



GreenLabUC
Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.

APOYO A LA INICIATIVA PARA EL PLAN DE MITIGACIÓN DE LOS CONTAMINANTES CLIMÁTICOS DE VIDA CORTA EN CHILE

Estudio solicitado por la Subsecretaría del Medio Ambiente

RESUMEN EJECUTIVO

Santiago, 5 de Julio de 2017

Equipo de Trabajo

Héctor Jorquera, Ingeniero Civil Químico
Ph.D. en Ingeniería Química
jorquera@ing.puc.cl

Luis Abdón Cifuentes, Ingeniero Civil Estructural
Ph.D. en Ingeniería y Políticas Públicas
lac@ing.puc.cl

Mauricio Osses, Ingeniero Civil Mecánico
Ph.D. en Emisiones Vehiculares y su Control
mauricio.osses@usm.cl

María Paz Domínguez, Ingeniero Civil Químico
Ph.D. En Ingeniería Térmica y FluidMecánica
maria.dominguezd@usm.cl

José Miguel Valdés, Ingeniero Civil Industrial
Especialidad Eléctrica
jmvaldes@uc.cl

Camila Cabrera, Ingeniero Civil Industrial
M.Sc. en Política y Regulación Ambiental
cpcabrera@uc.cl

Pablo Busch, Ingeniero Civil Industrial
Especialidad Ambiental
pmbusch@uc.cl

Resumen Ejecutivo

Los Contaminantes Climáticos de Vida Corta (CCVC o en inglés: *short-lived climate pollutants* o SLCP) son contaminantes emitidos al aire que contribuyen al cambio climático. Tal como su nombre lo indica, estos contaminantes permanecen en la atmósfera desde algunas horas hasta un par de décadas, un tiempo significativamente menor que el CO₂ u otros Gases Efecto Invernadero (GEI). Los principales CCVC son el carbono negro (BC), metano (CH₄), ozono troposférico (O₃) y algunos hidrofluorocarbonos (HFC).

Los CCVC además de tener impactos climáticos, tienen efectos tanto en la salud de la población, como en la agricultura y economía. Desde el punto de vista de la ciencia del cambio climático, la reducción de estos impactos asociados a la mitigación de los GEI es tratada como co-beneficios, sin embargo, en el caso de los CCVC estos impactos son directos y de una escala significativa. Luego no sería recomendable tratarlos como co-beneficios, pues implicaría ponerlos en distintos niveles de importancia.

Debido a su naturaleza, la mitigación de las emisiones de CCVC tiene ciertas ventajas competitivas en comparación con los esfuerzos que se podrían hacer en mitigar las emisiones de otros GEI, pues su mitigación traería impactos globales y locales, y en escala de tiempo cercanas. Sin embargo, se destaca que para cumplir las metas de mitigación de emisiones y así evitar los peores impactos del cambio climático, la mejor estrategia es la mitigación conjunta de los CCVC y GEI tradicionales.

El objetivo general del presente estudio es generar antecedentes técnicos que permitan incrementar el conocimiento sobre los contaminantes climáticos de vida corta y elaborar el Plan de Mitigación de los Contaminantes de Vida Corta en Chile. Para lo anterior se levantó tanto información nacional como local, resultando en la elaboración de una metodología para desarrollar un inventario de emisiones de CCVC (capítulo 3), la implementación para el inventario del año 2013 (capítulo 4), la estimación de reducciones por esfuerzos relacionados a la descontaminación de contaminantes locales (capítulo 5), se presenta una propuesta de medidas que podrían ser implementadas en Chile (capítulo 6), una recopilación sobre el potencial de calentamiento global de los CCVC (capítulo 7), y una estrategia de difusión (capítulo 8).

El inventario fue diseñado de forma que permita la interacción con los inventarios de Gases de Efecto Invernadero (GEI) desarrollados bajo las directrices del IPCC. Estas directrices cuentan con una estructuración de sectores, categoría y sub-categorías rígida que catalogan todas las actividades emisoras de GEI. El diseño del inventario CCVC contempló una relación directa entre las categorías con mayor desagregación con las sub-categorías del inventario de GEI construido bajo las indicaciones del IPCC.

Sin perjuicio de lo anterior, el inventario es trabajado bajo una agrupación de emisiones basada en la revisión de inventarios de CCVC internacionales, de los cuales se destaca el inventario de

México¹, el inventario de carbono negro de California² y el compendio de inventario de CCVC de los países nórdicos³. Todos ellos utilizan agrupaciones diferentes que permiten un mejor entendimiento de las emisiones de CCVC, permitiendo capturar las actividades o sectores responsables por la mayoría de las emisiones.

La siguiente tabla es un resumen de las agrupaciones consideradas, así como de las metodologías y fuentes principales de información de información tanto para el nivel de actividad como para el factor de emisión. En el capítulo 3 se presentan mayores detalles respecto a la forma en que se realiza la estimación de las emisiones, explicitando los factores de emisión, niveles de actividad y supuestos realizados

Agrupación 1	Agrupación 2	Agrupación 3	Metodología	Nivel de Actividad	Factor de Emisión
Generación de energía	Producción de Electricidad	Termoeléctricas Fósiles	Bottom-Up	CNE	EMEP/EEA (2016) ⁴
		Termoeléctricas Biomasa			
Combustión Estacionaria	Industria	Hierro y Acero	Top-Down	BNE ⁵	EPA-AP42 (1995) ⁶ Bond et al (2004) ⁷
		Siderurgia			
		Salitre			
		Petroquímica			
		Papel y Celulosa			
		Azúcar			
		Pesca			
		Cobre			
		Minas Varias			
		Cemento			
		Industrias Varias			
	Ladrilleras Artesanales	Bottom-Up	APL		
	Comercial Publico	Comercial no leña	Bottom-up		EPA-AP42 (1995) Bond et al (2004)
Publico no leña					

¹ INECC, 'Apoyo a La Iniciativa de Planificación Nacional Sobre Contaminantes Climáticos de Vida Corta En México', 2013.

² CARB, 'California's Black Carbon Emission Inventory', 2016.

³ Norden, 'Improved Emission Inventories of SLCP', 2015.

⁴ EMEP/EEA, 'Air Pollutant Emission Inventory Guidebook - 1.A.1 Energy Industries', 2016, 1–124.

⁵ Ministerio de Energía, 'Balance Nacional de Energía 2013', 2014 <<http://datos.energiaabierta.cl/dataviews/92599/-/>>.

⁶ EPA-AP42, 'Compilation of Air Pollutant Emission Factors. AP 42, Fifth Edition Compilation of Air Pollutant Emission Factors', 1995 <<https://www3.epa.gov/ttn/chief/ap42/c00s00.pdf>>.

⁷ Tami C. Bond and others, 'A Technology-Based Global Inventory of Black and Organic Carbon Emissions from Combustion', *Journal of Geophysical Research D: Atmospheres*, 109.14 (2004), 1–43 <<https://doi.org/10.1029/2003JD003697>>.

Agrupación 1	Agrupación 2	Agrupación 3	Metodología	Nivel de Actividad	Factor de Emisión
	Residencial (CPR)	Residencial no leña		Estudio de CDT (2015) ⁸ Encuesta CASEN	
		CPR leña			EMEP/EEA (2016) ⁹ IPCC (2006) ¹⁰
Móviles	Aviación civil	Aviación civil	Top-Down	SECTRA	STEP2 Bond et al. (2013) ¹¹ Ntziachristos et al. (2012) ¹² Wang et al. (2012) ¹³
	Transporte terrestre	Automóviles	Bottom-Up		
		Camiones para servicio ligero			
		Camiones para servicio pesado y autobuses			
		Motocicletas			
	Ferrocarriles	Ferrocarriles	Top-Down		
Navegación marítima y fluvial	Navegación marítima y fluvial				
Fuera de ruta	MFR	Bottom-UP	GEASUR ¹⁴	STEP2 Bond et al. (2004) Chow et al. (2010) ¹⁵	
Extracción y distribución de combustibles fósiles	Combustibles Solidós	Minas de carbón	Bottom-Up	COCHILCO	IPCC (2006) ¹⁶
	Extracción y refinación Hidrocarburos	Petróleo y gas	Top-Down	BNE	IPCC (2006), Vol 2, Cap. 4

⁸ CDT, 'Medición Del Consumo Nacional de Leña Y Otros Combustibles Sólidos Derivados de La Madera', *Para El Ministerio de Energía*, 2015. 2015

⁹ EMEP/EEA, 'Air Pollutant Emission Inventory Guidebook - 1.A.4 Small Combustion', 2016, 1–182.

¹⁰ IPCC, 'Volume 2, Chapter 2: Stationary Combustion', *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.*, 2006, 47 <[https://doi.org/10.1016/S0166-526X\(06\)47021-5](https://doi.org/10.1016/S0166-526X(06)47021-5)>.

¹¹ T. C. Bond and others, 'Bounding the Role of Black Carbon in the Climate System: A Scientific Assessment', *Journal of Geophysical Research Atmospheres*, 118.11 (2013), 5380–5552 <<https://doi.org/10.1002/jgrd.50171>>.

¹² Leonidas Ntziachristos and others, *Updates of the Guidebook Chapter on Road Transport*, 2007.

¹³ Xing Wang and others, 'On-Road Diesel Vehicle Emission Factors for Nitrogen Oxides and Black Carbon in Two Chinese Cities', *Atmospheric Environment*, 46 (2012), 45–55 <<https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2011.10.033>>.

¹⁴ GEASUR, 'Análisis Técnico Económico de La Aplicación de Una Nueva Norma de Emisión Para Motores de Maquinaria Fuera de Ruta a Nivel País', 2014.

¹⁵ Judith C. Chow and others, 'Black and Organic Carbon Emission Inventories: Review and Application to California', *Journal of the Air & Waste Management Association*, 60.4 (2010), 497–507 <<https://doi.org/10.3155/1047-3289.60.4.497>>.

¹⁶ IPCC, 'Volume 2, Chapter 4: Fugitive Emissions', *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.*, 2006, 78.

Agrupación 1	Agrupación 2	Agrupación 3	Metodología	Nivel de Actividad	Factor de Emisión
Procesos Industriales y Uso de Productos	Procesos Industriales	Producción de cemento		SNI (2014) ¹⁷	EMEP/EEA (2016) ¹⁸
		Producción de cal	Bottom-Up	COCHILCO	EMEP/EEA (2016) ¹⁹
		Producción de vidrio	Top-Down	SOFOFA SNI (2014)	EMEP/EEA (2016) ²⁰
		Prod. de ácido nítrico		SNI (2014)	EMEP/EEA (2016) ²¹
		Metanol		BNE	IPCC (2006) ²²
		Etileno			
		Producción de hierro	Bottom-Up	SERNAGEOMIN	EMEP/EEA (2016) ²³
	Prod. de ferroalaciones	Top-Down	SNI (2014)	EMEP/EEA (2016) ²⁴	
Uso de Productos	Uso de sustitutos de SAO	Top-Down	Aduana	IPCC (2006) ²⁵	
Agroindustria	Ganadero	Fermentación entérica	Bottom-Up	Censo Agropecuario 2007	SNI (2014)
		Manejo de Estiércol			SNI (2014)
	Cultivos	Cultivos de arroz	Top-Down	MAPS ²⁶	MAPS
Quemas	Incendios por tipo de suelo	Forestal	Bottom-Up	CONAF	IPCC (2006) ²⁷ Akagi et al. (2011) ²⁸
		Quemas Agrícolas			
		Pastizal			
		Matorral			

¹⁷ SNI Chile, *Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero de Chile, Serie Temporal 1990-2010*, 2014.

¹⁸ EMEP/EEA, 'Air Pollutant Emission Inventory Guidebook - 2.A.1 Cement Production', 2016, 1–18.

¹⁹ EMEP/EEA, 'Air Pollutant Emission Inventory Guidebook - 2.A.2 Lime Production', 2016, 1–17.

²⁰ EMEP/EEA, 'Air Pollutant Emission Inventory Guidebook - 2.A.3 Glass Production', 2016, 1–27.

²¹ EMEP/EEA, 'Air Pollutant Emission Inventory Guidebook - 2.B Chemical Industry', 2016, 1–63.

²² IPCC, 'Volume 3, Chapter 3: Chemical Industry Emissions', *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, 2006, 110 <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/3_Volume3/V3_3_Ch3_Chemical_Industry.pdf>.

²³ EMEP/EEA, 'Air Pollutant Emission Inventory Guidebook - 2.C.1 Iron and Steel Production', 2016, 1–53.

²⁴ EMEP/EEA, 'Air Pollutant Emission Inventory Guidebook - 2.C.2 Ferroalloys Production', 2016, 1–9.

²⁵ IPCC, 'Volume 3, Chapter 7: Emissions of Fluorinated Substitutes for Ozone Depleting Substances', *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, 2006, 1–79.

²⁶ GreenLabUC, *Proyección Escenario Línea Base 2013 Y Escenarios de Mitigación Del Sector Residuos Antrópicos*, 2014.

²⁷ IPCC, 'Volume 4, Chapter 2: Generic Methodologies Applicable to Multiple Land-Use Categories', *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, 2006, 1–59.

²⁸ S. K. Akagi and others, 'Emission Factors for Open and Domestic Biomass Burning for Use in Atmospheric Models', *Atmospheric Chemistry and Physics*, 11.9 (2011), 4039–72 <<https://doi.org/10.5194/acp-11-4039-2011>>.

Agrupación 1	Agrupación 2	Agrupación 3	Metodología	Nivel de Actividad	Factor de Emisión
Residuos	Residuos sólidos	RSM	Top-Down	SNI (2014)	IPCC (2006) ²⁹
		Incineración de residuos			IPCC (2006) ³⁰
		Quemas no autorizadas	No se estimó		
	Aguas residuales	Domésticas	Bottom-Up	SISS INE	IPCC (2006) ³¹
	Industriales				

De manera general, se prefirió una metodología *Bottom-Up* en la medida que se contara con información suficiente para realizar una caracterización completa de las fuentes consideradas dentro de la agrupación. En los casos en que las fuentes están demasiado desagregadas, o no se cuenta con una caracterización completa se utilizó una metodología *Top-Down*, desagregando la información al nivel requerido por medio de supuestos que se explicitan en el desarrollo del capítulo 3. La metodología considera la incertidumbre en aquellos parámetros con alto nivel de incertidumbre y que hayan sido identificados como de mayor relevancia.

La metodología descrita en el capítulo 3 es sistematizada en fichas por sector que se presentan como anexo al presente informe. En estas fichas se presentan además de la metodología, valores y supuestos, los principales resultados para cada uno de los sectores.

En el capítulo 4 se presentan los resultados de la implementación de la metodología para la elaboración del inventario de emisiones de CCVC para el año 2013, cuyo resumen se observa en la siguiente tabla. Asimismo, en el desarrollo del capítulo se presentan detalles respecto a los inventarios sectoriales. La información numérica tanto de los resultados, como de los datos de entrada y supuestos son incluidos en los anexos digitales del presente informe.

Contaminante	Percentil 5	Mediana	Percentil 95
CH ₄	528.385	607.145	689.726
BC	17.166	22.732	29.883
CO	887.359	911.249	934.775
NO _x	289.393	289.975	290.545
COV	75.965	79.342	82.670

Valores estimados con incertidumbre en algunos parámetros según un esquema de Montecarlo
Valores en toneladas de contaminante

²⁹ IPCC, 'Volume 5, Chapter 3: Solid Waste Disposal', in *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.*, 2006, pp. 1–40.

³⁰ IPCC, 'Volume 5, Chapter 5: Incineration and Open Burning of Waste', *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, 5 (2006), 1–26 <<https://doi.org/WAS-01>>.

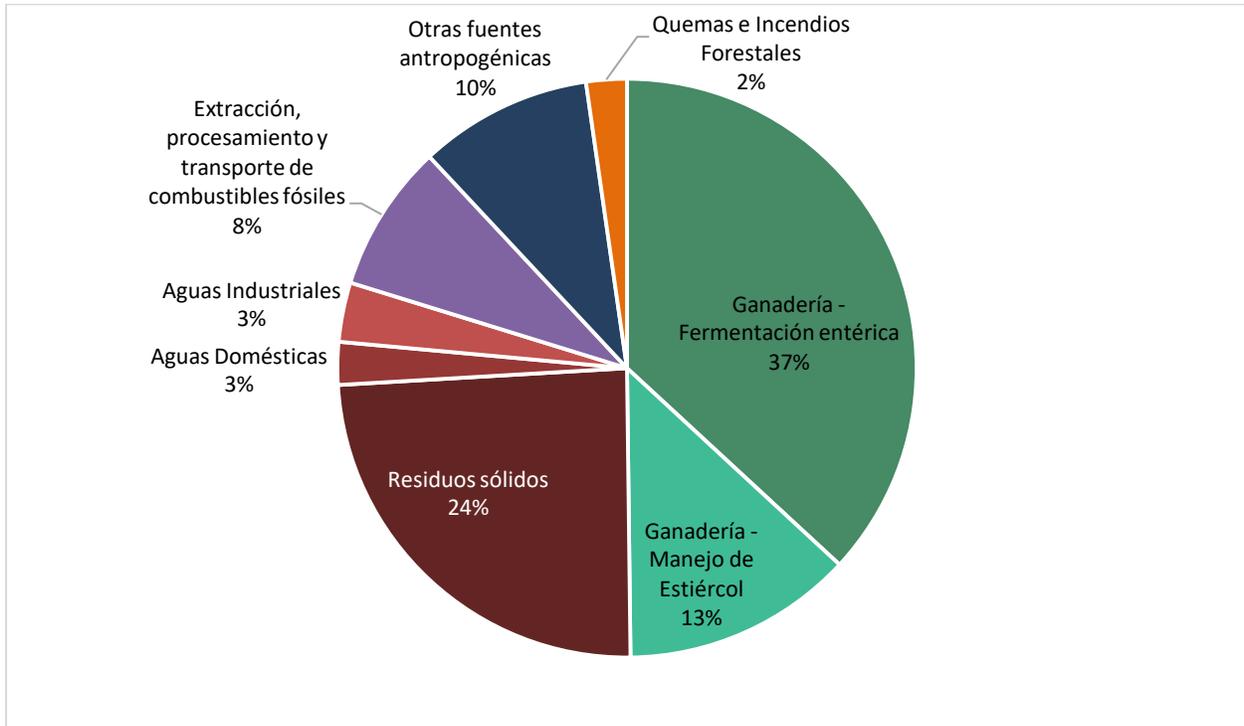
³¹ IPCC, 'Volume 5, Chapter 6: Wastewater Treatment and Discharge', in *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, 2006, pp. 1–28 <<https://doi.org/WAS-01>>.

Respecto a los resultados por cada agrupación, la siguiente tabla presenta los resultados para la desagregación en dos niveles. Se observa que el orden de importancia de las distintas agrupaciones varía según el contaminante.

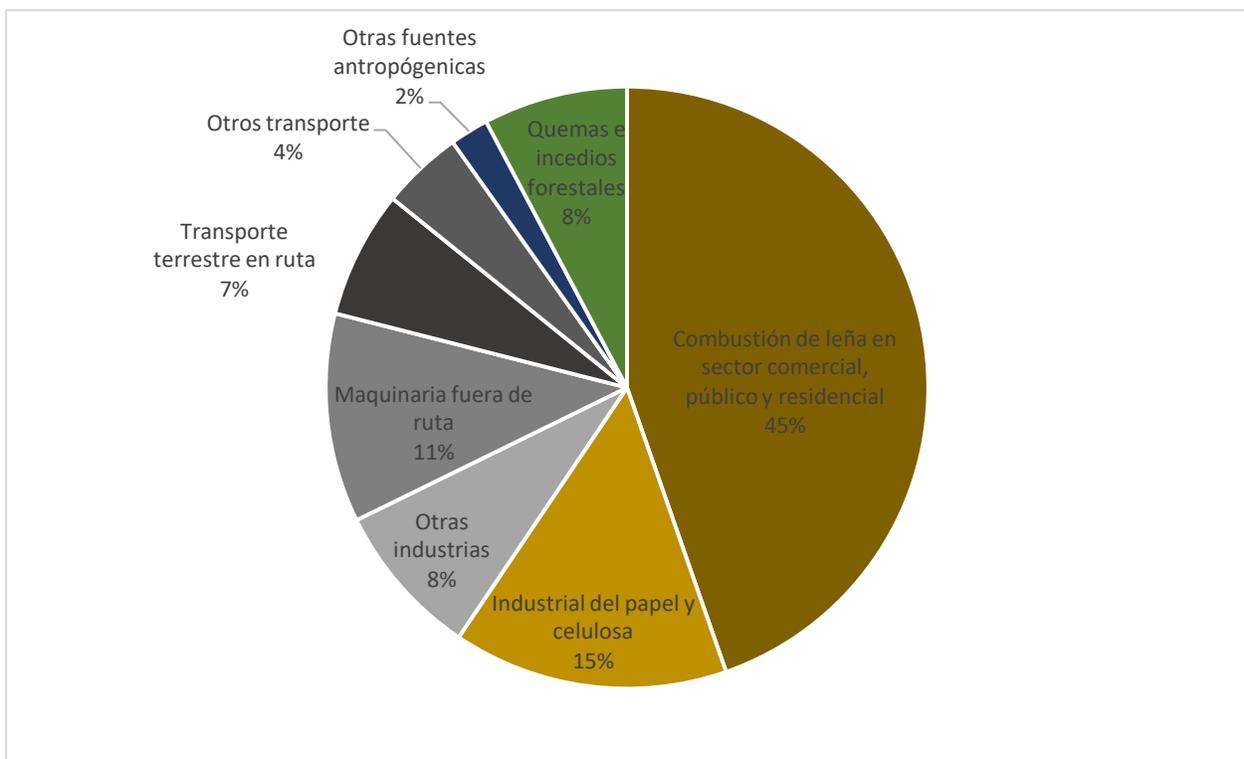
Agrupación 1	Agrupación 2	CH ₄	BC	CO	NO _x	COV	HFC
Generación de energía	Producción de Electricidad	6.623	297	24.765	81.003	2.060	
Combustión Estacionaria	Industria	3.013	5.246	25.639	32.244	735	
	Comercial Publico Residencial (CPR)	42.884	10.244	226.221	12.500	31.733	
Móviles	Aéreo	3	60	3.558	8.897	1.783	
	Caminero en ruta	2.077	1.555	241.273	86.309	19.326	
	Ferrocarriles		9	122	600		
	Navegación marítima y fluvial	7	923	616	21.138	375	
	Fuera de Ruta	221	2.552	26.285	36.859	5.983	
Extracción y distribución de combustibles fósiles	Combustibles Sólidos	8.663					
	Extracción y refinación Hidrocarburos	41.716	1			17.172	
Procesos Industriales y Uso de Productos	Procesos Industriales	469	24		5.269	1	
	Uso de Productos						566
Agroindustria	Ganadero	303.331					
	Cultivos	3.785					
Quemas	Incendios por tipo de suelo	13.814	1.761	362.163	5.020		
Residuos	Residuos sólidos	145.828	60	607	136	174	
	Aguas residuales	34.710					
Total		607.145	22.732	911.249	289.975	79.342	566

En base a las medianas de los resultados.
Valores en toneladas/año.

En las siguientes figuras se presenta la distribución de las emisiones de metano y BC según las principales fuentes. Se observa la relevancia del sector ganadería, residuos y extracción, procesamiento y transporte de hidrocarburos. Por su parte, la combustión de biomasa de forma residencial o industrial, y la quema de diésel en la industria o en fuentes móviles son la principal fuente de emisiones de BC.



Emisiones de metano. En base a las medianas de los resultados.



Emisiones de BC. En base a las medianas de los resultados.

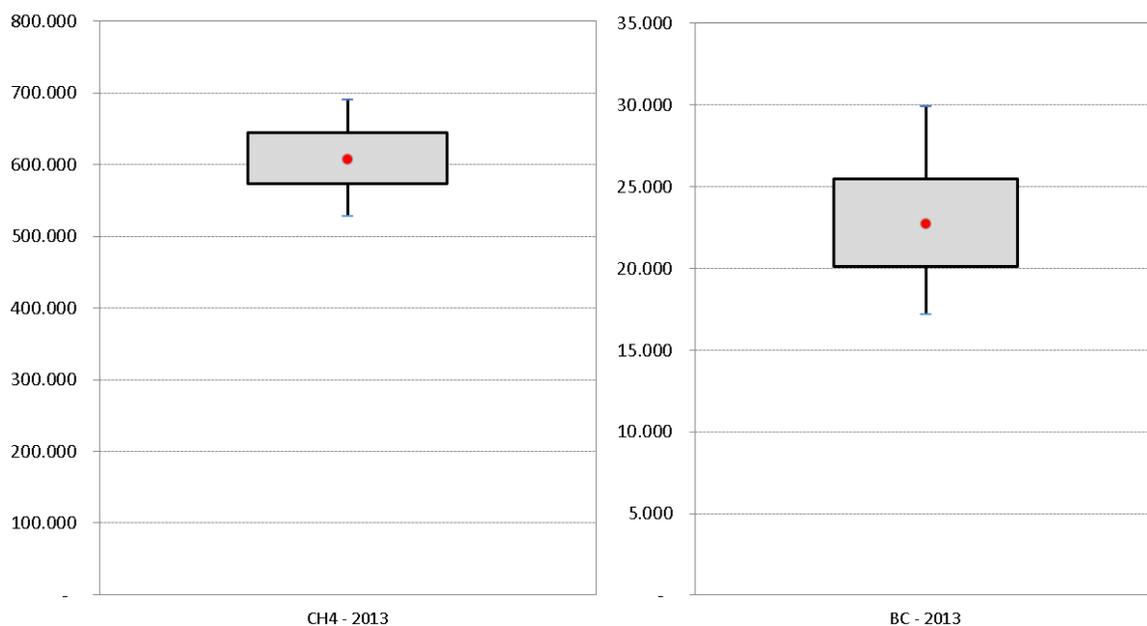
Alternativamente se pueden observar los resultados de acuerdo a las categorías definidas por el IPCC, tal como se observan en la siguiente tabla. En los anexos digitales se incluye la base de datos de resultados que permiten un análisis en distintos niveles de agrupación, así como el inventario completo según la clasificación utilizada por el IPCC.

Categorías IPCC	CH ₄	BC	CO	NO _x	COVNM	HFC
Energía	105.207	20.887	548.478	279.550	79.167	-
Procesos industriales y uso de productos	469	24	-	5.269	1	566
Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra	320.930	1.761	362.163	5.020	-	-
Residuos	180.538	60	607	136	174	-
Total	607.145	22.732	911.249	289.975	79.342	566

Valores en toneladas/año.

En base a las medianas de los resultados.

En la siguiente figura se presenta los resultados del inventario de emisiones para el CH₄ y el BC, no se cuenta con emisiones directas de Ozono y la estimación de HFC no considera incertidumbre. Se observa que la incertidumbre en la estimación de BC es proporcionalmente mayor, aunque en todos los casos las emisiones son significativas.



Valores en toneladas/año. Nótese la diferencia en la escala.

La figura presenta la mediana (punto rojo), el intervalo de confianza 50% (caja) y el intervalo de confianza de 90% (barra)

En la siguiente tabla se presentan las emisiones de metano y BC con detalle de incertidumbre (percentiles 5 y 95) a nivel de agrupación 1. Se modelaron con incertidumbre las principales fuentes de metano y BC de acuerdo a la disponibilidad de información en la bibliografía original.

De esta forma la principal fuente de incertidumbre para metano está asociado a los factores de emisión de los vacunos y los parámetros de descomposición de los residuos, mientras que en BC la principal fuente de incertidumbre es la fracción de BC/MP_{2,5} de los distintos artefactos que combustiónan leña a nivel residencial.

Agrupación 1	CH ₄	BC
Generación de energía	6.623	297
Combustión Estacionaria	45.897 [41.359 ; 50.347]	15.490 [9.924 ; 22.641]
Móviles	2.308	5.100
Extracción y distribución de combustibles fósiles	50.378	1
Procesos Industriales y Uso de Productos	469	24
Agroindustria	307.116 [266.475 ; 347.758]	0
Quemas	13.814	1.761
Residuos	180.538 [146.958 ; 218.027]	60
Total	607.145 [528.385 ; 689.726]	22.732 [17.166 ; 29.883]

Valores para la mediana, en paréntesis se muestra el percentil 5 y 95 de las emisiones

El principal factor de incertidumbre en la estimación de la emisión de BC es la fracción BC/MP_{2,5} en la combustión domiciliar de leña. Se realizó una comparación con distintos inventarios y guías de inventarios utilizados observándose que existe una amplia dispersión de este parámetro. Una muestra del espectro de este factor se observa en la siguiente tabla:

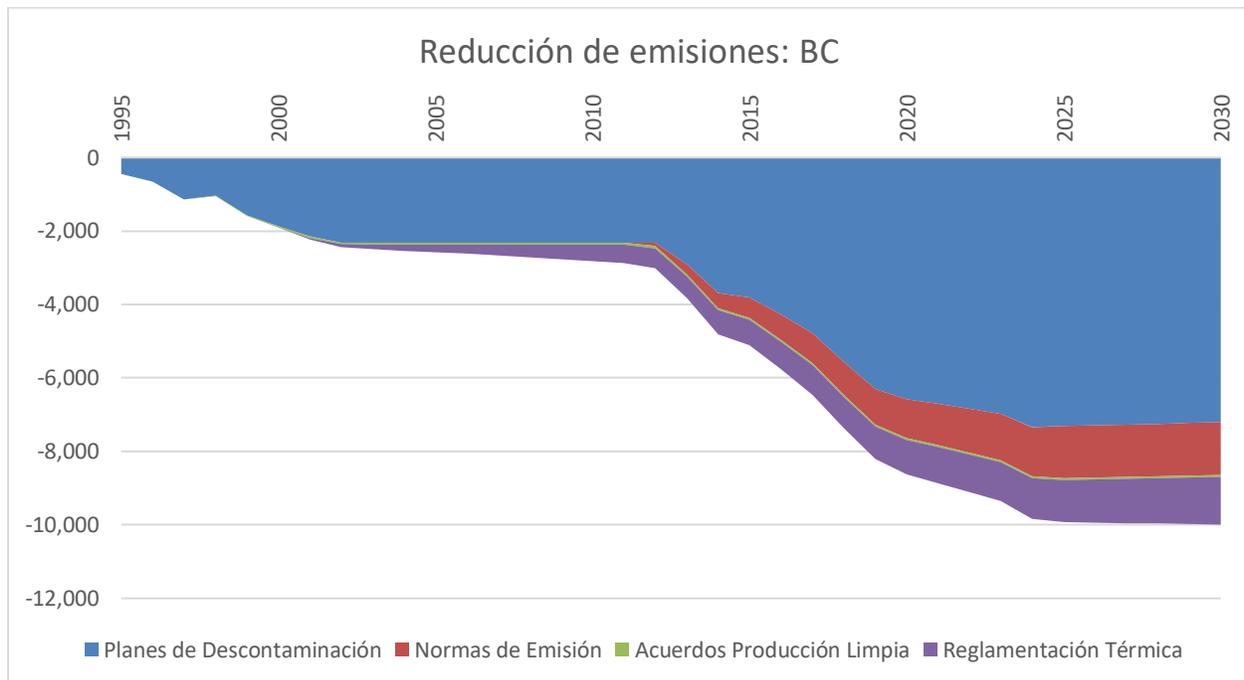
Fracción considerada	Chimeneas	Estufas	Calderas
Mínimo	5,51%	5,28%	5,38%
Base	7,0%	10,0%	16,0%
Máximo	7,49%	27,64%	40,72%

En el capítulo 5 se presenta la metodología y resultados de la cuantificación de los esfuerzos realizados por el país que han implicado (o implicarán) reducciones de las emisiones de CCVC en el período 1992-2030. En cuanto a las medidas consideradas, se consideran cuatro tipos de medidas con reducción de emisiones de CCVC: PDA, Normas de emisión, APL y reglamentación térmica³². Los PDA resultaron ser las medidas con mayores reducciones de BC, pues su enfoque en la reducción del material particulado en las ciudades más saturadas de contaminantes, implican reducciones relevantes para el BC.

De acuerdo a las reducciones estimadas, para el año 2013 la reducción alcanza 3.832 toneladas de BC, lo que implica que el inventario sería un 17,0% mayor respecto a la mediana del inventario. Asimismo, la implementación de los próximos PDA en las ciudades del centro-sur del país

³² La reglamentación térmica corresponde a la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción, que considera mejoras en la aislación térmica de las viviendas nuevas en una primera etapa a partir del 2001, y una nueva mejora para aquellas viviendas nuevas a partir del año 2008.

implicara importantes reducciones. Lo anterior explica las reducciones esperadas observables en la siguiente figura:



Valores en toneladas/año.

En base a los resultados del inventario de CCVC y considerando las estimaciones de reducción de los esfuerzos ya realizados, se proponen 3 medidas nuevas adicionales. El metano y los HFC son GEI, se han propuesto medidas en el contexto de los esfuerzos del país para enfrentar el cambio climático. Dado lo anterior, el presente informe centra las opciones de reducción el BC. Las medidas propuestas son:

- **Incorporación del BC en la formulación de instrumentos de gestión ambiental:** Si bien los instrumentos de gestión ambiental incluyen una serie de medidas que permiten reducciones de las emisiones de BC, este contaminante no es considerado explícitamente y luego no se cuantifican ni valorizan sus reducciones. De ser incorporado explícitamente facilitaría la dictación de nuevas medidas y nuevos planes, al considerar los beneficios sociales que traería la reducción de BC.
- **Reducción del BC depositado sobre coberturas de nieve y glaciares:** El objetivo es disminuir las depositaciones futuras de BC proveniente de la combustión interna. Al depositarse en superficies blancas, el BC disminuye el efecto albedo de la superficie terrestre, implicando un aumento del calentamiento terrestre. Por este motivo se hace necesario evitar las depositaciones. El primer paso para esto es incluir a los CCVC, especialmente al BC, como un contaminante en la legislación chilena, una vez cumplido

este hito se puede diseñar un instrumento que permita el objetivo, por ejemplo, una norma de emisión para equipos de combustión interna de faenas en altura.

- **Gestión avanzada de residuos sólidos biodegradables y captura de biogás en vertederos:** De las medidas del metano, la gestión de los residuos sólidos tiene el mayor potencial para disminuir las emisiones en Chile. Se espera que la generación de residuos crezca en la medida que la población y el PIB crezcan, lo cual implica que de no gestionar los residuos las emisiones crecerán aceleradamente. Una norma que incentive la captura de gas por medio de diferentes técnicas permitiría recolectar gran parte del metano emitido en el país. Esta medida además tiene un beneficio adicional, pues permitiría el aprovechamiento energético del gas capturado.

En el capítulo 7 se presentan los resultados de la recopilación de valores de PCG para los distintos CCVC. Dicho capítulo se extiende en la discusión del uso de una métrica única, así como del valor del PCG₁₀₀ para el BC estimado en 910, destacando la alta incertidumbre existente estimada entre 100 y 1.700 por limitaciones en el entendimiento científico de los fenómenos asociados al BC, y su interacción con otros componentes de la atmósfera. Por su parte, en el AR5³³ se recomiendan valores para el PCG₁₀₀ del metano y de las distintas sustancias puras de HFC, al comparar dichos valores en el tiempo se observa como ha variado los valores recomendados. Por su parte, para los precursores del ozono troposférico se realiza una recopilación de valores estimados en distintas investigaciones atingentes.

En el capítulo 8 se plantea una estrategia de difusión que parte de la identificación de cuatro actores relevantes para la formulación de un plan de mitigación de los CCVC: sector público, sector privado, la academia y la ciudadanía. La principal barrera para el diseño del plan corresponde al desconocimiento transversal de los CCVC, salvo ciertos actores específicos que tienen un conocimiento basado en investigaciones internacionales. Por esta razón, se plantea una estrategia de difusión centrada en la presentación de los CCVC con el objetivo de influir en los actores en pos de lograr reducciones de las emisiones, para ello se definen objetivos de difusión para cada uno de ellos. Asimismo, se generaron dos documentos con su respectiva presentación para la difusión entre los tomadores de decisión y la ciudadanía, puesto que son reconocidos como grupos más homogéneos respecto a sus necesidades de información.

³³ IPCC, 'AR5. Physical Science Basis. Ch. 8 - Anthropogenic and Natural Radiative Forcing', *Climate Change 2013: The Physical Science Basis.*, 2013 <<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.018>>.