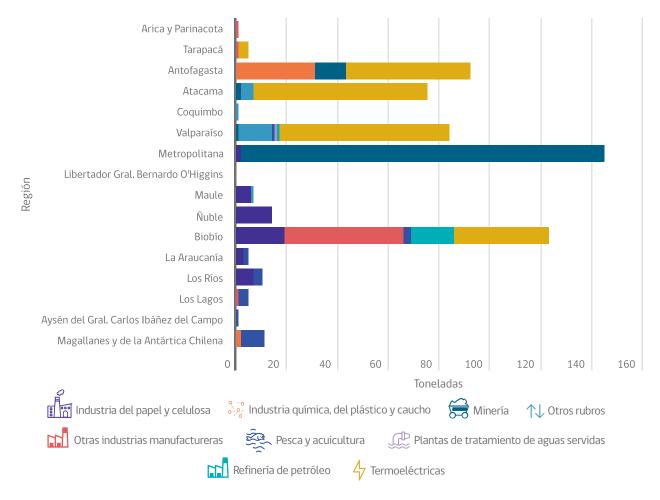
**Indicador 30:** Emisiones de sulfatos y sulfuros a aguas marinas y continentales superficiales por rubro desagregadas por región, 2020.



El 2020, la región con mayor emisión de sulfatos y sulfuros a aguas marinas y continentales superficiales fue Biobío con 290.310 toneladas, equivalentes al 49% de la emisión total nacional. Le siguen las de Tarapacá y Metropolitana con 8% y 35%, respectivamente. En Biobío, más del 98% de la emisión de sulfuros y sulfatos corresponde al rubro

de termoeléctricas con 285.624 toneladas. En Tarapacá, el 57% corresponde al mismo rubro (termoeléctricas) con 27.200 toneladas, mientras que en la Región Metropolitana sobresale minería con 203.276 toneladas de sulfatos y sulfuros.

**Indicador 31:**Emisiones de metales pesados a aguas marinas y continentales superficiales por rubro desagregadas por región, 2020.



Las regiones con mayor emisión de metales pesados<sup>24</sup> a aguas marinas y continentales superficiales para el 2020 fueron: Metropolitana con 146 toneladas, seguida por Biobío con 125 y Antofagasta con 92 toneladas.

En Biobío, los rubros con mayor participación fueron industrias manufactureras y termoeléctricas con 47 y 37

toneladas, mientras que en Antofagasta generaron 31 y 49 toneladas, respectivamente.

El rubro de minería representa casi el total de la emisión de metales pesados en la Región Metropolitana con 143 toneladas.

<sup>&</sup>lt;sup>24</sup> La emisión de metales pesados cuantificada corresponde a la sumatoria de las emisiones de arsénico, aluminio, cadmio, cromo hexavalente, cromo total, cobre, estaño, manganeso, mercurio, molibdeno, níquel, plomo y zinc reportadas para el 2019.

### 2.2. Emisiones de contaminantes a aguas subterráneas

Una fuente emisora corresponde al establecimiento que, como resultado de su proceso, actividad o servicio, descarga residuos líquidos a uno o más cuerpos de agua receptores (en este caso acuíferos) con una carga contaminante media diaria o de valor característico mayor, o fuera de los rangos aceptables, según sea el caso, en uno o más parámetros de los valores de referencia establecidos en el punto 8 del artículo 4 del D.S. Nº 46/2002 del MINSEGPRES.

De acuerdo con la normativa, las fuentes emisoras deben contar con un Programa de Monitoreo establecido por resolución, el que define los parámetros que debe informar a los organismos fiscalizadores, así como el total de autocontroles que debe realizar durante el año, entre otras definiciones.

Los autocontroles corresponden a mediciones puntuales de la descarga de un RIL en donde se informa la concentración de contaminantes junto con otros parámetros.

La información reportada para el cumplimiento del D.S. N° 46/2002 del MINSEGPRES proviene de la SMA, quien entrega al RETC las emisiones de contaminantes asociadas a los establecimientos industriales provenientes de los sistemas de reporte de Fiscalización de RILes.

#### Metodología

El cálculo de la emisión anual (t/año) de los parámetros cuyas concentraciones se obtienen en mg/L, t/día o equivalente, como por ejemplo aceites y grasas, cloruros, sulfatos, entre otros, se realiza considerando algunos criterios de cálculo según el comportamiento

nacional de los datos declarados, los que se mencionan a continuación:

- · La emisión contaminante mensual se obtiene con la concentración máxima para el mes informado considerando 12 horas diarias durante 22 días de descarga de residuos líquidos a aguas subterráneas (comportamiento promedio nacional). Una vez calculadas las emisiones de contaminantes mensuales. se realiza una sumatoria de la totalidad de datos obtenidos según la cantidad de meses informados, obteniéndose la carga contaminante anual (t/año) de los parámetros definidos.
- · Es oportuno mencionar que para los parámetros cuya unidad de medida es diferente a la anterior (mg/L, t/día o equivalente), como, por ejemplo, caudal, pH, temperatura, entre otros, se entrega el valor máximo obtenido mensual, y la emisión anual se obtiene realizando una sumatoria de los datos máximos informados mensualmente<sup>25</sup>.

Estas consideraciones se generan debido a que no se dispone de un valor de volumen de descarga mensual (diario u horario), ni el tiempo de descarga o de operación del total de los establecimientos, siendo esta metodología muy diversa.

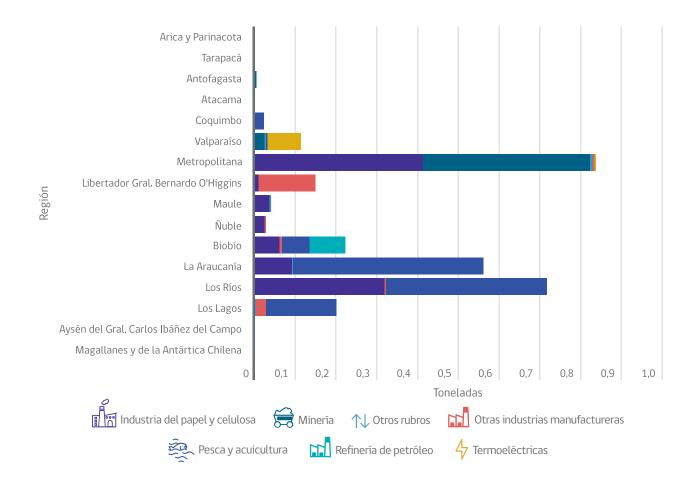
Por último, para los cálculos realizados, se utilizaron datos informados por las empresas fiscalizadas, así como del control directo que pudiera haber realizado la SMA.



<sup>&</sup>lt;sup>25</sup> Los parámetros con unidad de medida distinta a mg/L, t/día o equivalente corresponden a: caudal, pH, temperatura, poder espumógeno, sólidos sedimentables, coliformes fecales, porcentaje de sodio y conductividad.

#### **Indicador 32:**

Emisiones de pesticidas (pentaclorofenol, tetracloroeteno, tolueno, triclorometano y xileno) a aguas subterráneas por rubro desagregadas por región, 2020.



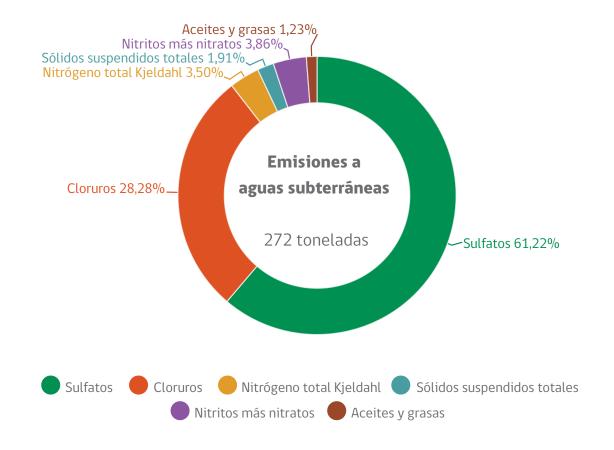
Fuente: RETC y SMA, 2021.

Las emisiones de los contaminantes pentaclorofenol, tetracloroeteno, tolueno, triclorometano y xileno están altamente relacionados con la utilización de pesticidas. A nivel nacional, el rubro que más destaca en la emisión de estos contaminantes para el 2020 fue pesca y acuicultura. En La Araucanía este rubro generó 0,5 toneladas de contaminantes de pesticidas, seguido por Los Ríos con 0,4 toneladas. El segundo rubro con

mayores emisiones de pesticidas es la industria del papel y la celulosa, destacando con 0,4 toneladas en la RM y 0,3 toneladas en Los Ríos.

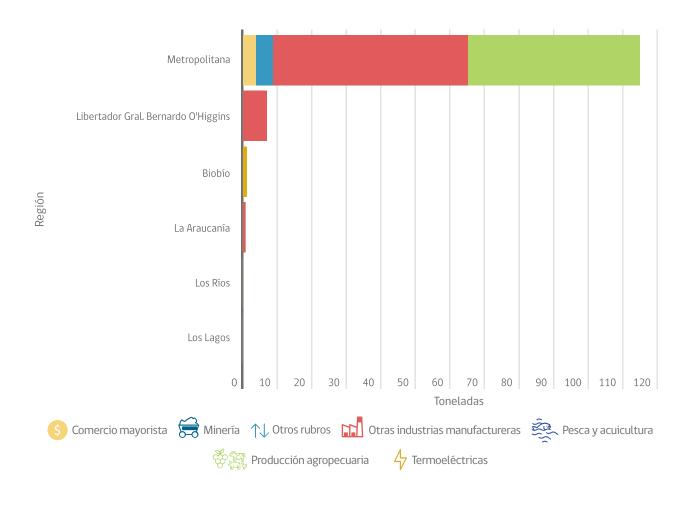
La región con mayor emisión de pesticidas en 2020, fue la Metropolitana con 0,8 toneladas, compuestas principalmente por minería e industria del papel y la celulosa.

**Indicador 33:** Principales contaminantes emitidos a aguas subterráneas a nivel nacional, 2020.



Los principales contaminantes emitidos a aguas subterráneas a nivel nacional, se observa que el año 2020 la mayor proporción corresponde a sulfatos que representan el 61% del total con 75 toneladas, seguido por la emisión de cloruros que equivalen al 28% con 34 toneladas.

**Indicador 34:** Emisiones contaminantes a aguas subterráneas por rubro desagregadas por región, 2020.



El 2020 la Región Metropolitana presenta la mayor participación en la emisión de contaminantes a aguas subterráneas, siendo el rubro de la industria manufacturera el de mayor proporción con una emisión de 56 toneladas, seguida por la industria agropecuaria con 49 toneladas.

# **RESIDUOS**

Desde el 2014 se da inicio a las declaraciones, mediante registros administrativos, de generación y recolección de residuos sólidos no peligrosos del país, que incluyen los residuos sólidos industriales, los residuos sólidos municipales y lodos provenientes de Plantas

de Tratamiento de Aguas Servidas, como también a los destinatarios de estos residuos, los que tienen la obligación de reportar esta mediante el Sistema Nacional de Declaración de Residuos (SINADER).

Tabla 12.

Normativa asociada a la disposición al suelo de residuos industriales y municipales no peligrosos.

#### **Cobertura Nacional**

D.S. Nº 1/2013 del MMA, aprueba reglamento del registro de emisiones y transferencias de contaminantes, RETC. Que en sus artículos 26, 27 y 28 establece obligaciones a generadores, municipalidades y destinatarios de residuos no sometidos a reglamentos específicos.

D.S. Nº 4/2009 del MINSEGPRES, regula el manejo de lodos generados en plantas de tratamiento de aguas servidas.

D.S Nº 189/2005 del MINSAL, que aprueba el Reglamento acerca de condiciones sanitarias y de seguridad básica en los rellenos sanitarios.

Fuente: Ley Chile (https://www.leychile.cl/).

Tabla 13. Generación y destino de residuos no peligrosos, 2020 (valores en toneladas).

N°	Capítulos Ler	Generador municipal	Generador industrial	Generación de lodos plantas de tratamiento de aguas servidas	I.R.A.R	Destinatario final
1	Residuos de la prospección, extracción de minas y canteras y tratamientos físicos y químicos de minerales		123.872			108.124
2	Residuos de la agricultura, horticultura, acuicultura, silvicultura, caza y pesca; residuos de la preparación y elaboración de alimentos	7	1.708.923		1.601	545.319
3	Residuos de la transformación de la madera y de la producción de tableros y muebles, pasta de papel, papel y cartón	27	1.734.407		225.513	630.013

Tabla 13. Generación y destino de residuos no peligrosos, 2020 (cont.).

N°	Capítulos Ler	Generador municipal	Generador industrial	Generación de lodos plantas de tratamiento de aguas servidas	I.R.A.R	Destinatario final
4	Residuos de las industrias del cuero, de la piel y textil		7.931			2.970
5	Residuos del refino de petróleo, purificación del gas natural y tratamiento pirolítico del carbón		1.541			
6	Residuos de procesos químicos inorgánicos		18.203			27.127
7	Residuos de procesos químicos orgánicos	246	8.548			20.572
8	Residuos de la fabricación, formulación, distribución y utilización (FFDU) de revestimientos (pinturas, barnices y esmaltes vítreos), adhesivos, sellantes y tintas de impresión		8.398		5	4.255
9	Residuos de la industria fotográfica		114			
10	Residuos de procesos térmicos	387	2.196.806		5.288	2.050.989
11	Residuos del tratamiento químico de superficie y del recubrimiento de metales y otros materiales; residuos de la hidrometalurgia no férrea		7.456		727	6.049
12	Residuos del moldeado y del tratamiento físico y mecánico de superficie de metales y plásticos		47.294			21.512
15	Residuos de envases; absorbentes, trapos de limpieza, materiales de filtración y ropas de protección no especificados en otra categoría	181	61.935		233	124.592

Tabla 13. Generación y destino de residuos no peligrosos, 2020 (cont.).

N°	Capítulos Ler	Generador municipal	Generador industrial	Generación de lodos plantas de tratamiento de aguas servidas	I.R.A.R	Destinatario final
16	Residuos no especificados en otro capítulo de la lista	1	204.745		34.021	521.071
17	Residuos de la construcción y demolición	1.839	1.587.267		5.256	783.868
18	Residuos de servicios médi- cos o veterinarios o de in- vestigación asociada (salvo los residuos de cocina y de restaurante no procedentes directamente de la presta- ción de cuidados sanitarios)		6.680			6.225
19	Residuos de las instala- ciones para el tratamiento de residuos, de las plantas externas de tratamiento de aguas residuales y de la preparación de agua para consumo humano y de agua para uso industrial		165.071		134.878	909.876
20	Residuos municipales (residuos domésticos y residuos asimilables procedentes de los comercios, industrias e instituciones), incluidas las fracciones recogidas selectivamente	7.893.124	1.300.519	340.882	2.311.696	3.864.837
21	TOTAL	7.895.810	9.189.709	340.882	2.719.217	9.627.401

Incluye cantidades recepcionadas por centros de acopio y estaciones de transferencia.

#### Metodología

#### a) Residuos sólidos industriales no peligrosos

La información respecto de los residuos sólidos industriales no peligrosos es capturada por el Sistema Nacional de Declaración de Residuos (SINADER), el que es administrado por el Ministerio del Medio Ambiente.

El SINADER utiliza como clasificación de residuos la Lista Europea de Residuos (LER), presente en el Anexo 5. Esta lista contempla residuos peligrosos y no peligrosos, sin embargo, para efectos del cumplimiento normativo del reglamento del RETC referido a sus artículos 26, 27 y 28, el sistema solo permite clasificar residuos no peligrosos.

Los diferentes tipos de residuos del LER se definen mediante capítulos de dos códigos, subcapítulos de cuatro códigos y los residuos con seis códigos. Para identificar un residuo en la lista se debe, en primer lugar, localizar la fuente que genera los residuos entre los capítulos 01 al 20 y a continuación buscar el código apropiado de seis cifras para el residuo.

Algunos establecimientos de producción específicos pueden necesitar varios capítulos para clasificar sus actividades, por ejemplo, una fábrica de automóviles puede encontrar sus residuos en los capítulos 12 (residuos del moldeado y tratamiento de superficie de metales), 11 (residuos inorgánicos que contienen metales procedentes del tratamiento y revestimiento de metales) y 08 (residuos de la utilización de revestimientos), dependiendo de las diferentes fases del proceso de fabricación.

Posterior a la clasificación del residuo, en el caso de un generador se debe señalar el establecimiento destinatario de dicho residuo, o el origen en el caso de un destinatario de residuos, asociando el tipo de tratamiento (ver Anexo 6) que se aplicará a dicho

residuo. La declaración finaliza reportando la cantidad en toneladas generada o recolectada anualmente del año anterior al declarado.

#### b) Residuos sólidos municipales

La recopilación de datos relativos a los residuos sólidos municipales se obtiene de los municipios que realizan una declaración anual de residuos. Para ello, los municipios deben declarar el tipo de residuo (acotado al capítulo 20 del código LER), el destino, la cantidad y el tipo de tratamiento.

## c) Lodos de plantas de tratamiento de aguas servidas (PTAS)

En cuanto a la declaración de lodos provenientes de PTAS, y en conformidad con el D.S. Nº 4/2009 del MINSEGPRES, el usuario debe seleccionar el tipo de lodo dentro de tres categorías técnicas (lodo estabilizado, lodo clase A y lodo clase B)<sup>26</sup>, donde solo los lodos clase A y clase B podrían ser valorizados mediante la aplicación al suelo, procedimiento que el usuario debe complementar con un plan de aplicación e informe técnico que contempla información como cantidad de lodos generados y su destino, cantidad de lodos aplicados por predio o potrero, los resultados de las mediciones realizadas y el resumen de las situaciones anormales de funcionamiento y las medidas aplicadas. A su vez, si el usuario declara disposición final de los lodos, se le solicitan los antecedentes de destinatario y cantidad en toneladas.

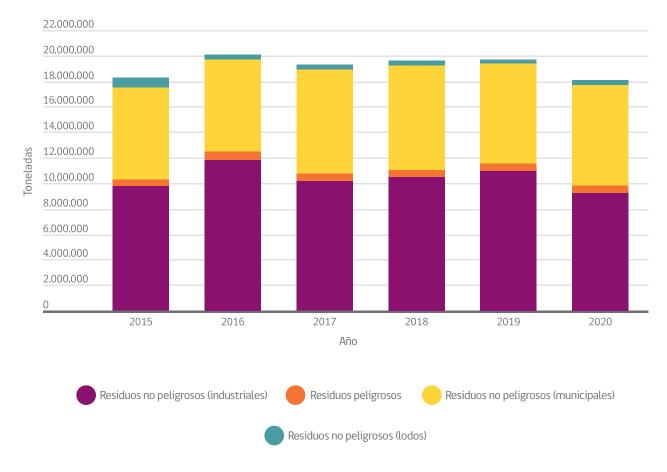


<sup>&</sup>lt;sup>26</sup> De acuerdo con el D.S. N° 4/2009 MINSEGPRES se define: Lodo estabilizado: Lodo con reducción del potencial de atracción de vectores sanitarios de acuerdo con lo establecido en el reglamento.

**Lodo Clase A:** Lodo sin restricciones sanitarias para aplicación al suelo.

**Lodo Clase B:** Lodo apto para aplicación al suelo, con restricciones sanitarias de aplicación según tipo y localización de los suelos o cultivos.

**Indicador 35:** Proporción de residuos según categoría de origen 2020.



Durante el 2020 se generaron a nivel nacional más de 18 millones de toneladas de residuos, disminuyendo aproximadamente 8% en promedio respecto de los últimos años.

El 97% del total de residuos corresponde a residuos no peligrosos y solo el 3% a residuos peligrosos. De este porcentaje, el 51% es de origen industrial, el 44% es de origen municipal y el 2% restante a lodos provenientes de las Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas (PTAS). Los

residuos peligrosos se mantienen en 3% respecto del total de residuos generado anualmente.

Observamos que la generación total de residuos muestra una baja, considerando los años previos, y podría explicarse debido a diversos aspectos, como la pandemia por Coronavirus, que en alguna medida afectó a determinadas actividades productivas durante el 2020, y, asimismo, coincidió con una actualización de la plataforma de reporte de residuos no peligrosos, SINADER.

A continuación se presenta una tabla resumen con el número de establecimientos que ha reportado el periodo 2019 en SIDREP y SINADER como generadores de residuos peligrosos y no peligrosos, respectivamente:

Tabla 14.
Reporte SINADER y SIDREP.

Generación de residuos a nivel nacional	Cantidad (toneladas)	N° Establecimientos		
Residuos industriales no peligrosos	9.189.709	6.937		
Residuos municipales <sup>27</sup>	5.983.387	240		
Generador residuos peligrosos	589.414	7.709		
Lodos de PTAS	340.882	211		
TOTAL	16.103.392	15.097		

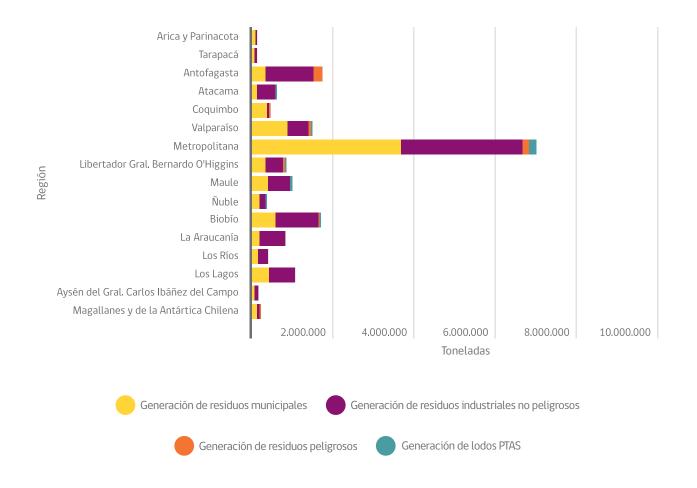
Es posible señalar que las cifras presentadas en este informe acerca de generación y disposición de residuos se basan en 15.172 establecimientos que reportan esta información en el Sistema Ventanilla Única del RETC para estos sistemas sectoriales, por

esta razón, es posible que no represente el universo total del país.

<sup>&</sup>lt;sup>27</sup> Trescientos quince municipios realizaron su declaración, para el resto de los municipios sus cantidades fueron estimadas.

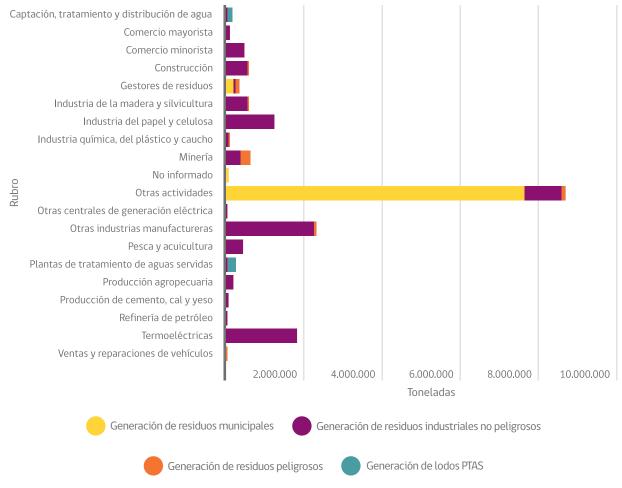


**Indicador 36:** Generación de residuos por categoría de origen desagregadas por región, 2020.



Debido a la concentración de población y las diversas actividades económicas que concentra, se destaca nuevamente la Región Metropolitana con un total de residuos generados que supera los 7 millones de toneladas, pero disminuyendo 14% respecto del año anterior. En cuanto a la generación de residuos peligrosos, la Región de Antofagasta es la que más residuos de este tipo genera, con más de 215 mil toneladas generadas el 2020, aumentando 3% respecto del año anterior.

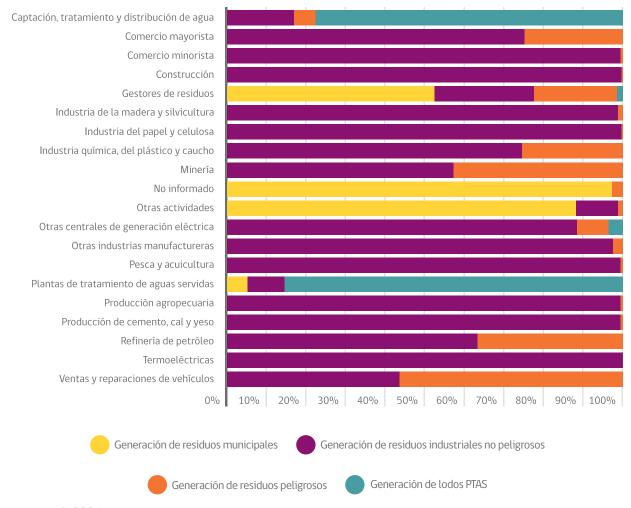
**Indicador 37-A:**Generación acumulada por tipo de residuos y por rubros, 2020.



La generación de residuos acumulada contiene 4 categorías; generación de residuos municipales, generación de residuos industriales no peligrosos, generación de residuos peligrosos y generación de lodos PTAS. El rubro "Otras actividades" presenta la mayor emisión con 8,6 millones de toneladas.

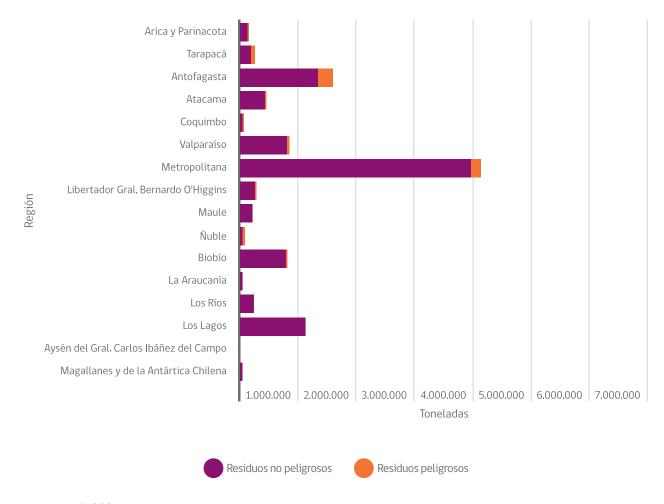
En los residuos industriales no peligrosos, destacan "Otras industrias manufactureras" con 2,2 millones de toneladas, "termoeléctricas" con 1,8 millones de toneladas, seguido de "industria del papel y celulosa" con 1,2 millones de toneladas.

**Indicador 37-B:** Composición de generación acumulada y totales por rubros, 2020.



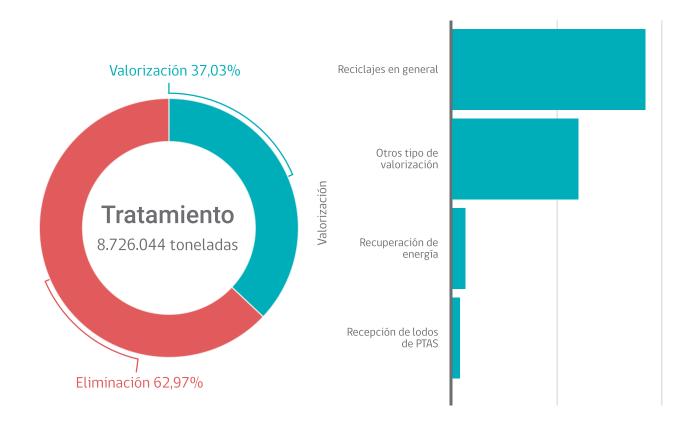
En generación acumulada y total de residuos asociada por rubros sobresalen otras industrias manufactureras y termoeléctricas, ambas representan el 22% de la generación de residuos a nivel nacional, superando los 4 millones de toneladas durante el 2020.

**Indicador 38:** Disposición final de residuos por categoría de origen, desagregadas por región, 2020.



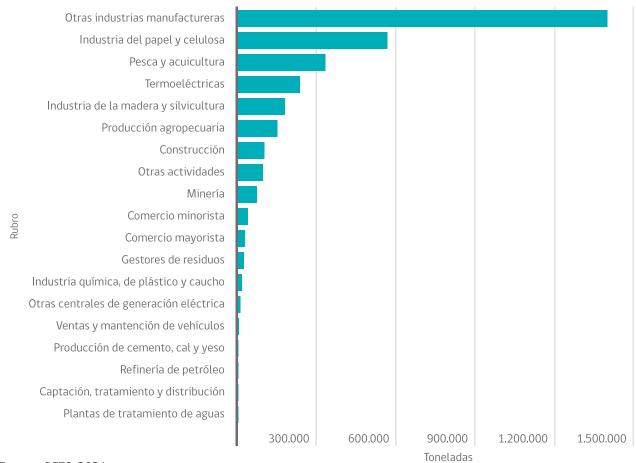
A nivel nacional la disposición final de residuos no peligrosos se concentra principalmente en la Región Metropolitana alcanzando casi los 4 millones de toneladas, disminuyendo respecto del año anterior, por otra parte, la disposición final de residuos peligrosos es mayor en la Región de Antofagasta superando las 254 mil toneladas.

**Indicador 39:** Tipo de tratamiento final de residuos sólidos no peligrosos, 2020.



Al analizar la generación de residuos industriales no peligrosos, se observa que la mayor proporción de estos son enviados a eliminación, lo que representa el 63% del total de residuos no peligrosos generados a nivel nacional, en cambio la valorización solo representa el 37%, por lo que existe una oportunidad en la vía de mejorar sustantivamente la valorización de este tipo de residuos, Debido a la implementación de la Ley 20.920/2016 MMA (Ley REP), que introduce el concepto de Consumidor Industrial y la gestión de residuos no domiciliarios.

**Indicador 40:** Valorización de residuos sólidos industriales no peligrosos por rubro, 2020.



Durante el 2020, se valorizaron 3.230.878 toneladas de residuos. Al desagregar la valorización total por rubro se puede observar que el rubro con mayor valorización corresponde a Otras industrias manufactureras con 1.398.734 toneladas, lo que representa el 43% del total.

En segundo lugar se encuentra el rubro de Industria del papel y celulosa con 566.419 toneladas, lo que representa el 18% de la valorización total nacional. En tercer lugar se encuentra el rubro Pesca y acuicultura con 330.024 toneladas, lo que representa el 10% del total.

#### Residuos municipales

El 2020 fueron 330 los municipios que cumplieron con la obligación de declarar sus residuos de un total de 345, lo que representa el 95% de cumplimiento. La generación de residuos municipales total presentada en este informe corresponde a la suma de lo declarado por los municipios, más una estimación para los municipios que no reportaron. De ellos, las regiones que más residuos declararon durante el 2020 fueron la Región Metropolitana con 46%, seguida por Valparaíso con 10% y del Biobío con 8%. Este último se calculó mediante un factor de producción per cápita regional multiplicado por la población del municipio correspondiente.

La extrapolación se realiza mediante un factor de generación anual regional utilizando solo aquellos municipios que declararon en SINADER el 2020, basado en la siguiente ecuación:

#### Ecuación 5

$$FGAPC_{i} = \frac{\sum RSMr_{i}}{\sum Pob_{i}}$$

Donde:

FGAPCi: Factor de generación anual per cápita para la Región "i", consiste en las toneladas de residuos producidas per cápita al año para la Región indicada según declaración SINADER [t/habitantes].

RSMri: Residuos sólidos municipales reportados en

la región "i", consiste en las toneladas de residuos municipales totales reportados por cada municipio en SINADER [t].

Pobi: Población estimada por el INE año 2019 por aquellas comunas de la región "i" de solo aquellos municipios declarantes [habitantes]. i: Región.

A continuación se estima la generación de residuos para aquellos municipios que no reportaron en el sistema SINADER. Esto se realiza por medio de la población estimada por el INE para las comunas en cuestión, multiplicada por el factor de generación anual per cápita (FGAPC) calculado en la ecuación anterior.

#### Ecuación 6

$$RSMe_j = \sum Pob_j * FGAPC_i$$

Donde:

RSMej: Residuos sólidos municipales estimados para la comuna "j", se utiliza en este escenario solo a aquellos municipios que no reportaron en SINADER el año 2019 [t]. Pobj: Población estimada por el INE año 2019 para la comuna "j" [habitantes].

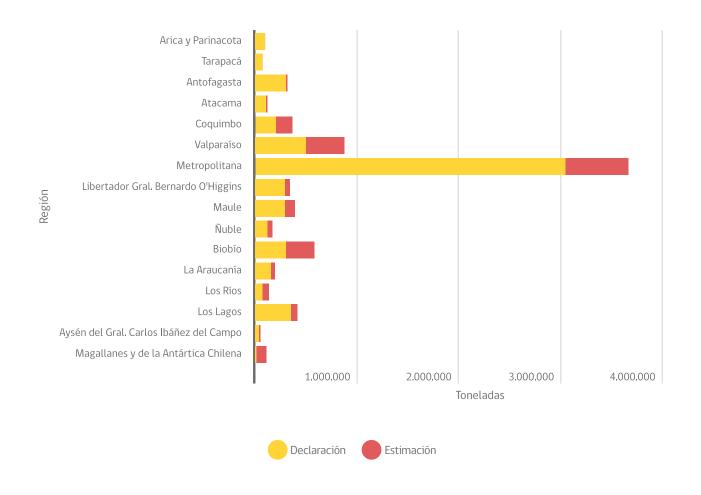
j: Comuna de la región "i".

i: Región.

FGAPCi: Factor generación anual per cápita, consiste en las toneladas de residuos producidas per cápita al año para la Región "i" [t/habitantes].



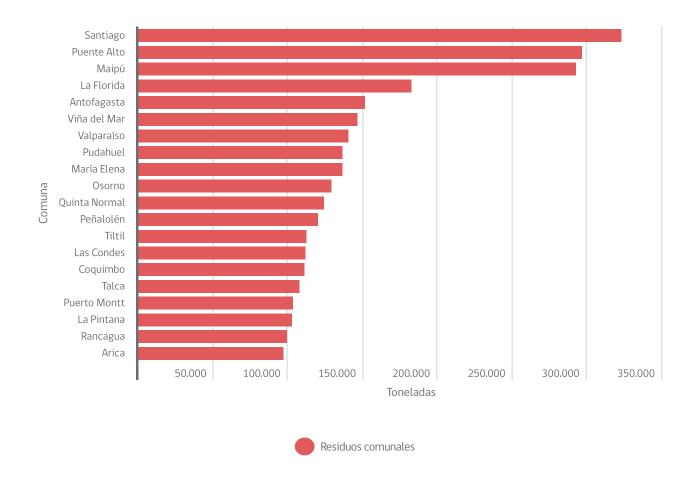
**Indicador 41:**Residuos sólidos municipales declarados y estimados según la población proyectada desagregada por región, 2020.



La generación de residuos municipales por región considera las declaraciones efectuadas para el periodo anual, asimismo se incluyen estimaciones para determinadas comunas, a base de la población proyectada por el INE para el 2018. Destacan la Región

Metropolitana, seguida de las regiones de Valparaíso y Biobío, del mismo modo la región de menor generación de residuos es la región de Aysén, seguida de la región de Arica y Parinacota.

**Indicador 42:** Comunas con mayor generación de residuos, 2020.



Las comunas con mayor generación de residuos sólidos  $municipales\,se\,distribuyen\,entre\,las\,regiones\,Metropolitana,$ Valparaíso y Antofagasta. Esto se podría explicar por la gran cantidad de habitantes y la concentración de actividades económicas.

La comuna de Santiago lidera la generación de residuos no peligrosos, con 322.419 toneladas, seguida de las comunas de Puente Alto, Maipú, La Florida y Antofagasta.

Tabla 15. Factor de generación diario per cápita.

	Factor de generación diario per cápita [Kg/(día x habitante)]								
Región	Factor 2014	Factor 2015	Factor 2016	Factor 2017	Factor 2018	Factor 2019	Factor 2020		
Arica y Parinacota	1,245	1,401	1,523	1,637	1,472	0,9836511	1,09474		
Tarapacá	1,525	2,088	1,436	1,365	1,481	1,40984885	0,53308		
Antofagasta	0,947	0,895	1,035	1,068	1,154	1,03115944	1,31216		
Atacama	1,093	1,11	1,751	1,604	1,412	1,20048443	1,05811		
Coquimbo	1,02	1,245	1,168	1,15	1,282	1,27213461	1,19876		
Valparaíso	1,297	1,27	1,277	1,265	1,24	1,06964103	1,24213		
Metropolitana de Santiago	1,259	1,247	1,201	1,335	1,307	1,24478815	1,26595		
Libertador Gral. Bernardo O'Higgins	0,976	1,013	1,084	1,156	1,039	1,01276161	0,95438		
Maule	0,939	0,932	0,98	1,005	1,047	0,97896659	0,96161		
Ñuble						0,84782371	0,93972		
Biobío	0,899	0,913	0,931	0,957	0,972	0,99423814	0,95333		
La Araucanía	0,808	0,797	0,82	0,871	0,865	0,83229593	0,51523		
Los Ríos	1,016	1,084	1,024	1,152	1,048	0,86419197	0,93905		
Los Lagos	0,906	0,958	0,939	0,981	1,18	1,13925055	1,28972		
Aysén del Gral. Carlos Ibáñez del Campo	0,694	0,914	0,914	1,1	1,268	1,24611787	1,35415		
Magallanes y de la Antártica Chilena	0,946	1,024	1,462	2,435	1,312	1,42549123	1,71070		

La tabla anterior se construye a base de la siguiente ecuación:

Ecuación 7

$$FGDPC_{i} = FGAPC_{i} * \frac{1000 \left[ \frac{kg}{t} \right]}{365 \left[ \frac{d\tilde{i}a}{a\tilde{n}o} \right]}$$

Donde:

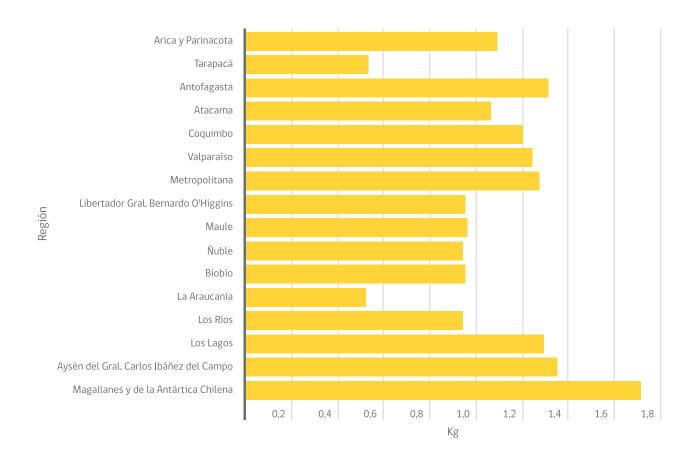
FGDPC: Factor generación diario per cápita para la región

**"i"**. 
$$\left[\frac{kg}{\text{día x habitante}}\right]$$

**FGAPC:** Factor generación anual regional per cápita para la región "i".  $\left[ \frac{t}{habitante} \right]$ 

**Kg:** Kilógramo **t:** Tonelada

**Indicador 43:** Generación de residuos municipales per cápita (kg/hab./día) por región, 2020.

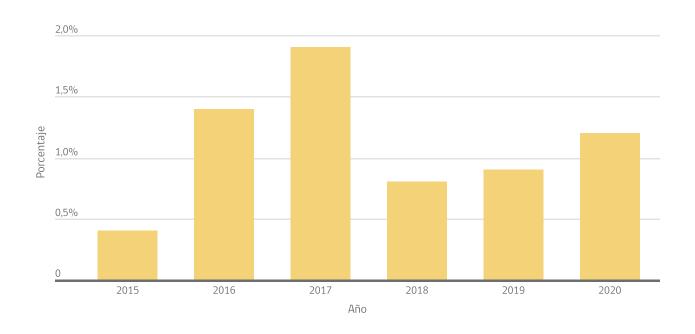


Este indicador presenta la cantidad de residuos municipales generados anualmente por habitante a nivel regional. Se destacan las regiones de Magallanes con 1,71 y Aysén con 1,35, seguidas por las regiones de Antofagasta con 1,31,

Los Lagos con 1,29 y Metropolitana con 1,27. Asímismo, las regiones de La Araucanía y Tarapacá son las que presentan una menor generación de residuos municipales por habitante.

**Indicador 44:** 

Tasas de valorización o reciclaje de residuos municipales, 2020.



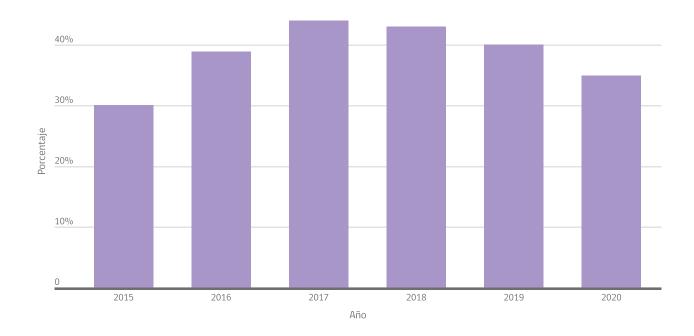
Fuente: RETC, 2021.

Este indicador presenta la variación anual de las tasas de reciclaje o valorización de residuos municipales por año, mostrando un aumento el 2020 (1,20%) respecto de los años 2019 (0,9%) al 2018 (0,8%). Sin duda es necesario

mejorar el proceso de declaración de las municipalidades, ya que el porcentaje de cumplimiento en los periodos de declaración es bajo y puede que no represente el nivel real de valorización o gestión de residuos.

**Indicador 45:** 

Tasas de valorización o reciclaje de residuos industriales, 2020.



Fuente: RETC, 2021.

Este indicador presenta la variación anual de las tasas de reciclaje o valorización de residuos industriales por año, las que se habían mantenido sobre el 40% en los últimos tres años, valorizando sobre 4 millones de toneladas al año en promedio, pero para el 2020 disminuyó, cayendo a 35%, valorizando en este periodo anual 3.230.878 toneladas.

# TRANSFERENCIAS FUERA DE SITIO

La transferencia de contaminantes se define como el "traslado de contaminantes a un lugar que se encuentra físicamente separado del establecimiento que lo generó". Esto se refiere a la disposición de los residuos

peligrosos en sitios de seguridad y a las descargas de aguas residuales al alcantarillado público que cuentan con un tratamiento final (letra l) del artículo 3 del D.S. Nº 1/2013 del MMA).

### 4.1. Residuos peligrosos a sitios de seguridad

La obligación de reportar residuos peligrosos está establecida en el Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos Peligrosos (D.S. Nº 148/2003 del MINSAL). Para cumplir con esta obligación se creó el Sistema de Declaración y Seguimiento de Residuos Peligrosos (SIDREP del MINSAL), donde las instalaciones, establecimientos o actividades que anualmente den origen a más de 12 kilogramos de residuos tóxicos agudos o a más de 12 toneladas de residuos peligrosos deben reportar en el SIDREP.

#### Metodología

La información referente a transferencias de residuos peligrosos es entregada por el Ministerio de Salud, el que provee estadísticas desde el 2006, declaradas en el Sistema de Declaración y Seguimiento de Residuos Peligrosos (SIDREP), dando cumplimiento al D.S. Nº 148/2003 "Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos Peligrosos" del MINSAL, como lo indica la Tabla 16.

El sistema sectorial SIDREP tiene por objeto permitir a la autoridad sanitaria disponer de información completa, actual y oportuna acerca de la tenencia de residuos peligrosos desde el momento que salen de un establecimiento que los genera, hasta su recepción en una instalación de eliminación, en este sistema también se declaran los residuos de establecimientos de atención de salud (REAS).

Tabla 16.

Normativa asociada a transferencias de residuos peligrosos.

#### Cobertura nacional

D.S. Nº 148/2003 del MINSAL, Reglamento sanitario sobre manejo de residuos peligrosos.

D.S. Nº 6/2009 del MINSAL, Reglamento sobre el manejo de residuos de establecimientos de atención de salud (REAS).

Fuente: Ley Chile (https://www.leychile.cl/).

Cuando un residuo peligroso sale de un establecimiento que lo genera, le corresponde realizar una declaración mediante el SIDREP, donde deberá señalar información del transportista y la instalación de eliminación a la que se transfiere.

De acuerdo con la normativa, se establecen obligaciones para el generador, almacenamiento, transporte y eliminación de los residuos, como se detalla a continuación:

#### Generación

Aquellas instalaciones, establecimientos o actividades que anualmente den origen a más de 12 kilógramos de residuos tóxicos agudos o a más de 12 toneladas de residuos peligrosos que presenten cualquier otra característica de peligrosidad deberán contar con un plan de manejo de residuos peligrosos presentado ante la autoridad sanitaria.

#### Almacenamiento

Todo sitio destinado al almacenamiento de residuos peligrosos deberá contar con la correspondiente autorización sanitaria de instalación, a menos que este se encuentre incluido en la autorización sanitaria de la actividad principal.

### • Transporte

Solo podrán transportar residuos peligrosos por calles y caminos públicos las personas naturales o jurídicas que hayan sido autorizadas por la autoridad sanitaria. Dicha autorización será otorgada por la autoridad sanitaria correspondiente al domicilio principal del transportista y tendrá validez en todo el territorio nacional.

Por su parte, para el correcto funcionamiento del sistema sectorial SIDREP, el transportista deberá verificar que la información de la declaración del generador coincida con la entrega de residuos peligrosos, completar la información correspondiente al transportista y entregar los residuos peligrosos al destinatario señalado por el generador.

#### • Eliminación

Toda instalación o establecimiento de eliminación de residuos peligrosos deberá contar con la respectiva autorización otorgada por la autoridad sanitaria, en la que se especificará el tipo de residuos que podrá eliminar y la forma en que dicha eliminación será llevada a cabo, ya sea mediante tratamiento, reciclaje o disposición final.

Además, el destinatario deberá completar la información correspondiente al destinatario, verificar la clasificación de residuos peligrosos señalada por el generador, recepcionar y pesar los residuos peligrosos entregados por el transportista y, una vez recepcionados y chequeados los residuos, el destinatario tiene la obligación de cerrar la declaración dentro de 24 horas.

Los residuos peligrosos se identifican y etiquetan de acuerdo con la clasificación y tipo de riesgo que establece la Norma Chilena Oficial NCh 2.190 of. 93. Esta obligación es exigible desde que los residuos peligrosos se almacenan y hasta su eliminación.

Los residuos peligrosos son declarados por:

Listas I, II, III: corresponden a las listas I (categorías de residuos consistentes o resultantes de procesos), II (categorías de residuos que tengan como constituyentes los señalados en la Tabla II del Anexo 7) y III (categorías de otros residuos) del artículo 81 del Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos Peligrosos (D.S. Nº 148/2003 del MINSAL). Dichos listados establecen que los residuos incluidos en estos listados de categorías se considerarán peligrosos a menos que su generador pueda demostrar ante la autoridad sanitaria que no presentan ninguna característica de peligrosidad. El detalle de las Listas I, II y III se presenta en el Anexo 7.

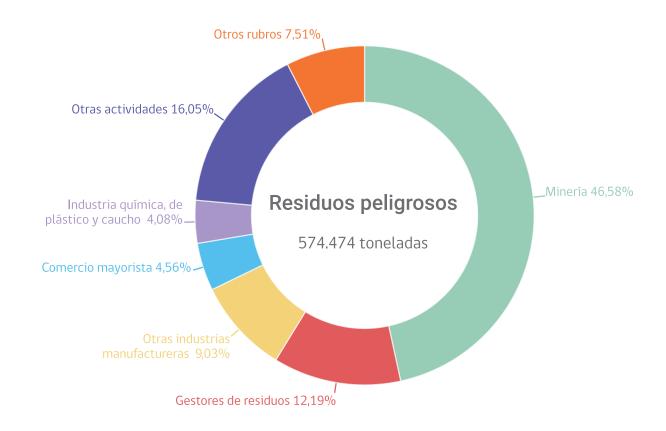
Lista A: corresponde a la Lista A "Residuos Peligrosos" del artículo 90 del reglamento sanitario acerca de manejo de residuos peligrosos.

La Lista A incluye los listados de residuos para la aplicación del artículo 19 del Reglamento, que establece que dichos residuos se considerarán igualmente peligrosos; no obstante, el generador podrá demostrar ante la autoridad sanitaria que ellos no son peligrosos. El detalle de la Lista A se presentan en el Anexo 8.

Tipos de tratamiento: corresponden a los distintos tipos de tratamientos que puede ofrecer un destinatario a los residuos peligrosos. El detalle de los tipos de tratamiento se presenta en el Anexo 9.



**Indicador 46:**Caracterización de residuos peligrosos generados por rubro, 2020.



Fuente: RETC, 2021.

Este indicador presenta los rubros principales que generan residuos peligrosos para el 2020. Se observa que la Minería es el rubro de mayor generación de residuos peligrosos a nivel nacional, concentrando el 47% del total anual con 267.581 toneladas para el 2020, superando significativamente otros rubros.

## 4.2. Residuos industriales líquidos al sistema de alcantarillado para su procesamiento en plantas de tratamiento de aguas servidas

En materia de transferencias fuera de sitio también se considera la descarga de aguas residuales al sistema de alcantarillado público que cuentan con un tratamiento final, y se encuentra regulada por el cuerpo normativo que se presenta en la Tabla 17.

Según el D.S. Nº 609/1998 del MOP, un establecimiento industrial corresponde a aquel en el que se realiza una actividad económica donde se produce una transformación de la materia prima o materiales empleados, dando origen a nuevos productos, o bien en que sus operaciones de fraccionamiento, manipulación o limpieza no produce ningún tipo de transformación en su esencia. Este concepto comprende industrias, talleres artesanales y

pequeñas industrias que descargan afluentes con una carga contaminante media diaria, medida en condiciones de máxima generación de carga contaminante y antes de toda forma de tratamiento, superiores al equivalente a lo establecido en dicho cuerpo normativo.

La información para la elaboración de los indicadores ambientales proviene de la notificación reportada por las empresas sanitarias en el marco del procedimiento de control y fiscalización de RILes (PROCOF) a cargo de la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS). En este caso, las empresas sanitarias reportan a dicho organismo sectorial la descarga de contaminantes generadas por los establecimientos a los que prestan servicios sanitarios.

**Tabla 17.**Normativa asociada a transferencias de RILes al alcantarillado

#### Cobertura nacional

**D.S. Nº 609/1998 del MOP,** el que establece la norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a la descarga de residuos industriales líquidos al sistema de alcantarillado.

**Fuente:** Ley Chile (https://www.leychile.cl/).

### Metodología

Debido a que la información obtenida por los controles realizados a la descarga de RILes al sistema de alcantarillado corresponde a información de concentración de contaminantes en un momento puntual, la transferencia de contaminantes anual (t/ año) al sistema de alcantarillado se calcula a base de determinados criterios, según el comportamiento nacional de los datos declarados.

Para obtener la carga anual (t/año) de contaminantes transferidos al sistema de alcantarillado se considera la concentración máxima reportada por la empresa sanitaria para un establecimiento en particular, junto con el volumen máximo tratado anualmente. El volumen máximo tratado para un año en particular se calcula considerando el volumen de descarga diario máximo reportado por la empresa, considerando una operación de veinte (20) días al mes durante los doce (12) meses del año

(comportamiento promedio nacional). Una vez realizado este cálculo, el volumen máximo tratado anualmente se multiplica por la concentración máxima reportada por la empresa sanitaria, para ese establecimiento puntual, obteniéndose la carga anual de un parámetro en particular.

#### Ecuación 8

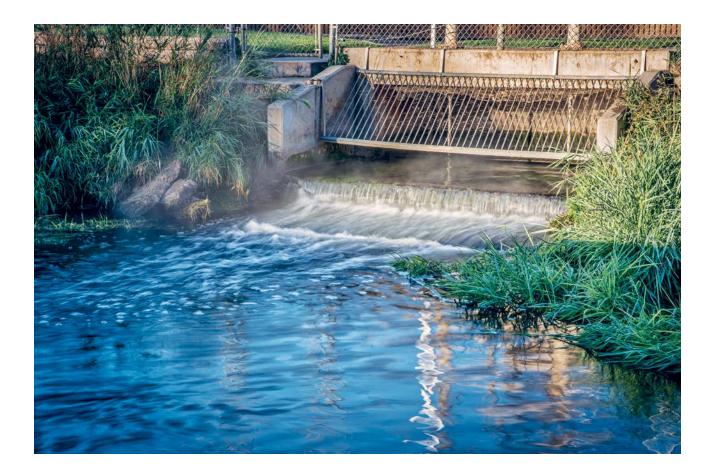
$$E_{ij} = Q_j \cdot C_{ij} \cdot \frac{240}{10^6}$$

Donde:

Ei: Emisión anual del contaminante i [t].

**Qi**: Caudal máximo anual del ducto  $\mathbf{j} \left[ \frac{\mathsf{m}^3}{\mathsf{d} \mathsf{ia}} \right]$ 

 $\textbf{Cij:} \ \, \text{Concentración máxima anual del contaminante } \textbf{i}, \ \, \text{del} \\ \text{ducto } \textbf{j} \left[ \frac{\text{mg}}{\text{L}} \right]$ 



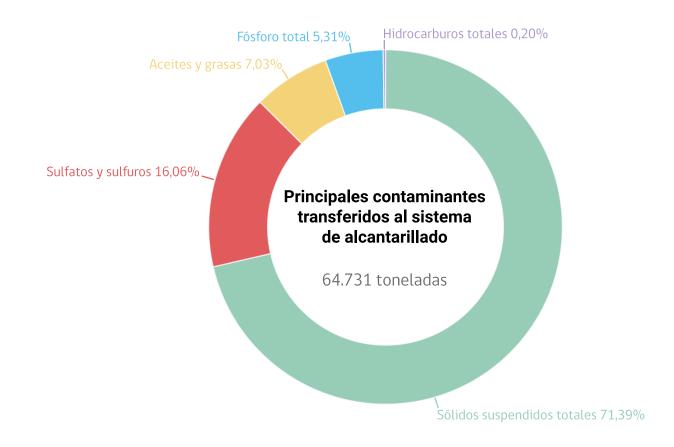
Estas consideraciones se deben a que no se dispone del volumen tratado mensual, de las concentraciones en forma mensual, ni de la cantidad de días en que los establecimientos realizan descarga al sistema de alcantarillado, siendo esta información muy diversa a nivel nacional.

Para los cálculos realizados se utilizaron datos informados por las empresas sanitarias provenientes de los controles directos realizados por las sanitarias. En este caso, el indicador que presenta las transferencias regionales de contaminantes al sistema de alcantarillado para el 2020 fue elaborado considerando el CIIU de los establecimientos, ya que debido a que el reporte de información del cumplimiento del servicio que realizan las empresas sanitarias a los establecimientos, una gran parte de ellos no se encuentra registrado en el Sistema Ventanilla Única del RETC.



**Indicador 47:** 

Principales contaminantes transferidos al sistema de alcantarillado a nivel nacional, 2020.30

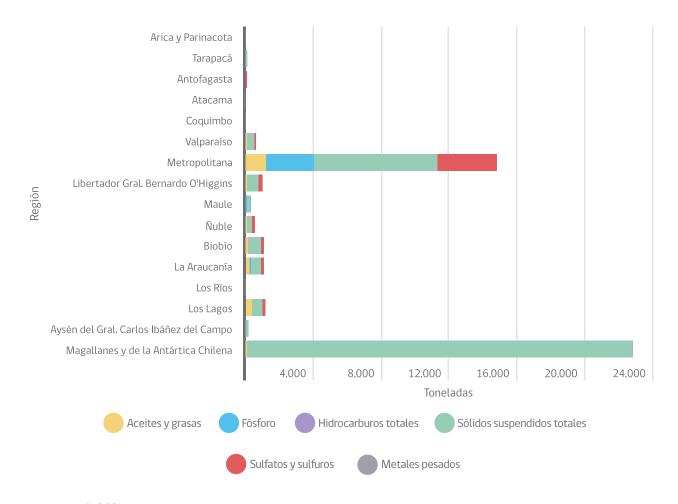


Fuente: RETC, 2021.

A nivel nacional los contaminantes vertidos en los sistemas de alcantarillado son asociados principalmente al tratamiento de aguas servidas, donde destacan los sólidos suspendidos totales con 45.997 toneladas de emisión, lo que representa el 71% del total. En segundo lugar, el contaminante más emitido es sulfatos y sulfuros con 10.349 toneladas, lo que representa el 16% del total.

<sup>&</sup>lt;sup>30</sup> La categoría "otros" agrupa los siguientes contaminantes: aluminio, arsénico, boro, cadmio, cianuro, cobre, cromo hexavalente, cromo total, hidrocarburos totales, mercurio, níquel, plomo, sulfuros y zinc.

**Indicador 48:**Transferencias de contaminantes al sistema de alcantarillado por CIIU, desagregadas regionalmente, 2020.



Fuente: RETC, 2021.

La Región Metropolitana presenta la mayor cantidad de contaminantes transferidos al sistema de alcantarillado, alcanzando una carga anual de 42.153,9 toneladas en 2020, seguida de lejos por la Región de La Araucanía, donde se registran 7.288 toneladas. En la Región Metropolitana destaca significativamente el informe de la industria manufacturera en la transferencia de contaminantes al alcantarillado.

Los valores asociados al campo "No Informado" indican que no se puede determinar el origen de la fuente que ha declarado la emisión de contaminantes, no permiten su vinculación a industrias o actividades concentradas en las otras opciones presentadas en el gráfico.



# Listado de Acrónimos

ASIQUIM	Asociación Gremial de Industriales Químicos de Chile
ASRM	Autoridad Sanitaria Región Metropolitana
CARB	California Air Resources Board
CAS	Chemical Abstracts Service (División de la Sociedad Química Americana)
CASEN	Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional
CAS_Number	Código numérico asignado a sustancias químicas por la CAS
CCF	Código de Clasificación de Fuente
CDT	Corporación de Desarrollo Tecnológico
CEMS	Continuous Emission Monitoring Systems (Sistema de Monitoreo Continuo de Emisiones)
CIIU	Código Industrial Internacional Uniforme
CNUMAD	Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo
CONAF	Corporación Nacional Forestal
COPERT	Computer Programme to Calculate Emission from Road Transport
CORFO	Corporación de Fomento de la Producción
DB05	Demanda Biológica de Oxígeno
DGA	Dirección General de Aguas
DIRECTEMAR	Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante
ENIA	Encuesta Nacional Industrial Anual
E. C.	Ministerio del Medio Ambiente de Canadá
GNC	Grupo Nacional Coordinador
IDA	Indicadores de Desempeño Ambiental
IDG	Indicadores de Desempeño de Gestión
IDO	Indicadores de Desempeño de Operación
INE	Instituto Nacional de Estadísticas
LER	Listado Europeo de Residuos
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático)
MMA	Ministerio del Medio Ambiente

MDS MINSAL MTT	Ministerio de Desarrollo Social  Ministerio de Salud				
	Ministerio de Salud				
MTT	Ministerio de Salud				
	Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones				
MODEM	Modelo de cálculo de emisiones vehiculares				
МОР	Ministerio de Obras Públicas				
MINSEGPRES	Ministerio Secretaría General de la Presidencia				
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico				
PROCOF	Procedimiento de Control y Fiscalización de RILes				
REAS	Residuos de Establecimientos de Atención de Salud				
RETC	Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes				
RILes	Residuos Industriales Líquidos				
RM	Región Metropolitana				
SACEI	Sistema de Autocontrol de Establecimientos Industriales				
SAG	Servicio Agrícola y Ganadero				
SEC	Superintendencia de Electricidad y Combustibles				
SECTRA	Secretaría de Planificación de Transporte				
SEIA	Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental				
SEMAT	Secretaría de Medio Ambiente y Territorio-MOP				
SESMA	Seremi de Salud, Región Metropolitana de Santiago				
SGA	Sistema de Gestión Ambiental				
SICTER	Sistema de Información de Centrales de Termoeléctricas				
SIDREP	Sistema de Declaración de Residuos Peligrosos				
SIG	Sistemas de Información Geográfica				
SII	Servicio de Impuestos Internos				
SINCA	Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire				
SINADER	Sistema Nacional de Declaración de Residuos				
SISS	Superintendencia de Servicios Sanitarios				
SMA	Superintendencia del Medio Ambiente				
SIV	Sistema de Impuestos Verdes				
UNITAR	Instituto de Naciones Unidas para la Formación Profesional e Investigación				
USEPA	Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos de América				
VU	Ventanilla Única				



## Referencias

**AMBIOSIS S. A.** (2008). Inventario de Emisiones de Contaminantes Atmosféricos y Definición de Área de Influencia de las Emisiones que Causan el Efecto de Saturación por PM<sub>10</sub> en la Ciudad de Talca. Región del Maule: CONAMA.

**Calderón, S., y Guerra, J.** (2002). Inventario de Biomasa y Contabilidad de Carbono. Valdivia: Universidad Austral de Chile.

**CARB** (1999). Area-Wide Source Methodologies, Section 7.14 Structural And Automobile Fires. Sacramento, California: Californian Air Resources Board.

**CARB** (2004). Area-Wide Source Methodologies, Section 9.3 Wildfires. Sacramento, California: Californian Air Resources Board.

**CARB** (2005). Area-Wide Source Methodologies, Section 7.17 Agricultural Burning and Other Burning Methodology. Sacramento, California: Californian Air Resources Board.

**CDT** (2015). Medición del consumo nacional de leña y otros combustibles sólidos derivados de la madera. Cámara Chilena de la Construcción.

**CONAMA** (2014). Actualización del inventario de emisiones atmosféricas de las comunas de Temuco y Padre Las Casas Año Base 2013.

**DICTUC S.A.** (2007). Actualización del Inventario de Emisiones Atmosféricas en las Comunas de Temuco y Padre Las Casas. CONAMA: Región de La Araucanía.

**EPA** (2009). Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volumen I: Stationary Point and Area Sources. Washington, D.C.: U.S. Environmental Protection Agency.

**Eurostat** (2002). SERIEE: Environmental Protection Expend Compilation Guide. European Commission: Eurostat Statistical Book.

**González, P., y Pérez, L.** (2003). Sistemas de Evaluación del Desempeño Ambiental para la Industria de Celulosa y Papel Moderna. ASOCIACIÓN TÉCNICA DE LA CELULOSA Y EL PAPEL.

**IPCC** (2006). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Intergovermental Panel on Climate Change.

**IPCC** (2006). Good Practice Guidancefor Land Use, Land-Use Changeand Forestry. Hayama, Japón: The Intergovernmental Panel on Climate Change.

Launhardt, T. (2000). Verbrennungsversuche mit naturbelassenen biogenen Festbrennstoffen in einer Kleinfeuerungsanlage: Emissionen und Aschequalität; [Abschlussbericht]. Múnich, Alemania: BayStMLU.

Nussbaumer, T. (2006). Results from Tests on Wood Stoves and revised Recommendations for Emission Limit Values for Chile. Zúrich, Alemania: CONAMA y COSUDE.

Oleas-Montalvo, J. (2013). El Sistema de Cuentas Ambientales y Económicas (SCAE) 2012: fundamentos conceptuales para su implementación. Cepal.

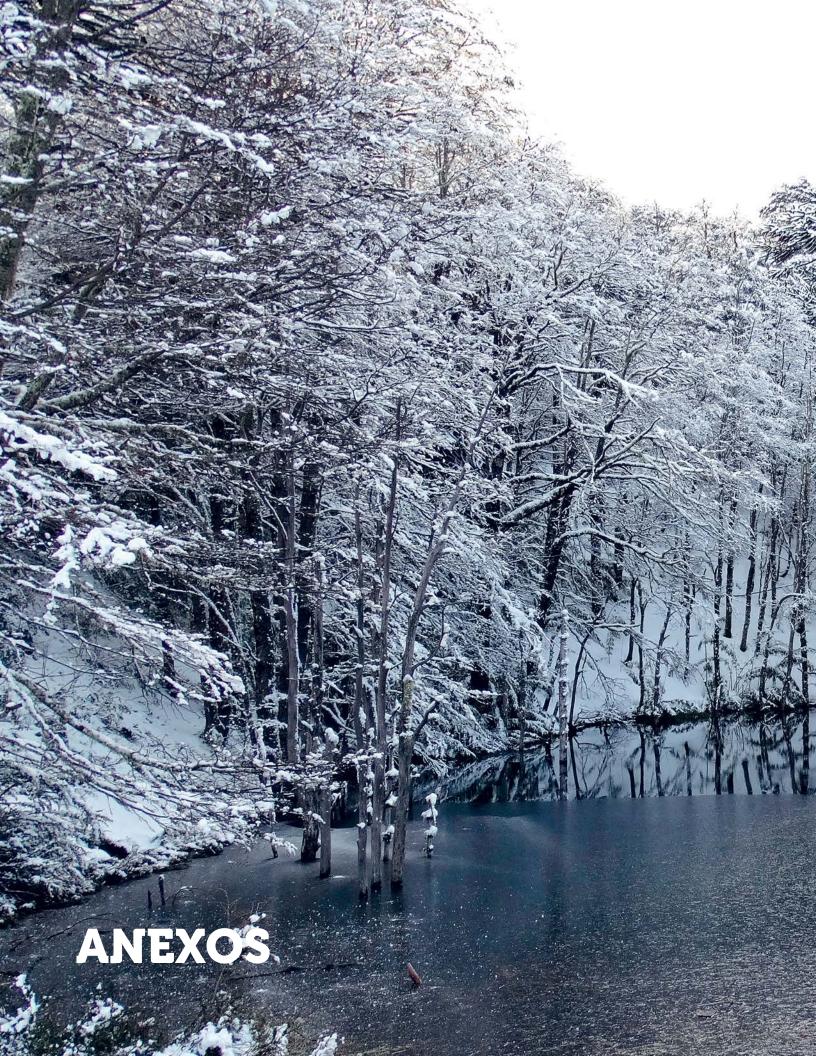
PNUMA (2005a). Instrumental normalizado para la Identificación y Cuantificación de Liberaciones de Dioxinas y Furanos. Ginebra, Suiza: Programa de las Naciones Unidas para el Ambiente.

PNUMA (2005b). Instrumental para la Identificación y Cuantificación de Liberaciones de Mercurio. Ginebra, Suiza: Programa para las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

SERPRAM (2006). Medición de Artefactos de uso Residencial que Operan con Biomasa para Apoyar Procesos Regulatorios Ambientales. Región Metropolitana: CONAMA.

Universidad de Concepción (2002). Priorización de Medidas de Reducción de Emisiones por Uso Residencial de Leña para la Gestión de la Calidad del Aire en Temuco y Padre Las Casas. CONAMA.







Lista de contaminantes y parámetros contenidos en RETC	123
ANEXO 2 Tabla resumen de estaciones meteorológicas	. 128
ANEXO 3 Tabla resumen de procedencia de información entregada por SECTRA	130
ANEXO 4 Factores de emisión para combustión residencial a leña [gr/kg de leña]	132
ANEXO 5 Factores de emisión y de carga de quemas agrícolas —	. 134
ANEXO 6 Factores emisión [kg/kg materia quemada] y carga orgánica para incendios forestales	135
ANEXO 7 Listado europeo de residuos	136
ANEXO 8 Tipos de tratamiento en el sistema sectorial SINADER $\_$	137
ANEXO 9  Descripción de listas I, II Y III, D.S. Nº 148/2003  MINSAL	139
ANEXO 10 Descripción lista A, D.S. Nº 148/2003 MINSAL	141
ANEXO 11  Panorama general del registro de emisiones y transferencias, 2020	145

## Lista de contaminantes y parámetros contenidos en RETC

2 Aceites y 3 Ācido su 4 Aldrina 5 Aluminio 6 Arsénico 7 Arsénico 8 Benceno	o compuestos de arsénico.
3 Ācido su 4 Aldrina 5 Aluminio 6 Arsénico 7 Arsénico 8 Benceno	o compuestos de arsénico.  estos de berilio.
4 Aldrina 5 Aluminic 6 Arsénico 7 Arsénico 8 Benceno	o, compuestos de arsénico. ostos de berilio.
5 Aluminio 6 Arsénico 7 Arsénico 8 Benceno	o, compuestos de arsénico. o estos de berilio.
6 Arsénico 7 Arsénico 8 Benceno	o, compuestos de arsénico. o estos de berilio.
7 Arsénico 8 Benceno	o, compuestos de arsénico. O estos de berilio.
8 Bencenc	estos de berilio.
	estos de berilio.
0 Compute	
9 Compue	s noliclorados (PCR)
10 Bifenilos	poticiorados (i eb).
11 Boro	
12 Bromocl	lorometano, Anexo C, Grupo III.
13 Bromuro	de metilo, Anexo E, Grupo I.
14 Cadmio	
15 Cadmio,	compuestos de cadmio.
16 CFCs cor	mpletamente halogenados (otros), Anexo B, Grupo I.
17 Cianuro	
18 Cianuros	s inorgánicos.
19 Cianuros	s orgánicos.
20 Clordand	0
21 Cloroflu	orocarbonos (CFCs), Anexo A, Grupo I.
22 Cloruros	3
23 Cobre	
24 Cobre, co	ompuestos de cobre.
25 Compue	stos de antimonio.

N°	Contaminantes contenidos en RETC
26	Compuestos de cromo hexavalente.
27	Compuestos de mercurio.
28	Compuestos de plomo.
29	Compuestos de selenio.
30	Compuestos de zinc.
31	Compuestos inorgánicos de flúor, con exclusión del fluoruro cálcico.
32	Compuestos orgánicos de fósforo.
33	Compuestos orgánicos volátiles.
34	Cromo hexavalente.
35	Cromo total.
36	Cualquier sustancia del grupo de los dibenzofuranos policlorados.
37	DDT (1,1,1-tricloro-2,2-bis (4-clorofenil) etano).
38	Dibenzofuranos policlorados (PCDF).
39	Dibenzoparadioxinas policloradas (PCDD).
40	Dieldrina
41	Dióxido de azufre (SO2).
42	Dióxido de carbono (CO2).
43	Dióxido de nitrógeno (NO2).
44	Endrina
45	Envases y recipientes contaminados que hayan contenido uno o más constituyentes enumerados en la Categoría II.
46	Estaño
47	Éteres
48	Fenoles, compuestos fenólicos, con inclusión de clorofenoles.
49	Fluoruros
50	Fósforo total.
51	Halones, Anexo A, Grupo II.
52	Heptacloro
53	Hexaclorobenceno
54	Hexafluoruro de azufre (SF6).
55	Hidrobromofluorocarbonos (HBFC), Anexo C, Grupo II.
56	Hidrocarburos fijos.
57	Hidrocarburos totales.
58	Hidrocarburos volátiles.
59	Hidroclorofluorocarbonos (HCFCs), Anexo C, Grupo I.
60	Hidrofluorocarbonos (HFC).



N°	Contaminantes contenidos en RETC
61	Hierro / hierro disuelto.
62	Īndice de fenol.
63	Manganeso
64	Mercurio
65	Metales carbonilos.
66	Metano (CH4).
67	Metilcloroformo (1,1,1-tricloroetano), Anexo B, Grupo III.
68	Mirex.
69	Molibdeno
70	Monóxido de carbono.
71	Material particulado respirable (MP10).
72	Níquel
73	Nitrito más nitrato (y NOX).
74	Nitrógeno amoniacal (o NH3).
75	Ozono
76	Partículas totales suspendidas (PTS).

No	Contaminantes contenidos en RETC
77	Pentaclorofenol / PCP.
78	Perfluorocarbonos (PFC).
79	Plomo
80	Polvo o fibras de asbesto, con exclusión de los residuos de materiales de construcción fabricados con cemento asbesto.
81	Residuos alquitranados resultantes de la refinación, destilación o cualquier tratamiento pirolítico.
82	Residuos de carácter explosivo.
83	Residuos que contengan cianuros, resultantes del tratamiento térmico y de las operaciones de temple.
84	Residuos que procedan de la recolección selectiva o de la segregación de residuos sólidos domiciliarios que presenten al menos una característica de peligrosidad.
85	Residuos resultantes de la fabricación, preparación y utilización de productos químicos para la preservación de la madera.
86	Residuos resultantes de la producción preparación y la utilización de productos biocidas, productos fitofarmacéuticos y plaguicidas.
87	Residuos resultantes de la producción y preparación de productos farmacéuticos.
88	Residuos resultantes de la producción, la preparación y la utilización de solventes orgánicos.
89	Residuos resultantes de la producción, preparación y utilización de productos químicos y materiales para fines fotográficos.
90	Residuos resultantes de la producción, preparación y utilización de resinas, látex, plastificantes o colas y adhesivos.
91	Residuos resultantes de la producción, preparación y utilización de tintas, colorantes, pigmentos, pinturas, lacas o barnices.
92	Residuos resultantes del tratamiento de superficie de metales y plásticos.
93	Selenio
94	Solventes orgánicos halogenados.
95	Solventes orgánicos, con exclusión de solventes halogenados.
96	Óxidos de azufre (SOX).
97	Suelos o materiales resultantes de faenas de movimientos de tierras contaminadas por alguno de los constituyentes listados en la Categoría II.
98	Sulfatos
99	Sulfuros
100	Sustancias activas de azul de metileno.
101	Sustancias químicas residuales, no identificadas o nuevas, resultantes de la investigación y el desarrollo o de las actividades de enseñanza y cuyos efectos en el ser humano o el medio ambiente no se conozcan.

N°	Contaminantes contenidos en RETC
102	Sustancias y artículos de desecho que contengan, o estén contaminados por bifenilos policlorados (PCB), terfenilos policlorados (PCT) o bifenilos polibromados (PBB).
103	Talio, compuestos de talio.
104	Telurio, compuestos de telurio.
105	Tetracloroeteno.
106	Tetracloruro de carbono, Anexo B, Grupo II.
107	Tolueno / metilbenceno / toluol / fenilmetano.
108	Toxafeno
109	Triclorometano.
110	Xileno
111	Zinc
112	Dibenzoparadioxinas policloradas y furanos (PCDD/F).
113	Material particulado respirable fino (MP2,5).
114	Óxidos de nitrógeno (NOX).
115	Residuos hospitalarios.
116	Medicamentos, drogas y productos farmacéuticos desechados.
117	Mezclas y emulsiones de aceite y agua o hidrocarburos y agua.
118	Residuos resultantes de las operaciones de eliminación o tratamiento de residuos, tales como lodos, filtros, polvos, etc.
119	Soluciones ácidas o ácidos en forma sólida.
120	Soluciones básicas o bases en forma sólida.
121	Compuestos organohalogenados, que no sean las substancias mencionadas en el presente artículo.
122	Sólidos sedimentables.
123	Sólidos suspendidos totales.
124	Temperatura
125	DBO5
126	рН
127	Poder espumógeno.
128	Catalizadores usados.
129	Coliformes fecales o termotolerantes.

## Tabla resumen de estaciones meteorológicas

Ciudad	Estación	Código nacional	Latitud	Longitud	Días con Pp>=0,25 Mm	Observaciones
Arica	Defensa Civil, Arica	180018	-18,49	-70,31	5	
Iquique	Diego Aracena Iquique	200006	-20,55	-70,17	1	
Antofagasta	Universidad Católica del Norte, Antofagasta	230002	-23,68	-70,41	1	
Calama	El Loa, Calama Ad.	220002	-22,50	-68,92	8	
Copiapó	Copiapó Universidad de Atacama	270009	-27,36	-70,36	0	
La Serena- Coquimbo	La Florida, La Serena Ad.	290004	-29,92	-71,20	3	
Ovalle	Ovalle Escuela Agrícola	300024	-30,58	-71,19	5	
San Antonio	Punta Panul Faro	330028	-33,58	-71,63	16	
San Felipe	Curimón Escuela Agrícola	320024	-32,78	-70,69	4	Para la temperatura se usó una estación cercana (código 320045), y con su mes marzo como promedio de feb y abril.
Los Andes					4	Se utilizaron los mismos datos que para San Felipe.
Gran Valparaíso	Punta Āngeles Faro	330002	-33,02	-71,64	14	
Rancagua	Rancagua	340045	-34,17	-70,78	21	Mes octubre Temperatura rellenado con Info estación Portezuelo Codelco.

Ciudad	Estación	Código nacional	Latitud	Longitud	Días con Pp>=0,25 Mm	Observaciones
San Fernando	San Fernando Ex Sendos	340038	-34,60	-70,98	21	Se utilizaron las temperaturas de la estación de Curicó, por cercanía.
Curicó	General Freire, Curicó Ad.	340031	-34,97	-71,22	37	
Talca	Panguilemo	350028	-35,38	-71,61	87	
Linares	Retiro Copihue	360047	-35,97	-71,69	45	Estación cercana a Linares.
Chillán	General Bernardo O'Higgins, Chillán Ad.	360011	-36,59	-72,03	73	
Los Ángeles	El Huertón Liceo Agrícola, Los Ángeles	370036	-37,46	-72,27	59	
Gran Concepción	Carriel Sur, Concepción Ap.	360019	-36,78	-73,05	80	
Angol	La Araucanía Angol	370029	-37,81	-72,71	75	Se utilizaron las temperaturas de la estación de Los Āngeles, por cercanía.
Temuco-Padre Las Casas	Manquehue, Temuco Ad.	380013	-38,77	-72,63	118	
Osorno	Cañal Bajo, Osorno Ad.	400009	-40,61	-73,05	138	Temperatura se obtuvo de estación Sinca: https://sinca.mma.gob.cl/index.php/estacion/index/key/A01.
Puerto Montt	Escuela Mirasol, Puerto Montt	410027	-41,48	-72,95	165	
Valdivia	Pichoy, Valdivia Ad.	390006	-39,65	-73,07	136	
Coyhaique	Teniente Vidal, Coyhaique Ad.	450004	-45,59	-72,10	147	
Punta Arenas	Punta Arenas Unidad Aeropolicial	520014	-53,15	-70,93	125	
Gran Santiago	Quinta Normal, Santiago	330020	-33,45	-70,68	17	

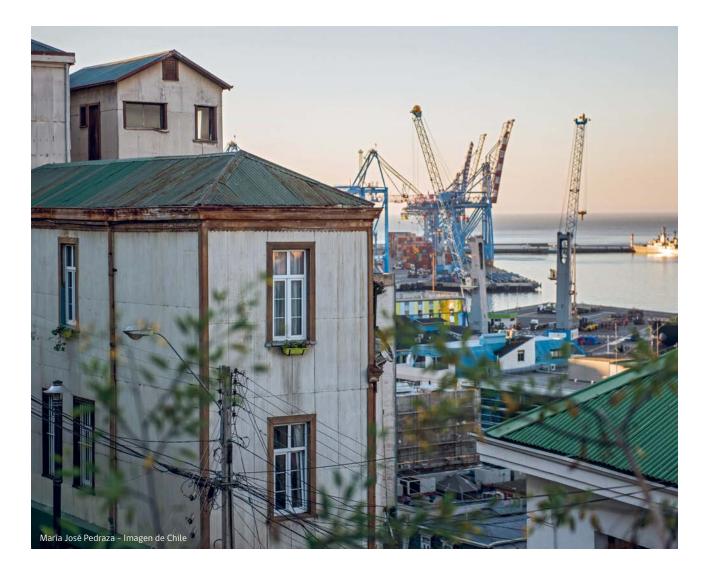
Fuente: Elaboración propia

## Tabla resumen de procedencia de información entregada por SECTRA

Ciudad	Estudio de mediciones	Año medición
Arica	Investigación de instrumentos de planificación ambiental para ciudades intermedias, Etapa III. Año 2006.	2005
Iquique	Investigación de instrumentos de planificación ambiental para ciudades intermedias, Etapa III. Año 2006.	2005
Antofagasta	Investigación de instrumentos de planificación ambiental para ciudades intermedias, Etapa I. Año 2004.	2003
Calama	Investigación de instrumentos de planificación ambiental para ciudades intermedias, Etapa II. Año 2006.	2004
Copiapó	Investigación de instrumentos de planificación ambiental para ciudades intermedias, Etapa II. Año 2006.	2004
La Serena-Coquimbo	Investigación de instrumentos de planificación ambiental para ciudades intermedias, Etapa I. Año 2004.	2003
Ovalle	Implementación del modelo de cálculo de emisiones vehiculares (MODEM) en ciudades con planes de transporte y planes de gestión de tránsito (PACIN IV). Año 2013.	2012
Gran Valparaíso	Actualización de perfiles de flujos del modelo MODEM para el Gran Santiago y regiones. Año 2016.	2015
Gran Santiago	Actualización de perfiles de flujos del modelo MODEM para el Gran Santiago y regiones. Año 2016.	2015
Rancagua-Machalí	Actualización de perfiles de flujos del modelo MODEM para el Gran Santiago y regiones. Año 2016.	2014
Talca	Investigación de instrumentos de planificación ambiental para ciudades intermedias, Etapa II. Año 2006.	2004
Curicó	Implementación del modelo de cálculo de emisiones vehiculares (MODEM) en ciudades con planes de transporte y planes de gestión de tránsito (PACIN IV). Año 2013.	2012
Linares	Implementación del modelo de cálculo de emisiones vehiculares (MODEM) en ciudades con planes de transporte y planes de gestión de tránsito (PACIN IV). Año 2013.	2012
Chillán	Investigación de instrumentos de planificación ambiental para ciudades intermedias, Etapa I. Año 2004.	2003
Gran Concepción	Implementación del modelo de cálculo de emisiones vehiculares (MODEM) en ciudades con planes de transporte y planes de gestión de tránsito (PACIN IV). Año 2013.	2012
Los Āngeles	Investigación de instrumentos de planificación ambiental para ciudades intermedias, Etapa II. Año 2006.	2004

Ciudad	Estudio de mediciones	Año medición
Angol	Implementación del modelo de cálculo de emisiones vehiculares (MODEM) en ciudades con planes de transporte y planes de gestión de tránsito (PACIN IV). Año 2013.	2012
Temuco	Investigación de instrumentos de planificación ambiental para ciudades intermedias, Etapa II. Año 2006.	2004
Valdivia	Actualización de perfiles de flujos del modelo MODEM para el Gran Santiago y regiones. Año 2016.	2015
Osorno	Actualización de perfiles de flujos del modelo MODEM para el Gran Santiago y regiones. Año 2016.	2015
Puerto Montt	Investigación de instrumentos de planificación ambiental para ciudades intermedias, Etapa III. Año 2006.	2005
Punta Arenas	Implementación del modelo de cálculo de emisiones vehiculares (MODEM) en ciudades con planes de transporte y planes de gestión de tránsito (PACIN IV). Año 2013.	2012

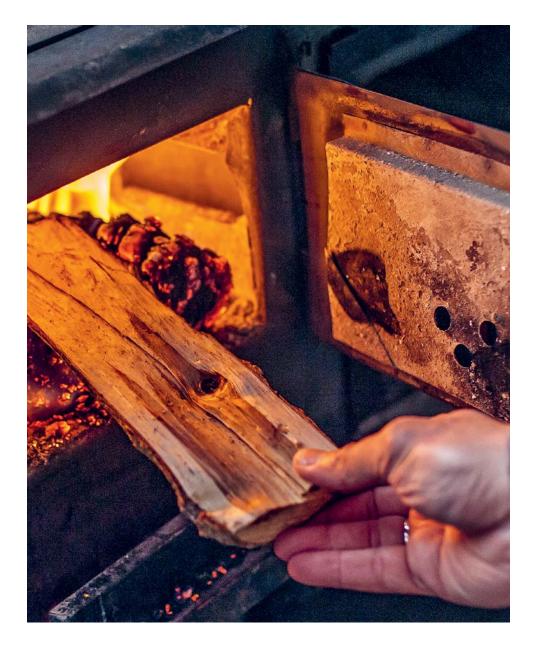
Fuente: SECTRA, 2020.



## Factores de emisión para combustión residencial a leña [gr/kg de leña]

Tipo de artefacto	Contaminante	Leña seca	Leña húmeda	Mala operación
Cocina a leña	MP <sub>10</sub>	7,55	14,00	33,80
Combustión lenta S/T	I MP10		11,84	45,80
Combustión lenta C/T	MP <sub>10</sub>	5,21	11,00	29,50
Salamandra	MP <sub>10</sub>	12,70	36,65	-
Chimenea	MP <sub>10</sub>	10,12	28,53	-
Cocina a leña	MP <sub>2,5</sub>	7,34	13,61	32,85
Combustión lenta S/T	MP <sub>2,5</sub>	6,06	11,51	44,51
Combustión lenta C/T	MP <sub>2,5</sub>	5,07	10,69	28,67
Salamandra	MP <sub>2,5</sub>	12,34	35,62	-
Chimenea	MP <sub>2,5</sub>	9,84	27,73	-
Cocina a leña	СО	305,4	444,7	1,139,7
Combustión lenta S/T	СО	207,1	443,1	584,7
Combustión lenta C/T	СО	129,1	238,5	400,8
Salamandra	СО	309,9	464,1	-
Chimenea	СО	126,3	401,0	-
Cocina a leña	NO <sub>x</sub>	2,1	2,7	2,7
Combustión lenta S/T	NO <sub>x</sub>	2,0	3,0	3,0
Combustión lenta C/T	NO <sub>x</sub>	1,9	2,0	2,0
Salamandra	NO <sub>x</sub>	7,7	3,1	-
Chimenea	NO <sub>x</sub>	1,3	1,3	-
Cocina a leña	SO <sub>2</sub>	0,2	0,2	0,2
Combustión lenta S/T	SO <sub>2</sub>	0,1	0,0	0,2

Tipo de artefacto	Contaminante	Leña seca	Leña húmeda	Mala operación
Combustión lenta C/T	SO <sub>2</sub>	0,1	0,0	0,0
Salamandra	SO <sub>2</sub>	0,2	0,2	-
Chimenea	SO <sub>2</sub>	0,2	0,2	-
Cocina a leña	COVs	114,5	363,5	1.033,2
Combustión lenta S/T	COVs	26,5	84,1	241,2
Combustión lenta C/T	COVs	26,5	84,1	241,2
Salamandra	COVs	114,5	363,5	-
Chimenea	COVs	114,5	363,5	-





### Factores de emisión y de carga de quemas agrícolas

Tipo cultivo	Trigo	Cebada	Avena	Maíz	Otros cultivos (A)	Vegeta- ción (B)	Ramas (C)	Dese- chos pino (D) (E)	Dese- chos eu- caliptos (D) (E)	Desechos otras especies (D) (F)
Carga Orgánica (ton/ha)	4,7	4,2	4,0	10,4	5,4	5,4	1,9	6,5	5,4	6,0
СО	0,0561	0,0827	0,0612	0,0319	0,0538	0,0517	0,0371	0,0719	0,0719	0,0719
COV	0,0034	0,0068	0,0046	0,0030	0,0061	0,0049	0	0	0	0
PTS/MP	0,0048	0,0064	0,0093	0,0051	0,0076	0,0072	0,0053	0,0081	0,0081	0,0081
MP10	0,0048	0,0064	0,0093	0,0051	0,0076	0,0072	0,0053	0,0081	0,0081	0,0081
MP2,5	0,0046	0,0062	0,0089	0,0049	0,0073	0,0069	0,0045	0,0068	0,0068	0,0068
NH3	0,0009	0,0013	0,0010	0,0005	0,0009	0,0008	0,0004	0,0007	0,0007	0,0007
CN	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008
NO <sub>X</sub>	0,0020	0,0023	0,0020	0,0015	0,0021	0,0020	0,0037	0,0035	0,0035	0,0035
SO <sub>X</sub>	0,0004	0	0,0003	0,0002	0,0003	0,0003	0,0011	0,0011	0,0011	0,0011
CO <sub>2</sub> (g)	1,3635	1,3635	1,3635	1,212	1,212	1,212	1,0302	0,49995	1,0302	0,49995
CH4 (g)	0,00243	0,00243	0,00243	0,00216	0,00216	0,00216	0,001836	0,000891	0,001836	0,000891
N20 (g)	0,000063	0,000063	0,000063	0,000056	0,000056	0,000056	4,76E-05	2,31E-05	4,76E-05	2,31E-05

**Fuente:** (MMA, 2017b, n. Tabla 2-47 y 2-48) a partir de (AMBIOSIS, 2011; CARB, 2004, 2005; SISTAM, 2014; Universidad Austral, 2002)<sup>31</sup>.

<sup>&</sup>lt;sup>31</sup> a) Considera valor promedio de factor de emisión y carga orgánica entre todos los cultivos de cereales presentados en CARB, Sección 7.17 "Agricultural Burning and Other Managed Burns".

b) Considera factor de emisión y carga orgánica de cultivos vegetales (*vegetable crops*) presentados en CARB, Sección 7.17 "Agricultural Burning and Other Managed Burns".

c) Considera factores de emisión promedio entre *litter, wood 0-1 in* y *wood 1-3 in*, humedad mod, CARB, Tabla A, Sección 9.3 "Wildfires" y carga orgánica promedio de dichas características indicada en FOFEM 4.0.

d) Considera factores de emisión promedio entre wood 1-3 y wood 3+ in, humedad mod, CARB, Tabla A, Sección 9.3 "Wildfires".

e) A base de lo recomendado por SISTAM, desarrollado con información proveniente de Ambiosis y Universidad Austral. Considera que se poda el 10% de la biomasa arbórea y que el 50% de esta es quemada.

f) Promedio entre desechos de explotación de pino y eucaliptos.

g) A base de IPCC 2006. Volumen 4, capítulo 2, tabla 2.5 (Agricultural Residues) y Tabla 2.6 (Agricultural Residues, Eucalyptus forests - Post logging slash burn, Boreal forests - Post logging slash burn).

## Factores emisión [kg/kg materia quemada] y carga orgánica para incendios forestales

Tipo bosque	Pino	Eucaliptos	Arboleado	Matorral	Pastizal
Carga Orgánica (ton/ha)	50,4	69,4	50,4	7,0	4,1
CO	0,092610	0,092610	0,112140	0,050130	0,112140
MP <sub>10</sub>	0,009720	0,009720	0,011295	0,006300	0,011295
MP <sub>2,5</sub>	0,008235	0,008235	0,009585	0,005355	0,009585
NH <sub>3</sub>	0,000945	0,000945	0,001125	0,000495	0,001125
CN	0,000520	0,000520	0,000520	0,000370	0,000370
$NO_X$	0,003420	0,003420	0,003330	0,003600	0,003330
SO <sub>X</sub>	0,001035	0,001035	0,001035	0,001125	0,001035
CO <sub>2</sub>	0,711000	0,995400	0,711000	1,193620	1,193620
CH <sub>4</sub>	0,003060	0,004284	0,003060	0,001702	0,001702
N <sub>2</sub> O	0,000090	0,000126	0,000090	0,000155	0,000155

Fuente: (MMA, 2017a) a partir de (CARB, 2004)<sup>32</sup>.



<sup>&</sup>lt;sup>32</sup> Section 9.3 Wildfires para contaminantes locales, (IPCC, 2006b) Vol. 4, Cap. 2, Tablas: 2.5, 2.6 para GEI y (Akagi et al., 2011) para carbono negro.

## Listado europeo de residuos

Código	Nombre del capítulo LER
01	Residuos de la prospección, extracción de minas y canteras y tratamientos físicos y químicos de minerales.
02	Residuos de la agricultura, horticultura, acuicultura, silvicultura, caza y pesca; residuos de la preparación y elaboración de alimentos.
03	Residuos de la transformación de la madera y de la producción de tableros y muebles, pasta de papel, papel y cartón.
04	Residuos de las industrias del cuero, de la piel y textil.
05	Residuos del refino de petróleo, purificación del gas natural y tratamiento pirolítico del carbón.
06	Residuos de procesos químicos inorgánicos.
07	Residuos de procesos químicos orgánicos.
08	Residuos de la fabricación, formulación, distribución y utilización (FFDU) de revestimientos (pinturas, barnices y esmaltes vítreos), adhesivos, sellantes y tintas de impresión.
09	Residuos de la industria fotográfica.
10	Residuos de procesos térmicos.
11	Residuos del tratamiento químico de superficie y del recubrimiento de metales y otros materiales; residuos de la hidrometalurgia no férrea.
12	Residuos del moldeado y del tratamiento físico y mecánico de superficie de metales y plásticos.
13	Residuos de aceites y de combustibles líquidos (excepto los aceites comestibles y los de los capítulos 05, 12 y 19).
14	Residuos de disolventes, refrigerantes y propelentes orgánicos (excepto los capítulos 07 y 08).
15	Residuos de envases; absorbentes, trapos de limpieza, materiales de filtración y ropas de protección no especificados en otra categoría.
16	Residuos no especificados en otro capítulo de la lista.
17	Residuos de la construcción y demolición (incluida la tierra excavada de zonas contaminadas).
18	Residuos de servicios médicos o veterinarios o de investigación asociada (salvo los residuos de cocina y de restaurante no procedentes directamente de la prestación de cuidados sanitarios).
19	Residuos de las instalaciones para el tratamiento de residuos, de las plantas externas de tratamiento de aguas residuales y de la preparación de agua para consumo humano y de agua para uso industrial.
20	Residuos municipales (residuos domésticos y residuos asimilables procedentes de los comercios, industrias e instituciones), incluidas las fracciones recogidas selectivamente.

## Tipos de tratamiento en el sistema sectorial SINADER

Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	
		Relleno sanitario.	
		Vertedero.	
		Basural.	
	Dienosicián final	Recepción de lodos en PTAS.	
	Disposición final.	Depósito de seguridad.	
Eliminación		Sitio de escombros de la construcción.	
Ltimilacion		Área de disposición controlada.	
		Depósito de cenizas.	
	Protratamiento (Centro de acenio)	Residuos voluminosos.	
	Pretratamiento (Centro de acopio).	Residuos municipales.	
	Incineración		
	sin recuperación de energía.		
		Pretratamiento de papel, cartón y productos	
		de papel.	
		Pretratamiento vidrio.	
		Pretratamiento de ropa.	
		Pretratamiento de textil, cuero y piel.	
		Pretratamiento de aceites y grasas	
		comestibles	
		Pretratamiento de pinturas, tintas, adhesivos y	
		resinas que no contienen sustancias peligrosas.	
		Pretratamiento de detergentes que no	
Valorización	Pretratamiento (Centro de acopio).	contienen sustancias peligrosas.	
		Pretratamiento de madera que no contiene	
		sustancias peligrosas.	
		Pretratamiento de metales.	
		Pretratamiento de plásticos.	
		Pretratamiento de neumáticos fuera de uso.	
		Pretratamiento de residuos voluminosos.	
		Pretratamiento de caucho y goma.	
		Pretratamiento de materiales eléctricos.	
		Pretratamiento de aparatos eléctricos	
		y electrónicos.	

Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
		Reciclaje de papel, cartón y productos de
		papel.
		Reciclaje de textiles.
		Reciclaje de plásticos.
		Reciclaje de vidrio.
	Reciclaje.	Reciclaje de metales.
		Residuos voluminosos.
		Reciclaje de neumáticos fuera de uso.
		Reciclaje de residuos de pastas o productos
		alimenticios para consumo animal.
		Reciclaje de aparatos eléctricos y electrónicos.
Valorización	Recuperación de energía.	Coincineración.
	Recuperación de energia.	Incineración con recuperación de energía.
	Recepción de lodos de PTAS.	Aplicación a suelo.
	Compostaje.	
	Lombricultura.	
	Coprocesamiento.	
	Degradación anaeróbica.	
	Aplicación al suelo.	
	Reducción de recursos hidrobiológicos.	
	Reducción de residuos orgánicos a base	
	de larvas de insectos.	
	Preparación para reutilización.	



### Descripción de listas I, II y III, D.S. Nº 148/2003 MINSAL

### Lista I

Código	Descripción <sup>33</sup>
l.1	Residuos hospitalarios.
1.2	Residuos resultantes de la producción y la preparación de productos farmacéuticos.
1.3	Medicamentos, drogas y productos farmacéuticos desechados.
1.4	Residuos resultantes de la producción, preparación y la utilización de productos biocidas, productos fitofarmacéuticos y plaguicidas.
I.5	Residuos resultantes de la fabricación, preparación y utilización de productos químicos para la preservación de la madera.
I.6	Residuos resultantes de la producción, preparación y la utilización de solventes orgánicos.
1.7	Residuos que contengan cianuros, resultantes del tratamiento térmico y de las operaciones de temple.
1.8	Aceites minerales no aptos para el uso al que estaban destinados.
1.9	Mezclas y emulsiones de aceite y agua o hidrocarburos y agua.
I.10	Sustancias y artículos de desecho que contengan, o estén contaminados por, bifenilos policlorados (PCB), terfenilos policlorados (PCT) o bifenilos polibromados (PBB).
l.11	Residuos alquitranados resultantes de la refinación, destilación o cualquier tratamiento pirolítico.
l.12	Residuos resultantes de la producción, preparación y utilización de tintas, colorantes, pigmentos, pinturas, lacas o barnices.
I.13	Residuos resultantes de la producción, preparación y utilización de resinas, látex, plastificantes o colas y adhesivos.
I.14	Sustancias químicas, no identificadas o nuevas, resultantes de la investigación y el desarrollo o de las actividades de enseñanza y cuyos efectos en el ser humano o el medio ambiente no se conozcan.
I.15	Residuos de carácter explosivo no sometidos a una legislación diferente.
I.16	Residuos resultantes de la producción, preparación y utilización de productos químicos y materiales para fines fotográficos.
l.17	Residuos resultantes del tratamiento de superficie de metales y plásticos.
l.18	Residuos resultantes de las operaciones de eliminación o tratamiento de residuos, tales como lodos, filtros, polvos, etc.

<sup>33</sup> La Categoría II señalada en la descripción de la tabla se encuentra indicada en el D.S. Nº 148/2003 MINSAL.

### Lista II

Código	Descripción
II.1	Metales carbonilos.
II.2	Berilio, compuestos de berilio.
II.3	Compuestos de cromo hexavalente.
11.4	Compuestos de cobre.
11.5	Compuestos de zinc.
II.6	Arsénico, compuestos de arsénico.
11.7	Selenio, compuestos de selenio.
11.8	Cadmio, compuestos de cadmio.
11.9	Antimonio, compuestos de antimonio.
II.10	Telurio, compuestos de telurio.
II.11	Mercurio, compuestos de mercurio.
II.12	Talio, compuestos de talio.
II.13	Plomo, compuestos de plomo.
II.14	Compuestos inorgánicos de flúor, con exclusión del fluoruro cálcico.
II.15	Cianuros inorgánicos.
II.16	Soluciones ácidas o ácidos en forma sólida.
II.17	Soluciones básicas o bases en forma sólida.
II.18	Polvo o fibras de asbesto con exclusión de los residuos de materiales de construcción fabricados con cemento asbesto.
	Compuestos orgánicos de fósforo.
II.20	Cianuros orgánicos.
II.21	Fenoles, compuestos fenólicos, con exclusión de clorofenoles.
11.22	Éteres
II.23	Solventes orgánicos halogenados.
 II.24	Solventes orgánicos, con exclusión de solventes halogenados.
II.25	Cualquier substancia del grupo de los dibenzofuranos policlorados.
II.26	Cualquier substancia del grupo de los dibenzoparadioxinas policloradas.
II.27	Compuestos orgánicos halogenados, que no sean las substancias mencionadas en el presente artículo.
II.28	Compuestos de níquel.

### Lista III

Código	Descripción
III.1	Catalizadores usados.
III.2	Envases y recipientes contaminados que hayan contenido uno o más constituyentes enumerados en la Categoría II.
III.3	Residuos que procedan de la recolección selectiva o la segregación de residuos sólidos domiciliarios que presenten al menos una característica de peligrosidad.
III.4	Suelos o materiales contaminados por alguno de los constituyentes listados en la Categoría II.

# ANEXO | 10

## Descripción lista A, D.S. Nº 148/2003 MINSAL

Código	Descripción³⁴
A1010	Desechos metálicos y desechos que contengan aleaciones de cualquiera de las sustancias siguientes: antimonio, arsénico, berilio, cadmio, plomo, mercurio, selenio, telurio, talio, pero excluidos los desechos que figuran específicamente en la lista B.
A1020	Desechos que tengan como constituyentes o contaminantes, excluidos los desechos de metal en forma masiva, cualquiera de las sustancias siguientes: - antimonio; compuestos de antimonio - berilio; compuestos de berilio - cadmio; compuestos de cadmio - plomo; compuestos de plomo - selenio; compuestos de selenio - telurio; compuestos de telurio.
A1030	Desechos que tengan como constituyentes o contaminantes cualquiera de las sustancias siguientes: - arsénico; compuestos de arsénico - mercurio; compuestos de mercurio - talio; compuestos de talio.
A1040	Desechos que tengan como constituyentes: - Carbonilos de metal - Compuestos de cromo hexavalente.
A1050	Lodos galvánicos.
A1060	Líquidos de desecho del decapaje de metales.
A1070	Residuos de lixiviación del tratamiento del zinc, polvos y lodos como jarosita, hematites, etc.
A1080	Residuos de desechos de zinc no incluidos en la lista B, que contengan plomo y cadmio en concentraciones tales que presenten características del anexo III.
A1090	Cenizas de la incineración de cables de cobre recubiertos.
A1100	Polvos y residuos de los sistemas de depuración de gases de las fundiciones de cobre.
A1110	Soluciones electrolíticas usadas de las operaciones de refinación y extracción electrolítica del cobre.
A1120	Lodos residuales, excluidos los fangos anódicos, de los sistemas de depuración electrolítica de las operaciones de refinación y extracción electrolítica del cobre.
A1130	Soluciones de ácidos para grabar usadas que contengan cobre disuelto.
A1140	Desechos de catalizadores de cloruro cúprico y cianuro de cobre.
A1150	Cenizas de metales preciosos procedentes de la incineración de circuitos impresos no incluidos en la lista B(4).

<sup>&</sup>lt;sup>34</sup> Los Anexos I, III y Lista BI señalados en la descripción de la tabla, se encuentran indicados en el D.S. Nº 148/2003 MINSAL.

Código	Descripción³⁴
A1160 A	Acumuladores de plomo de desecho, enteros o triturados.
A1170 a	Acumuladores de desecho sin seleccionar excluidas mezclas de acumuladores solo de la lista B. Los acumuladores de desecho no ncluidos en la lista B que contengan constituyentes del anexo I en tal grado que los conviertan en peligrosos.
A1180 r. c n l.i	Montajes eléctricos y electrónicos de desecho o restos de estos que contengan componentes como acumuladores y otras baterías ncluidos en la lista A, interruptores de mercurio, vidrios de tubos de rayos catódicos y otros vidrios activados y capacitadores de PCB, o contaminados con constituyentes del anexo I (por ejemplo, cadmio, mercurio, plomo, bifenilo policlorado) en tal grado que posean alguna de as características del anexo III (véase la entrada correspondiente en la ista B B1110).
	Desechos de vidrio de tubos de rayos catódicos y otros vidrios activados.
Δ 2(1) 2(1)	Desechos de compuestos inorgánicos de flúor en forma de líquidos o odos, pero excluidos los desechos de ese tipo especificados en la lista B.
A2030 I	Desechos de catalizadores, pero excluidos los desechos de este tipo especificados en la lista B.
A2040 C	reso de desecho procedente de procesos de la industria química, si contiene constituyentes del anexo I en tal grado que presenten una característica peligrosa del anexo III (véase la entrada correspondiente en la lista B B2080).
A2050 C	Desechos de amianto (polvo y fibras).
A2060 s	Cenizas volantes de centrales eléctricas de carbón que contengan sustancias del anexo I en concentraciones tales que presenten características del anexo III (véase la entrada correspondiente en la lista 8 B2050).
Δ3010 Ι	Desechos resultantes de la producción o el tratamiento de coque de petróleo y asfalto.
A3020 I	Aceites minerales de desecho no aptos para el uso al que estaban destinados.
A 3() 3()	Desechos que contengan, estén integrados o estén contaminados por odos de compuestos antidetonantes con plomo.
A3040 C	Desechos de líquidos térmicos (transferencia de calor).
A3050 r	Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de resinas, látex, plastificantes o colas/adhesivos excepto los desechos especificados en la lista B (véase el apartado correspondiente en la lista B 84020).
A3060 N	Vitrocelulosa de desecho.
A3070 I	Desechos de fenoles, compuestos fenólicos, incluido el clorofenol en forma de líquido o de lodo.

Código	Descripción <sup>34</sup>
A3090	Desechos de cuero en forma de polvo, cenizas, lodos y harinas que contengan compuestos de plomo hexavalente o biocidas (véase el apartado correspondiente en la lista B B3100).
A3100	Raeduras y otros desechos del cuero o de cuero regenerado que no sirvan para la fabricación de artículos de cuero, que contengan compuestos de cromo hexavalente o biocidas (véase el apartado correspondiente en la lista B B3090).
A3110	Desechos del curtido de pieles que contengan compuestos de cromo hexavalente o biocidas o sustancias infecciosas (véase el apartado correspondiente en la lista B B3110).
A3120	Pelusas - fragmentos ligeros resultantes del desmenuzamiento.
A3130	Desechos de compuestos de fósforo orgánicos.
A3140	Desechos de disolventes orgánicos no halogenados pero con exclusión de los desechos especificados en la lista B.
A3150	Desechos de disolventes orgánicos halogenados.
A3160	Desechos resultantes de residuos no acuosos de destilación halogenados o no halogenados derivados de operaciones de recuperación de disolventes orgánicos.
A3170	Desechos resultantes de la producción de hidrocarburos halogenados alifáticos (tales como clorometano, dicloroetano, cloruro de vinilo, cloruro de alilo y epicloridrina).
A3180	Desechos, sustancias y artículos que contienen, consisten o están contaminados con bifenilo policlorado (PCB), terfenilo policlorado (PCT), naftaleno policlorado (PCN) o bifenilo polibromado (PBB), o cualquier otro compuesto polibromado análogo, con una concentración de igual o superior a 50 mg/kg.
A3190	Desechos de residuos alquitranados (con exclusión de los cementos asfálticos) resultantes de la refinación, destilación o cualquier otro tratamiento pirolítico de materiales orgánicos.
A4010	Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de productos farmacéuticos, pero con exclusión de los desechos especificados en la lista B.
A4020	Desechos clínicos y afines; es decir desechos resultantes de prácticas médicas, de enfermería, dentales, veterinarias o actividades similares, y desechos generados en hospitales u otras instalaciones durante actividades de investigación o el tratamiento de pacientes, o de proyectos de investigación.
A4030	Desechos resultantes de la producción, la preparación y la utilización de biocidas y productos fitofarmacéuticos, con inclusión de desechos de plaguicidas y herbicidas que no respondan a las especificaciones, caducados, o no aptos para el uso previsto originalmente.

Código	Descripción <sup>34</sup>
A4040	Desechos resultantes de la fabricación, preparación y utilización de productos químicos para la preservación de la madera.
A4050	Desechos que contienen, consisten o están contaminados con algunos de los productos siguientes: - Cianuros inorgánicos, con excepción de residuos que contienen metales preciosos, en forma sólida, con trazas de cianuros inorgánicos - Cianuros orgánicos.
A4060	Desechos de mezclas y emulsiones de aceite y agua o de hidrocarburos y agua.
A4070	Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de tintas, colorantes, pigmentos, pinturas, lacas o barnices, con exclusión de los desechos especificados en la lista B (véase el apartado correspondiente de la lista B B4010).
A4080	Desechos de carácter explosivo (pero con exclusión de los desechos especificados en la lista B).
A4090	Desechos de soluciones ácidas o básicas, distintas de las especificadas en el apartado correspondiente de la lista B (véase el apartado correspondiente de la lista B B2120).
A4100	Desechos resultantes de la utilización de dispositivos de control de la contaminación industrial para la depuración de los gases industriales, pero con exclusión de los desechos especificados en la lista B.
A4110	Desechos que contienen, consisten o están contaminados con algunos de los productos siguientes: - Cualquier sustancia del grupo de los dibenzofuranos policlorados - Cualquier sustancia del grupo de las dibenzodioxinas policloradas.
A4120	Desechos que contienen, consisten o están contaminados con peróxidos.
A4130	Envases y contenedores de desechos que contienen sustancias incluidas en el anexo I, en concentraciones suficientes como para mostrar las características peligrosas del anexo III.
A4140	Desechos consistentes o que contienen productos químicos que no responden a las especificaciones o caducados correspondientes a las categorías del anexo I, y que muestran las características peligrosas del anexo III.
A4150	Sustancias químicas de desecho, no identificadas o nuevas, resultantes de la investigación y el desarrollo o de las actividades de enseñanza y cuyos efectos en el ser humano o el medio ambiente no se conozcan.
A4160	Carbono activado consumido no incluido en la lista B (véase el correspondiente apartado de la lista B B2060).



## ANEXO **11**

## Panorama general del registro de emisiones y transferencias, 2020

	Emisiones al aire			Emisione	es al agua	Residuos peligrosos
Contaminante	Puntuales	Transporte en ruta	Difusas	Descarga de RILes	Transferen- cias fuera del estable- cimiento	Transferen- cias fuera del estable- cimiento
Aceites minerales de desecho no aptos para el uso al que estaban destinados						112.035,45
Aceites y grasas				24.876,46	4.529,70	
Acumuladores de desecho sin seleccionar excluidas mezclas de acumuladores solo de la lista B. Los acumuladores de desechos no incluidos en la lista B que contengan constituyentes del anexo I en tal grado que los conviertan en peligrosos Acumuladores de plomo de desechos, enteros o						172,13 36.010,43
triturados  Aluminio				171,22	268,41	
Arsénico	261,38	1.665,58	0,01	44,77	0,64	
Benceno	164,50			0,00		
Boro				221,58	11,67	
Bromoclorometano, Anexo C, Grupo III						
Cadmio				2,92	0,36	
Carbono activado consumido no incluido en la lista B (véase el correspondiente apartado de la lista B B2060)						223,99

	E	misiones al air	re	Emisione	es al agua	Residuos peligrosos
Contaminante	Puntuales	Transporte en ruta	Difusas	Descarga de RILes	Transferen- cias fuera del estable- cimiento	Transferen- cias fuera del estable- cimiento
Carbono negro			10633,04			
Cenizas de la incineración de cables de cobre recubiertos						0,16
Cenizas volantes de centrales eléctricas de carbón que contengan sustancias del anexo I en concentraciones tales que presenten características del anexo III (véase la entrada correspondiente en la lista B B2050)						25,80
Cianuro				11,19	0,74	
Cloruros				824.158,01	- ,	
Cobre				66,88	4,78	
Compuestos orgánicos volátiles	3.773,90	19.910,02	995.068,40	, , , , , , , , , , , , , , , , , , ,	, , , , , , , , , , , , , , , , , , ,	
Cromo hexavalente				12,30	0,70	
Cromo total				9,93	4,22	
Montajes eléctricos y electrónicos de desecho o restos de estos(5) que contengan componentes como acumuladores y otras baterías incluidos en la lista A, interruptores de mercurio, vidrios de tubos de rayos catódicos y otros vidrios activados y capacitadores de PCB, o contaminados con constituyentes del anexo I (por ejemplo, cadmio, mercurio, plomo, bifenilo policlorado) en tal grado que posean alguna de las características del anexo III (véase la entrada correspondiente en la lista B B1110)(6)						818,69

	Emisiones al aire			Emisione	Residuos peligrosos	
Contaminante	Puntuales	Transporte en ruta	Difusas	Descarga de RILes	Transferen- cias fuera del estable- cimiento	Transferen- cias fuera del estable- cimiento
Desechos consistentes o que contienen productos químicos que no responden a las especificaciones o caducados(10) correspondientes a las categorías del anexo l, y que muestran las características peligrosas del anexo III						10.424,65
Desechos de amianto (polvo y fibras)						393,90
Desechos de carácter explosivo (pero con exclusión de los desechos especificados en la lista B)						78,67
Desechos de catalizadores de cloruro cúprico y cianuro de cobre						0,03
Desechos de catalizadores, pero excluidos los desechos de este tipo especificados en la lista B						846,00
Desechos de compuestos de fósforo orgánicos						36,38
Desechos de compuestos inorgánicos de flúor en forma de líquidos o lodos, pero excluidos los desechos de ese tipo especificados en la lista B						26,57
Desechos de cuero en forma de polvo, cenizas, lodos y harinas que contengan compuestos de plomo hexavalente o biocidas (véase el apartado correspondiente en la lista B B3100)						6,57

	Emisiones al aire			Emisione	es al agua	Residuos peligrosos
Contaminante	Puntuales	Transporte en ruta	Difusas	Descarga de RILes	Transferen- cias fuera del estable- cimiento	Transferen- cias fuera del estable- cimiento
Desechos de disolventes orgánicos halogenados						1.823,86
Desechos de disolventes orgánicos no halogenados pero con exclusión de los desechos especificados en la lista B						4.436,94
Desechos de éteres excepto los especificados en la lista B						7,16
Desechos de fenoles, compuestos fenólicos, incluido el clorofenol en forma de líquido o de lodo						272,41
Desechos de líquidos térmicos (transferencia de calor)						487,26
Desechos de mezclas y emulsiones de aceite y agua o de hidrocarburos y agua						67.160,61
Desechos de residuos alquitranados (con exclusión de los cementos asfálticos resultantes de la refinación, destilación o cualquier otro tratamiento pirolítico de materiales orgánicos						977,85
Desechos de soluciones ácidas o básicas, distintas de las especificadas en el apartado correspondiente de la lista B (véase el apartado correspondiente de la lista B B2120)						28.552,59
Desechos de vidrio de tubos de rayos catódicos y otros vidrios activados						33,12



	Emisiones al aire			Emisione	Residuos peligrosos	
Contaminante	Puntuales	Transporte en ruta	Difusas	Descarga de RILes	Transferen- cias fuera del estable- cimiento	Transferen- cias fuera del estable- cimiento
Desechos del curtido de						
pieles que contengan						
compuestos de cromo						
hexavalente o biocidas						54,25
o sustancias infecciosas						54,25
(véase el apartado						
correspondiente en la lista						
B B3110)						
Desechos metálicos y						
desechos que contengan						
aleaciones de cualquiera						
de las sustancias						
siguientes: antimonio,						
arsénico, berilio, cadmio,						16.585,97
plomo, mercurio, selenio,						
telurio, talio, pero						
excluidos los desechos que						
figuran específicamente en						
la lista B.						
Desechos que contengan,						
estén integrados o						
estén contaminados por						62,38
lodos de compuestos						
antidetonantes con plomo						

	E	misiones al ai	re	Emisione	Residuos peligrosos	
Contaminante	Puntuales	Transporte en ruta	Difusas	Descarga de RILes	Transferen- cias fuera del estable- cimiento	Transferen- cias fuera del estable- cimiento
Desechos que contienen, consisten o están contaminados con algunos de los productos siguientes:  Cianuros inorgánicos, con excepción de residuos que contienen metales preciosos, en forma sólida, con trazas de cianuros inorgánicos  Cianuros orgánicos						384,56
Desechos que contienen, consisten o están contaminados con algunos de los productos siguientes:  ' Cualquier sustancia del grupo de los dibenzofuranos policlorados  ' Cualquier sustancia del grupo de las dibenzodioxinas policloradas						30,82
Desechos que contienen, consisten o están contaminados con peróxidos						100,50
Desechos que tengan como constituyentes o contaminantes cualquiera de las sustancias siguientes:  Arsénico; compuestos de arsénico  Mercurio; compuestos de mercurio  Talio; compuestos de talio						136.798,18

	E	misiones al aiı	re	Emisione	Residuos peligrosos	
Contaminante	Puntuales	Transporte en ruta	Difusas	Descarga de RILes	Transferen- cias fuera del estable- cimiento	Transferen- cias fuera del estable- cimiento
Desechos que tengan como constituyentes o contaminantes, excluidos los desechos de metal en forma masiva, cualquiera de las sustancias siguientes:  Antimonio; compuestos de antimonio  Berilio; compuestos de berilio  Cadmio; compuestos de cadmio  Plomo; compuestos de plomo  Selenio; compuestos de selenio  Telurio; compuestos de telurio						21.117,79
Desechos que tengan como constituyentes:  Carbonilos de metal  Compuestos de cromo hexavalente						939,70
Desechos resultantes de la fabricación, preparación y utilización de productos químicos para la preservación de la madera(9)						674,34
Desechos resultantes de la producción de hidrocarburos halogenados alifáticos (tales como clorometano, dicloroetano, cloruro de vinilo, cloruro de alilo y epicloridrina)						46,94

	Emisiones al aire			Emisione	Residuos peligrosos	
Contaminante	Puntuales	Transporte en ruta	Difusas	Descarga de RILes	Transferen- cias fuera del estable- cimiento	Transferen- cias fuera del estable- cimiento
Desechos resultantes de la producción o el tratamien- to de coque de petróleo y asfalto						1.706,79
Desechos resultantes de la producción, la preparación y la utilización de biocidas y productos fitofarmacéuticos, con inclusión de desechos de plaguicidas y herbicidas que no respondan a las especificaciones, caducados(8), o no aptos para el uso previsto originalmente						2.531,58
Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de productos farmacéuticos, pero con exclusión de los desechos especificados en la lista B						4.146,78
Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de resinas, látex, plastificantes o colas/ adhesivos excepto los desechos especificados en la lista B (véase el apartado correspondiente en la lista B 84020)						4.615,85
Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de tintas, colorantes, pigmentos, pinturas, lacas o barnices, con exclusión de los desechos especificados en la lista B (véase el apartado correspondiente de la lista B B4010)						7.632,15



	E	Emisiones al aire			Emisiones al agua		
Contaminante	Puntuales	Transporte en ruta	Difusas	Descarga de RILes	Transferen- cias fuera del estable- cimiento	Transferen- cias fuera del estable- cimiento	
Desechos resultantes de la							
utilización de dispositivos							
de control de la contami-							
nación industrial para la						170,38	
depuración de los gases						170,38	
industriales, pero con							
exclusión de los desechos							
especificados en la lista B							
Desechos resultantes de							
residuos no acuosos de							
destilación halogenados o							
no halogenados derivados						243,13	
de operaciones de recu-							
peración de disolventes							
orgánicos							
Desechos, sustancias y							
artículos que contienen,							
consisten o están con-							
taminados con bifenilo							
policlorado (PCB), terfenilo							
policlorado (PCT), nafta-						156,95	
leno policlorado (PCN) o bi-						150,95	
fenilo polibromado (PBB), o							
cualquier otro compuesto							
polibromado análogo, con							
una concentración de igual							
o superior a 50 mg/kg(7)							

	E	misiones al aiı	re	Emisione	es al agua	Residuos peligrosos
Contaminante	Puntuales	Transporte en ruta	Difusas	Descarga de RILes	Transferen- cias fuera del estable- cimiento	Transferen- cias fuera del estable- cimiento
Dibenzoparadioxinas policloradas (PCDD)						
Dibenzoparadioxinas policloradas y furanos (PCDD/F)	0,01					
Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )	71.052,88	116,78	5.304,32			
Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	62.026.364,80	11.392.660,70	12.533.785,55			
Envases y contenedores de desechos que contienen sustancias incluidas en el anexo I, en concentraciones suficientes como para mostrar las características peligrosas del anexo III						6.436,15
Estaño				4,39		
Fluoruros				986,34		
Fósforo total				2.826,69	3.423,39	
Hidrocarburos fijos				1.153,52	9,51	
Hidrocarburos totales				4.461,45	131,77	
Hidrocarburos volátiles				182,52	0,40	
Hierro / hierro disuelto				191,61		
Índice de fenol				10,87		
Líquidos de desecho del decapaje de metales						4.486,50
Lodos galvánicos						256,31
Lodos residuales, excluidos los fangos anódicos, de los sistemas de depuración electrolítica de las operaciones de refinación y extracción electrolítica del cobre						479,87
Manganeso				56,79		
Material particulado	14.482,82	345.072,75	158.463,16			
Mercurio	4,32		0,01	0,49	0,01	
Metano (CH4)		753,73	100.375,13			
Molibdeno				75,55		

	E	misiones al air	re	Emisione	es al agua	Residuos peligrosos
Contaminante	Puntuales	Transporte en ruta	Difusas	Descarga de RILes	Transferen- cias fuera del estable- cimiento	Transferen- cias fuera del estable- cimiento
Monóxido de carbono	119.129,53	101.227,93	2.128.832,99			
MP10	4.283,22	70.735,32	129.568,99			
MP2,5	3.406,23	13.855,04	120.470,42			
Níquel				15,03	1,34	
Nitritos más nitratos				5,13		
Nitrógeno amoniacal (o NH3)	279,85	1.101,39	9.845,68	8,29		
Nitrógeno total Kjeldahl				3.396,93		
ΝΟχ	184.102,10	39.338,80	29.110,25			
Óxido nitroso		3.852,23	1.275,23			
Pelusas - fragmentos ligeros resultantes del desmenuzamiento						31,98
Pentaclorofenol / PCP				0,13		
Plomo	78,51		0,00	16,60	2,89	
Polvos y residuos de los sistemas de depuración de gases de las fundiciones de cobre						36.300,68
Raeduras y otros desechos del cuero o de cuero regenerado que no sirvan para la fabricación de artículos de cuero, que contengan compuestos de cromo hexavalente o biocidas (véase el apartado correspondiente en la lista B B3090)						0,01
Residuos de desechos de zinc no incluidos en la lista B, que contengan plomo y cadmio en concentraciones tales que presenten características del anexo III						680,77
Residuos de lixiviación del tratamiento del zinc, polvos y lodos como jarosita, hematites, etc.						0,78



	E	misiones al aiı	re	Emisione	Residuos peligrosos	
Contaminante	Puntuales	Transporte en ruta	Difusas	Descarga de RILes	Transferen- cias fuera del estable- cimiento	Transferen- cias fuera del estable- cimiento
Selenio				2,92		
Sólidos suspendidos totales				71.754,92	45.996,83	
Soluciones de ácidos para grabar usadas que contengan cobre disuelto						0,35
Soluciones electrolíticas usadas de las operaciones de refinación y extracción electrolítica del cobre						28.287,21
Sulfatos				619.751,65	10.337,84	
Sulfuros				2.986,03	10,78	
Sustancias activas de azul de metileno				102,59		

	Emisiones al aire			Emisiones al agua		Residuos peligrosos
Contaminante	Puntuales	Transporte en ruta	Difusas	Descarga de RILes	Transferen- cias fuera del estable- cimiento	Transferen- cias fuera del estable- cimiento
Sustancias químicas de						
desecho, no identificadas						
o nuevas, resultantes						
de la investigación y						
el desarrollo o de las						435,07
actividades de enseñanza						
y cuyos efectos en el						
ser humano o el medio						
ambiente no se conozcan						
Tetracloroeteno				0,56		
Tolueno / metilbenceno / toluol / fenilmetano	38,82			0,28		
Triclorometano				9,69		
Xileno				0,43		
Yeso de desecho				0,13		
procedente de procesos						
de la industria química, si						
contiene constituyentes						
del anexo I en tal grado						
que presenten una						3.339,15
característica peligrosa del						
anexo III (véase la entrada						
correspondiente en la lista						
B B2080)						
Zinc				128,71	18,25	
TOTAL	62.427.423	11.990.290	16.222.733	1.557.705	64.754	543.585



## Índice de tablas

Tabla 1.	Información contenida en el RETC asociada a fuentes puntuales	
	y origen de los datos, 2020	14
Tabla 2.	Información contenida en el RETC asociada a fuentes	
	no puntuales, 2020	15
Tabla 3.	Sistemas de reporte de información habilitados en el Sistema	
	Ventanilla Única del RETC, 2020	18
Tabla 4.	Origen de los datos de fuentes fijas y reporte de información	
	en los distintos sistemas sectoriales	19
Tabla 5.	Rubros utilizados por RETC y descripción	36
Tabla 6.	Cantidad de Vehículos con Revisión Técnica para el 2020	57
Tabla 7.	Kilómetros recorridos y velocidad promedio ciudades	
	sin modelo de transporte, 2020	58
Tabla 8.	Kilómetros recorridos camiones livianos, 2020	59
Tabla 9.	Parque vehicular, permisos de circulación INE ciudades	
	sin modelo de transporte, 2020	59
Tabla 10.	Factores de emisión de GEI para combustión residencial a leña	68
Tabla 11.	Normativa asociada a la descarga de RILes	76
Tabla 12.	Normativa asociada a la disposición al suelo de residuos industriales	
	y municipales no peligrosos	89
Tabla 13.	Generación y destino de residuos no peligrosos, 2020	89
Tabla 14.	Reporte SINADER y SIDREP	94
Tabla 15.	Factor de generación diario per cápita	_ 104
Tabla 16.	Normativa asociada a transferencias de residuos peligrosos	_ 108
Tahla 17	Normativa asociada a transferencias de RII es al alcantarillado	111



## Índice de Indicadores

Indicador 1-A:	Composición del total de emisiones al aire por tipo de fuente, 2020 $\_$	_ 38
Indicador 1-B:	Composición del total de emisiones al aire por tipo de fuente, 2020 _	_ 39
Indicador 2:	Emisiones de dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ) por tipo de fuente	
	desagregadas por región, 2020	_ 40
Indicador 3:	Emisiones de material particulado respirable (MP <sub>10</sub> )	
	por tipo de fuente desagregada por región, 2020	_ 41
Indicador 4:	Emisiones de material particulado respirable fino (MP <sub>2,5</sub> )	
	por tipo de fuente desagregada por región, 2020	_ 42
Indicador 5:	Emisiones de dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> ) por tipo de fuente	
	desagregada por región, 2020	_ 43
Indicador 6:	Emisiones de óxido de nitrógeno (NO <sub>X</sub> ) por tipo de fuente	
	desagregada por región, 2020	_ 44
Indicador 7-A:	Composición de emisiones totales al aire de fuentes	
	puntuales por rubro para NO <sub>X</sub> , SO <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> , CO, CO <sub>2</sub> ,	
	MP <sub>10</sub> y MP <sub>2,5</sub> . 2020	_ 47
Indicador 7-B:	Composición de emisiones al aire de fuentes puntuales	
	por rubro, 2020	_ 48
Indicador 8:	Emisiones de dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ) desagregadas	
	por región para fuentes puntuales por rubro, 2020	_ 49
Indicador 9:	Emisiones de material particulado respirable (MP <sub>10</sub> )	
	desagregadas por región para fuentes puntuales por rubro, 2020 _	_ 50
Indicador 10:	Emisiones de material particulado respirable fino (MP <sub>2,5</sub> )	
	desagregadas por región para fuentes puntuales por rubro, 2020 _	_ 51
Indicador 11:	Emisiones de dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> ) desagregadas por región	
	para fuentes puntuales por rubro, 2020	_ 52
Indicador 12:		
	para fuentes puntuales por rubro, 2020	_ 53
Indicador 13:	Composición de emisiones de transporte en ruta	
	por categoría vehicular, 2020	
	Emisiones históricas por transporte en ruta, 2005-2020	_ 61
Indicador 15:	Emisiones de dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ) en ciudades	
	por transporte en ruta, 2020	_ 62
Indicador 16:	Emisiones de material particulado respirable (MP <sub>10</sub> )	
	en ciudades por transporte en ruta, 2020	_ 63
Indicador 17:	Emisiones de material particulado respirable fino (MP <sub>2,5</sub> )	_
	en ciudades por transporte en ruta, 2020	_ 64
Indicador 18:	Emisiones de dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> ) en ciudades	
	por transporte en ruta, 2020	_ 65

Indicador 19:	Emisiones de óxidos de nitrógeno NO <sub>X</sub> en ciudades	
	por transporte en ruta, 2020	_ 66
Indicador 20:	Emisiones asociadas a la combustión de leña residencial, 2005-2020	_ 70
Indicador 21:	Emisiones de dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ) por combustión	
	de leña residencial por región, 2020	_ 71
Indicador 22:	Emisiones de material particulado respirable (MP <sub>10</sub> )	
	por combustión de leña residencial por región, 2020	_ 72
Indicador 23:	Emisiones material particulado respirable fino (MP <sub>2,5</sub> )	
	por combustión de leña residencial por región, 2020	_ 73
Indicador 24:	Emisiones dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> ) por combustión de leña	
	residencial por región, 2020	_ 74
Indicador 25:	Emisiones de óxidos de nitrógeno (NO <sub>X</sub> ) por combustión	
	de leña residencial por región, 2020	_ 75
Indicador 26:	Emisiones de contaminantes a aguas marinas y continentales	
	superficiales por rubro, desagregadas por región, 2020	_ 79
Indicador 27:	Emisiones de aceites y grasas a aguas marinas y continentales	
	superficiales por rubro desagregadas por región, 2020	_ 80
Indicador 28:	Emisiones de fósforo total, nitrógeno total Kjeldahl y nitritos	
	más nitratos a aguas marinas y continentales superficiales	
	por rubro desagregadas por región, 2020	_ 81
Indicador 29:	Emisiones de hidrocarburos a aguas marinas y continentales	
	superficiales por rubro desagregadas por región, 2020	_ 82
Indicador 30:	Emisiones de sulfatos y sulfuros a aguas marinas	
	y continentales superficiales por rubro desagregadas	
	por región, 2020	_ 83
Indicador 31:	Emisiones de metales pesados a aguas marinas	
	y continentales superficiales por rubro desagregadas	
	por región, 2020	_ 84
Indicador 32:	Emisiones de pesticidas (pentaclorofenol, tetracloroeteno,	
	tolueno, triclorometano y xileno) a aguas subterráneas	0.0
1	por rubro desagregadas por región, 2020	_ 86
indicador 33:	Principales contaminantes emitidos a aguas subterráneas	0.7
Indianday 24:	a nivel nacional, 2020	_ 87
muicador 34:	Emisiones contaminantes a aguas subterráneas por rubro	00
Indiandor 25:	desagregadas por región, 2020 Proporción de residuos según categoría de origen 2020	
Indicador 35:	Generación de residuos por categoría de origen	_ 93
mulcador 50.	desagregadas por región, 2020	_ 95
Indicador 37-	<b>A:</b> Generación acumulada por tipo de residuos y por rubros, 2020	
	<b>B:</b> Composición de generación acumulada y totales por rubros, 2020	
	Disposición final de residuos por categoría de origen,	_
	desagregadas por región, 2020	_ 98
Indicador 39:		_ 50
	no peligrosos, 2020	_ 99
Indicador 40:	Valorización de residuos sólidos industriales no peligrosos	
	por rubro. 2020	100

Indicador 41:	Residuos sólidos municipales declarados y estimados según	
	la población proyectada desagregada por región, 2020	_ 102
Indicador 42:	Comunas con mayor generación de residuos, 2020	_ 103
Indicador 43:	Generación de residuos municipales per cápita (kg/hab.)	
	por región, 2020	_ 105
Indicador 44:	Tasas de valorización o reciclaje de residuos municipales, 2020	_ 106
Indicador 45:	Tasas de valorización o reciclaje de residuos industriales, 2020	_ 107
Indicador 46:	Caracterización de residuos peligrosos generados	
	por característica de peligrosidad, 2020	_ 110
Indicador 47:	Principales contaminantes transferidos al sistema	
	de alcantarillado a nivel nacional, 2020	_ 113
Indicador 48:	Transferencias de contaminantes al sistema de alcantarillado	
	por CIIU, desagregadas regionalmente, 2020	_ 114



En el Decimoquinto Informe Consolidado de Emisiones y Transferencias de Contaminantes del RETC, se presenta información crítica de utilidad para la prevención y control de la contaminación.

Los datos publicados en este reporte están disponibles para cualquier persona interesada en el portal del RETC (https://retc.mma.gob.cl), sección datos abiertos.

Esta publicación contribuye al derecho que toda persona tiene de conocer la información ambiental disponible por el Estado, consagrado en el Principio 10 de la Agenda 21.





