

RESUMEN EJECUTIVO

ACTUALIZACIÓN DEL INVENTARIO DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS DE CONCEPCIÓN METROPOLITANO, AÑO BASE 2013



Estudio desarrollado para
SEREMI DEL MEDIO AMBIENTE
REGIÓN DEL BIOBIO

Desarrollado por:

SICAM INGENIERÍA LTDA.

Informe preparado por:

Cristian Varela Bruce	Jefe de Proyecto
Sergio Dávila Riquelme	Ing. Ambiental, Responsable capítulo 1
Cristian Varela Bruce	Ing. Ambiental, Responsable capítulo 2
Jasmine Bastidas Muñoz	Ing. Ambiental, Responsable capítulo 3
Pamela Rebolledo Bovone	Ing. Ambiental, Responsable capítulo 4
Prakash Doraiswamy	Ph.D., Environmental Engineering Asesor metodológico

Contraparte Técnica

SEREMI Medio Ambiente, Región del Biobío.

Temuco, diciembre de 2015

Índice de Contenidos

1	ALCANCES	6
2	ANTECEDENTES GENERALES.....	6
2.1	CONTAMINANTES.....	8
2.2	DOCUMENTOS DE REFERENCIA PARA METODOLOGÍAS INTERNACIONALES.....	10
3	OBJETIVOS.....	12
3.1	OBJETIVO GENERAL.....	12
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
4	CONTENIDOS Y ESTRUCTURA DEL INFORME.....	13
5	PRINCIPALES RESULTADOS.....	14
5.1	COMBUSTIÓN RESIDENCIAL DE LEÑA	16
5.2	FUENTES PUNTUALES	20
5.3	FUENTES MÓVILES EN RUTA Y FUERA DE RUTA	22
5.4	FUENTES DE ÁREA.....	25
5.5	ESTIMACIÓN DE EMISIONES INVENTARIO AÑO BASE 2013	28
6	COMPARACIÓN DE RESULTADOS CON INVENTARIOS ANTERIORES	30
6.1	ESTIMACIÓN DE EMISIONES INVENTARIO AÑO BASE 2013	30



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Área de Estudio Inventario Emisiones Concepción Metropolitano, año base 2013	11
Figura 2. Aporte porcentual de MP10 por tipo de fuente emisora para Concepción Metropolitano, año base 2013.....	15
Figura 3. Aporte porcentual de MP2,5 por tipo de fuente emisora para Concepción Metropolitano, año base 2013.....	15
Figura 4. Emisiones de MP10 por Categoría de Fuente Puntual Concepción Metropolitano año base 2013	21
Figura 5. Emisiones de MP2,5 por Categoría de Fuente Puntual Concepción Metropolitano, año base 2013	21
Figura 6. Emisiones por Categoría de Fuente Móvil Concepción Metropolitano, año base 2013	23
Figura 7. Aporte Porcentual de contaminantes por categoría vehicular, Fuentes Móviles en Ruta, para Concepción Metropolitano	23
Figura 8. Aporte Porcentual de contaminantes, Fuentes Móviles Fuera de Ruta, Concepción Metropolitano.....	24
Figura 9. Aporte porcentual a las emisiones de distintos contaminantes por categoría	26
Figura 10. Aporte porcentual a las emisiones de material particulado por Comuna	27
Figura 11. Aporte porcentual a las emisiones de gases por Comuna.....	27
Figura 12. Aporte porcentual por contaminante y por fuentes Concepción Metropolitano, año base 2013.....	29
Figura 13. Aporte porcentual por contaminante y por fuentes Concepción Metropolitano, año base 2013, considerando Polvo Resuspendido.	29
Figura 14. Comparación de Inventario de Emisiones Concepción Metropolitano para MP10	30
Figura 15. Comparación de Inventario de Emisiones Concepción Metropolitano para SOx	31
Figura 16. Comparación de Inventario de Emisiones Concepción Metropolitano para NOx	31
Figura 17. Comparación de Inventario de Emisiones Concepción Metropolitano para COVs	32
Figura 18. Comparación de Inventario de Emisiones Concepción Metropolitano para NH3	33
Figura 19. Comparación de Inventario de Emisiones Concepción Metropolitano para CO.....	33



INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabla de valoración de los Factores de Emisión.....	7
Tabla 2. Resumen de emisiones de contaminantes, estimadas según tipo de fuente emisora (Ton/año) para Concepción Metropolitano.....	14
Tabla 3. Aporte porcentual de contaminantes, estimados según tipo de fuente emisora para Concepción Metropolitano (%).	14
Tabla 4. Resumen campaña de toma de encuestas en CM, 2015.	16
Tabla 5. Consumo promedio de leña por vivienda (m3/año), y proporción de uso (%), en viviendas de CM.	17
Tabla 6. Distribución (%) y stock del total de artefactos de combustión residencial de leña, operativos en la intercomuna de CM, año 2013.....	17
Tabla 7. Manipulación del ingreso de aire de combustión en artefactos de combustión lenta, según jornadas de uso del artefacto.	18
Tabla 8. Consumo promedio de leña en las comunas de CM, año base 2013.....	18
Tabla 9. Emisiones estimadas para la fuente combustión residencial de leña, según tipología de artefactos en uso en las comunas de CM, año 2013.....	19
Tabla 10. Consumo promedio de leña (astillas/año) desagregado a nivel de comuna en CM, año base 2013.....	19
Tabla 11. Emisiones por Tipo de Fuente Puntual (Ton/año), en las comunas de Concepción Metropolitano, año base 2013.....	20
Tabla 12. Estimación de emisiones de fuentes móviles Concepción Metropolitano, año base 2013.....	22
Tabla 13. Estimación de emisiones de fuentes de área Concepción Metropolitano, año base 2013.....	25
Tabla 14. Estimación de emisiones de fuentes de área Concepción Metropolitano por Categoría de Fuente, año base 2013.....	26
Tabla 15. Inventario de Emisiones Concepción Metropolitano año base 2013.....	28
Tabla 16. Comparación Inventario de Emisiones de MP10	30
Tabla 17. Comparación Inventario de Emisiones de SOx y NOx.....	31
Tabla 18. Comparación Inventario de Emisiones de COVs, NH3 y CO.....	32



1 ALCANCES

En el presente documento se presentan los principales resultados correspondientes a la actualización del inventario de emisiones, año base 2013, desarrollado para las comunas de Concepción Metropolitana, región del Biobío por la empresa SICAM INGENIERÍA. El principal objetivo del estudio, encargado por la Seremi de Medio Ambiente de la región del Biobío consideró la estimación de emisiones para los contaminantes MP10, MP2.5, CO, NO_x, SO₂, COVs y HAPs.

En el contexto del estudio, en primer lugar, se definieron y unificaron los criterios asociados al desarrollo de los inventarios de emisiones para las categorías de fuentes fijas, de área, móviles y biogénicas de esta zona urbana. A partir de esto, se entrega un análisis profundo del estado del arte de las metodologías de estimación de emisiones de contaminantes por tipo de fuentes, así como también de los factores de emisión, F.E., más actualizados disponibles en Chile y a nivel internacional, incluyendo los inventarios de emisiones oficiales desarrollados para las Regiones de la zona centro sur del país. Se privilegió la aplicación de aquellos F.E. que fueron considerados más representativos de las condiciones de uso y tecnológico del área de estudio. En segundo lugar, se entrega una recopilación de los niveles de actividad por tipo de fuentes para dichas zonas urbanas. Para el caso de la fuente de área, Combustión Residencial de Leña, se desarrolló un capítulo específico, atendiendo a la relevancia de la fuente en la zona de estudio. Finalmente, se entrega el resultado del cálculo de emisiones para el año base 2013 por tipo de fuentes.

2 ANTECEDENTES GENERALES

Un inventario de emisiones es una base de datos que determina las descargas de contaminantes en la atmósfera, individualizada por fuente, para un área y una escala de tiempo definida.

El incremento en las cantidades relativas de contaminantes en la atmósfera es una preocupación creciente debido al efecto sobre la salud de las personas y los ecosistemas expuestos a su acción. Lo cual ha impulsado el desarrollo de inventarios de emisiones, en lugares donde tradicionalmente no se consideraban.

La construcción de inventarios de emisiones es la herramienta clave para la gestión de la calidad del aire y la aplicación de modelos de dispersión, por tal motivo la ausencia de inventarios de emisiones detallados y de buena calidad generan una baja posibilidad de implementar planes de descontaminación adecuados y medidas de control eficientes.

La Guía para el desarrollo de inventarios de emisiones, establece las características principales que debe poseer un inventario de emisiones estas son:

Robustez: Las estimaciones han sido desarrolladas para todas las fuentes relevantes, contaminantes y área geográfica predefinida, donde cualquier información faltante debe estar debidamente justificada.

Consistencia: Las emisiones en distintos escenarios temporales deben ser consistentes con las variaciones propias en el número de fuentes o la inclusión de alguna regulación.

Comparabilidad: El inventario esta reportado de tal manera que permite su comparación con inventarios desarrollados en otras ciudades y/o países.

Exactitud: Se han hecho todos los esfuerzos en eliminar el sesgo en las estimaciones del inventario.

En relación a los factores de Emisión, se debe señalar que estos corresponden a una herramienta para estimar las emisiones al ambiente, relacionando la cantidad de sustancias emitidas desde una fuente con alguna actividad común que genere dichas sustancias (NPI, 2012).

Cuando se utilizan Factores de emisión se debe tener especial cuidado con el código de valoración (EFR, por sus siglas en inglés), los cuales se representan en la siguiente tabla

Tabla 1. Tabla de valoración de los Factores de Emisión

Código de Valoración del Factor de Emisión	Grado de aceptabilidad
A	Excelente
B	Sobre el Promedio
C	Promedio
D	Bajo el Promedio
E	Poco Favorable
U	Indefinido

Fuente: Adaptado de la Referencia NPI, 2012

2.1 CONTAMINANTES

A continuación, se hace una reseña de los contaminantes que serán tratados en el presente estudio, con el fin de aclarar ciertas salvedades en la nomenclatura a reportar en las emisiones y establecer la importancia relativa que tienen sobre la calidad del aire de la zona de estudio.

Material Particulado:

Material Particulado es un término colectivo para referirse a partículas pequeñas sólidas o líquidas. Las partículas varían considerablemente en tamaño, composición química y propiedades dependiendo de la fuente desde donde son generadas. El MP, puede tener un origen natural y Antropogénico. Las partículas primarias, se generan por procesos físicos y químicos dentro de una fuente (o en un corto periodo, luego de haber sido emitidas), mientras que las partículas secundarias son formadas en la atmosfera como resultado de reacciones físicas y químicas que involucran gases (ej. SO₂ y NH₃) y radiación solar.

Partículas superiores a 10 µm de diámetro (Material Particulado total en Suspensión), tienden a depositarse muy cerca desde donde son emitidas, mientras que las menores o iguales en diámetro aerodinámico a 10 µm (MP10) tienden a mantenerse o viajar considerables distancias, debido a que el tiempo de residencia en la atmósfera aumenta a medida que disminuye el diámetro de la partícula. El tamaño de la partícula también da cuenta de un efecto sobre la salud humana, puesto que, a menor tamaño, más profundamente pueden penetrar en el sistema respiratorio. Las partículas menores o iguales en diámetro aerodinámico a 2,5 µm (MP2.5), tienen un potencial contaminante aún mayor, puesto que representan una distribución con mayores tiempos de residencia y mayores efectos sobre la salud de las personas, Tanto el MP2.5 como el MP10 son incluidos en el presente inventario, por su parte el MP total no será incluido.

Dióxido de Azufre (SO₂)

Es el principal producto de la oxidación, del azufre contenido en los combustibles durante el proceso de combustión, sin embargo, no corresponde al único, puesto que también se generan otros estados de oxidación como el SO₃, estos compuestos son denominados Óxidos de Azufre (SO_x). Debido a que los SO_x son a menudo referenciados al peso molecular del SO₂, se considera este último para representar a ambos compuestos en el presente inventario. Este compuesto ha sido catalogado como el más importante constituyente de la lluvia ácida, teniendo también un efecto en la formación de MP secundario.

Óxidos de Nitrógeno (NO_x)

El óxido de nitrógeno (NO) y el dióxido de nitrógeno (NO₂), son los NO_x más importantes, siendo la sumatoria de ambos referida como esta clasificación, También el óxido nitroso (N₂O) tiene un carácter relevante por su rol en el efecto invernadero, pero es tratado separadamente de los anteriores compuestos. Al igual que los SO_x, son precursores de la lluvia ácida, tienen un efecto muy importante en la generación de oxidantes fotoquímicos y pueden ser



transportados grandes distancias, teniendo un rol importante en la generación de MP secundario.

Monóxido de Carbono (CO)

El CO, es uno de los contaminantes más generados y más ampliamente distribuido, es causado por la combustión incompleta de combustibles fósiles y de otras materias orgánicas. Es también emitido por variados procesos tanto naturales como antropogénicos. Tiene importantes efectos sobre la salud humana, además de un rol en la formación de ozono troposférico.

Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs)

Los COVs son una importante clase de contaminantes del aire, que son volátiles a condiciones ambientales, están constituidos por cientos de compuestos, entre ellos el Metano (CH₄), el cual debido a su importancia relativa para el efecto invernadero, es a menudo calculado de manera individual, de este modo existen nomenclaturas para los COVs que permite diferenciarlo, como es el Caso de la convención "Compuestos Orgánicos Volátiles no Metánicos" (COVNM), otros términos utilizados para referirse a los COVs son Hidrocarburos (HC) y Gases Orgánicos Reactivos (ROGs por sus siglas en inglés).

Los COVs son los mayores contribuyentes a la formación de oxidantes fotoquímicos, estos pueden recorrer grandes distancias en la atmosfera, también es uno de los principales precursores del ozono troposférico, algunas especies de COVs actúan como precursores de la formación de partículas secundarias.

Las principales fuentes de emisiones de COVs corresponden a la evaporación de solventes, la industria petroquímica, los motores de vehículos y la combustión de biomasa, las fuentes naturales también son importantes generadoras de COVs.

Amoniaco (NH₃)

El NH₃ tiene un importante rol en las velocidades de deposición de especies ácidas, tiene un rol como precursor de aerosoles secundarios. La mayoría de las emisiones de amoniaco se generan de las aplicaciones de fertilizantes, convertidores catalíticos y de la quema de biomasa.



2.2 DOCUMENTOS DE REFERENCIA PARA METODOLOGÍAS INTERNACIONALES

Los documentos de base para la revisión del estado del arte de las metodologías de estimación de emisiones y factores de emisión a partir de todas las fuentes en estudio, son los que se indican a continuación:

- “National Emissions Inventory (NEI) Air Pollutant Emissions Trends Data” de la EPA. NEI, 2002, 2005, 2008 y 2011.
- “Mexico National Emissions Inventory (NEI)”. México, 2007.
- “EPA Emission Inventory Improvement Program (EIIP), Technical Report Series”.
- Good Practice Guide for Preparing Emissions Inventories, “National Emissions Inventory (NEI) Air Pollutant Emissions Trends Data”.
- The Forum Air Pollutant Emissions Inventory Preparation Manual.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.
- National Pollutants Inventory (NPI), Department of Environment Australia

2.3 ANTECEDENTES DEL ÁREA DE ESTUDIO.

Según los antecedentes presentados en el Censo de Población y Vivienda del año 2002, del total de la población identificada para la región del Biobío, un 83,6% de ésta habita en zonas urbanas, el restante 16,4% habita en zonas rurales. Cerca de 1 millón de personas habita en la conurbación costera del Gran Concepción, ubicándose como la segunda concentración urbana del país, después del área metropolitana de Santiago (INE, 2002).





Figura 1. Área de Estudio Inventario Emisiones Concepción Metropolitano, año base 2013

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Elaboración del inventario de emisiones atmosféricas, para al menos los siguientes contaminantes criterio MP10, MP2.5, CO, NO_x, SO₂, NH₃ y COVs, además de emisiones directas de CO₂, incorporando la proyección de sus emisiones y la modelación de dispersión de los contaminantes.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Contar con una revisión de las metodologías de cálculo para el desarrollo de inventarios de emisión, al menos de los contaminantes MP10, MP2,5, CO, NO_x, SO₂, NH₃ y COVs, además de emisiones directas de CO₂, utilizadas en los inventarios de emisiones atmosféricas más actualizados a nivel internacional, nacional y regional.
2. Proponer metodología que permita mejorar la estimación de las emisiones generadas por el uso de leña en la calefacción domiciliaria.
3. Determinar el año base en conformidad a la información más actualizada disponible, consensuada con la contraparte técnica.
4. Recopilar los niveles de actividad, que permitan elaborar el inventario de emisiones para las comunas del Concepción Metropolitano, que incluya al menos las siguientes fuentes:
 - Fuentes estacionarias puntuales: Fuentes de combustión y procesos.
 - Fuentes estacionarias de área: Fuentes de combustión residencial de leña, fuentes areales de tipo comercial, quemas agrícolas, incendios forestales, y fuentes biogénicas.
 - Fuentes móviles en ruta y fuera de ruta: Incluyendo transporte público y privado, maquinaria agrícola, de construcción e industrial, aeropuerto, etc.
 - Fracción gruesa del material particulado: Considerar el universo de fuentes que aportan con emisiones de material particulado tales como: Construcción, producción transporte y procesamiento de áridos, actividades agrícolas, polvo resuspendido desde calles pavimentadas y no pavimentadas, etc.
5. Realizar una proyección del inventario de emisiones a partir del inventario, en un horizonte a 15 años, el cual será discutido con la contraparte técnica del estudio.
6. Efectuar una modelación de dispersión de contaminantes atmosféricos, en específico material particulado (MP10 y MP2.5).

4 CONTENIDOS Y ESTRUCTURA DEL INFORME

Los contenidos del informe abordan los diferentes requerimientos establecidos por el mandante en las bases técnicas del estudio, y en los acuerdos establecidos a través de su desarrollo. La estructura de presentación se configura según el enfoque que busca resaltar el consultor, según los detalles técnicos y relevancia de cada fuente emisora. A continuación, se presentan aspectos relevantes referentes a los contenidos y estructura del informe:

- El presente informe se ha configurado en 5 capítulos individuales para cada una de las fuentes consideradas en la actualización, incluido un capítulo que resume la proyección de emisiones para dos escenarios futuros. Cada capítulo está estructurado en base a una descripción de las fuentes y/o procesos involucrados, un detalle de las metodologías de cálculo utilizadas para la determinación de las emisiones, una revisión y actualización de los factores de emisión de acuerdo al estado del arte, una recopilación y análisis de los niveles de actividad, y los resultados del total de emisiones, que incluyen la contribución o aporte de contaminantes por cada uno de los grupos de fuentes.
- Considerado la relevancia que tiene la fuente combustión residencial de leña, el presente informe de actualización del inventario de emisiones para las comunas de Concepción Metropolitano, considera una estructura un capítulo exclusivo para analizar los alcances de la fuente, diferenciándose de las versiones anteriores, y al mismo tiempo, en sintonía con los nuevos inventarios disponibles para otras regiones del sur de Chile, desarrolladas por el consultor.
- Como información de base, se utilizaron los antecedentes recabados en el contexto del estudio, los que fueron conseguidos mediante colaboración de servicios públicos con competencia, tales como INE, Seremi de Salud, Conaf, por nombrar algunos. Otra parte fue obtenida mediante levantamiento en terreno por intervención directa del consultor. Especial relevancia cobran los antecedentes levantados mediante la aplicación de una encuesta de caracterización residencial en relación al uso de leña y sus artefactos de combustión.
- En relación a las fuentes emisoras, se incluyen metodologías y estimación de emisiones para una variedad de nuevas fuentes de la categoría "fuentes de área: otras".
- Los cálculos han sido realizados en base a la recopilación de todos los datos correspondientes a los niveles de actividad disponibles para el año Base y desarrollo del inventario de emisiones para MP10, MP2.5, CO, NOx, SOx, COVs. Se incluye cálculo de emisiones para fuentes Biogénicas. Esta actividad aún está en proceso.



5 PRINCIPALES RESULTADOS

En este punto se muestran los principales resultados obtenidos para cada tipo de fuente considerada en el desarrollo de la actualización del inventario de emisiones de Concepción Metropolitano.

Tabla 2. Resumen de emisiones de contaminantes, estimadas según tipo de fuente emisora (Ton/año) para Concepción Metropolitano.

Fuentes	Emisión Ton/año						
	MP10	MP2.5	SOx	NOx	CO	COVs	NH3
Puntuales	3.244,4	2.739,9	5.479,1	4.623,3	93.700,2	2.306,6	-
Combustión Residencial de Leña	3.056,9	2.846,0	18,0	627,3	59.589,8	34.451,1	1.077,7
Móviles	319,2	287,0	551,0	10.142,9	20.403,7	-	96,3
Otras de Área	673,4	15,6	103,5	139,2	9.045,2	59,1	549,5
Quemas e Incendios forestales	114,3	99,1	1.106,4	35,9	22,1	10,3	-
Polvo Resuspendido	2.485,4	356,6	-	-	-	-	-
Total Emisiones	9.893,6	6.344,2	7.258,0	15.568,6	182.761,0	36.827,0	1.723,5

Fuente: Elaboración propia

El aporte porcentual a la emisión de contaminantes de cada fuente se presenta en la tabla siguiente, sin considerar las emisiones provenientes de polvo resuspendido.

Tabla 3. Aporte porcentual de contaminantes, estimados según tipo de fuente emisora para Concepción Metropolitano (%).

Fuentes	Aporte Porcentual (%)					
	MP10	MP2.5	SOx	NOx	CO	COVs
Puntuales	43,8%	45,8%	75,5%	29,7%	51,3%	6,3%
Combustión Residencial de Leña	41,3%	47,5%	0,2%	4,0%	32,6%	93,5%
Móviles	4,3%	4,8%	7,6%	65,1%	11,2%	0,0%
Área	10,6%	1,9%	16,7%	1,1%	5,0%	0,2%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Fuente: Elaboración propia

Aporte porcentual por tipo de fuente al MP10 Concepción Metropolitano

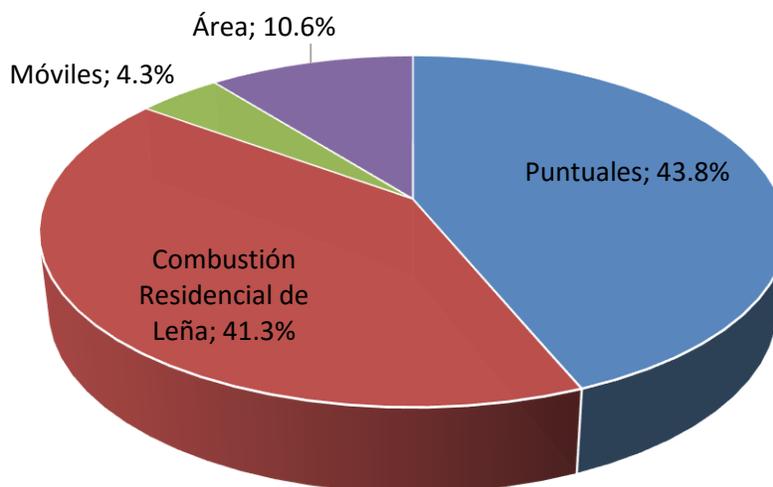


Figura 2. Aporte porcentual de MP10 por tipo de fuente emisora para Concepción Metropolitano, año base 2013.

Aporte porcentual por tipo de fuente al MP2,5 Concepción Metropolitano

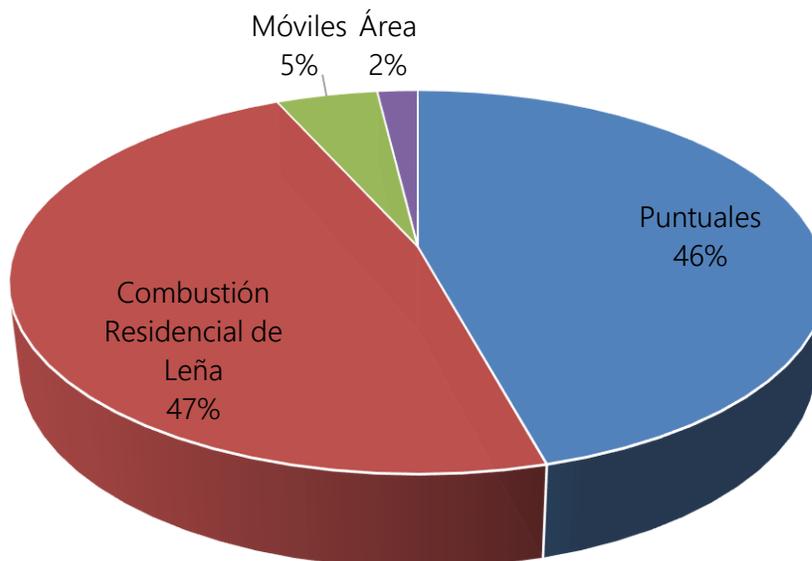


Figura 3. Aporte porcentual de MP2,5 por tipo de fuente emisora para Concepción Metropolitano, año base 2013.

5.1 COMBUSTIÓN RESIDENCIAL DE LEÑA

De acuerdo a lo mostrado en la Tabla anterior, la combustión residencial se constituye como uno de las principales fuentes emisoras de material particulado respirable y material particulado fino, MP10 y MP2,5, respectivamente. En el contexto del presente estudio se propusieron ajustes metodológicos respecto a la metodología de cálculo de emisiones utilizada en inventarios desarrollados previamente para el área de estudio, que incluyó nuevos factores de emisión, desestimando los utilizados en inventarios desarrollados previamente en el área de estudio, y se determinaron niveles de actividad considerando un mayor nivel de detalle en relación a las variables de interés, que culminaron con la estimación de 3.057 toneladas de MP10 y 2.846 toneladas de MP2,5. Se determinó que los principales puntos considerados, que reflejan un ajuste metodológico importante respecto de otros inventarios desarrollados en Chile, son:

- Análisis, selección y aplicación de nuevos Factores de Emisión, más representativos de la realidad nacional, y local, que aportan de disminuir la incertidumbre asociada a la estimación de emisiones.
- Aplicación de las metodologías de cálculo ajustada a criterios técnicos, corrigiendo los procedimientos desarrollados en los inventarios previos que arrastraban errores sistemáticos en el cálculo de las emisiones, induciendo a una sobreestimación de las mismas a causa de la incorrecta aplicación de los F.E., determinación del consumo de leña, y caracterización del parque de artefactos, entre otros.

El estudio consideró la aplicación de una encuesta de caracterización residencial en relación al uso de leña y sus artefactos de combustión, cuyo diseño muestral consideró una segregación basada en la época de construcción de las viviendas (estableciendo la clasificación de viviendas antiguas y viviendas nuevas), y la tipología de las mismas (viviendas tipo casa y viviendas tipo departamento).

Los principales resultados se presentan a continuación:

Tabla 4. Resumen campaña de toma de encuestas en CM, 2015.

Alcance	TOTAL
Diseño muestral ¹	1.780
Encuestas Aplicadas	1.770
Encuestas Validas ²	1.670

¹ El diseño muestral solo consideró aplicación de encuestas en viviendas "tipo casa".

² Se consideró encuestas válidas solo aquellas aplicadas en viviendas Particulares y Particulares-Comerciales.

Fuente: Elaboración propia.

Se determinó que el consumo promedio de leña en viviendas que consumen este combustible en el área urbana de la comuna de Concepción Metropolitano, alcanza un promedio de 1.006 astillas, equivalente a 3,2 m³ estéreos anuales. En la Tabla 5 se muestra el consumo promedio de leña obtenido para viviendas del área urbana de las comunas de Concepción Metropolitano, así como la proporción de viviendas que consume leña.

Tabla 5. Consumo promedio de leña por vivienda (m³/año), y proporción de uso (%), en viviendas de CM.

Variable	Alcance
Consumo promedio de leña	1.006 astillas
Proporción de viviendas que consumen leña	63,2%

Fuente: Elaboración propia.

De igual manera, otro de los principales resultados a presentar corresponde a la caracterización del tipo de artefactos presentes en la zona de estudio, ya que a partir del consumo de leña en cada uno de ellos se determina el nivel de emisiones contaminantes. En la Tabla 6 se muestran la distribución del tipo de artefactos utilizados en la intercomuna y la estimación del número total de artefactos calculados a partir de las viviendas que consumen leña, donde se puede observar que la mayor cantidad de artefactos corresponde a calefactores de combustión lenta con templador (64,6%), seguido de cocinas a leña (17,9%).

Tabla 6. Distribución (%) y stock del total de artefactos de combustión residencial de leña, operativos en la intercomuna de CM, año 2013.

ARTEFACTO	Distribución (%)	N° Artefactos
Combustión Lenta C/T	64,6%	109.952
Combustión Lenta S/T	6,1%	10.298
Cocina a Leña	17,9%	30.419
Salamandra	7,0%	11.882
Chimenea y otras	4,5%	7.605
TOTAL	100,0%	170.157

Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, en esta oportunidad se logró caracterizar el modo de operación de los artefactos de combustión de leña, según la jornada de uso de los mismos, es decir, modo de operación durante el día y modo de operación durante la noche, encontrándose resultados diferenciadores que permitieron una mejor estimación de las emisiones.

Tabla 7. Manipulación del ingreso de aire de combustión en artefactos de combustión lenta, según jornadas de uso del artefacto.

Uso de Tiraje	CM	
	Día	Noche
Abierto	52,6%	4,0%
Medio	37,3%	27,8%
Cerrado	10,1%	67,4%

Fuente: Elaboración propia.

Según se puede observar, existe un gran número de usuarios que cierra completamente la entrada de aire primario de combustión, lo cual se acentúa drásticamente en la jornada de la noche.

En la Tabla 9 se muestra el resumen del consumo promedio de leña y la proporción de hogares que utilizan este combustible, desagregado para cada uno de los distritos censales, así como también para viviendas nuevas. El informe también presenta el consumo promedio de las zonas censales.

Tabla 8. Consumo promedio de leña en las comunas de CM, año base 2013.

Comuna	Consumo leña (astillas/año)	Hogares que consumen leña (%)
Concepción	1.468	59,4%
Coronel	966	83,2%
Chiguayante	1.359	64,7%
Hualqui	410	37,1%
Lota	516	96,8%
Penco	1.333	64,6%
San Pedro	1.214	59,8%
Talcahuano	631	53,6%
Hualpén	949	39,8%
Tomé	1.237	59,8%
Total	1.006	63,2%

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla siguiente se muestra las emisiones estimadas para todos los contaminantes considerados en el estudio, segregada según tipo de artefactos presentes en la zona de estudio.

Tabla 9. Emisiones estimadas para la fuente combustión residencial de leña, según tipología de artefactos en uso en las comunas de CM, año 2013.

ARTEFACTO	MP10	MP2,5	SOx	NOx	CO	COVs	HAPs
Combustión Lenta C/T	1.856,6	1.728,5	6,1	378,6	29.020,0	14.309,6	889,2
Combustión Lenta S/T	313,4	291,8	1,6	98,6	5.203,9	1.617,3	103,1
Cocina a Leña	551,5	513,4	5,6	34,8	19.193,6	15.160,8	39,2
Salamandra	229,7	213,9	2,9	103,8	4.813,8	2.131,8	28,7
Chimenea y otras	105,7	98,4	1,8	11,5	1.358,5	1.231,6	17,5
TOTAL	3.056,9	2.846,0	18,0	627,4	59.589,7	34.451,0	1.077,7

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 11 se muestra la estimación de emisiones para cada comuna de Concepción Metropolitano, incluyendo un indicador asociado a las emisiones promedio generada por cada vivienda.

Tabla 10. Consumo promedio de leña (astillas/año) desagregado a nivel de comuna en CM, año base 2013.

Comuna	Emisiones MP10 (Ton/año)	Emisiones por Vivienda (Kg MP10/viv.- año)
Concepción	561,3	18,3
Coronel	499,8	17,5
Chiguayante	487,2	31,6
Hualqui	11,6	5,0
Lota	145,0	9,9
Penco	190,8	22,7
San Pedro	571,4	26,3
Talcahuano	261,3	11,3
Hualpén	195,3	19,2
Tomé	133,3	14,5
Total	3.056,9	18,3

Fuente: Elaboración propia.

5.2 FUENTES PUNTUALES

De acuerdo a los resultados obtenidos de la estimación de emisiones, se tiene que las calderas industriales figuran como las principales emisoras de todos los contaminantes calculados, lo cual está asociado al gran número de fuentes de la tipología en cuestión y sus niveles de actividad; La siguiente tipología en relevancia en función de la emisión de MP, corresponde a los procesos de fabricación de hierro y acero (emisiones fugitivas), seguidas por las Calderas de Generación Eléctrica, siendo estas últimas más relevantes en la generación de Óxidos de Azufre.

Tabla 11. Emisiones por Tipo de Fuente Puntual (Ton/año), en las comunas de Concepción Metropolitano, año base 2013

Categoría	Subcategoría	Tipo Fuente	Emisiones por tipo de contaminante (Ton/Año)					
			MP10	MP2.5	SOx	NOx	CO	COVs
Combustión	Combustión externa puntual	Caldera Industrial	1.439,49	1.242,76	4.299,90	1.939,97	4.891,86	89,97
		Caldera de Calefacción	2,31	1,39	26,85	26,20	7,22	0,49
		Caldera de Generación Eléctrica	825,38	684,26	4.242,39	5.811,90	3.617,78	39,64
		SubTotal Comb. Externa Puntual	2.267,18	1.928,41	8.569,14	7.778,08	8.516,87	130,09
	Combustión Interna	Equipo Electrogeno	1,98	1,47	20,67	1.983,59	361,44	122,73
		SubTotal Comb. Interna	1,98	1,47	20,67	1.983,59	361,44	122,73
Procesos	Industria de la Madera y el Papel	Fabricación de Madera Elaborada	30,87	25,92	1,59	32,19	7,48	4,71
		SubTotal Mad. Y Papel	30,87	25,92	1,59	32,19	7,48	4,71
	Industria Alimentaria y Agropecuaria	Panaderías	86,10	55,80	1,34	25,53	185,86	17,56
		Fabricación de Cecinas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Industria Pesquera	13,21	0,89	0,74	10,02	2,39	-
		SubTotal Aliment y Agro.	99,32	56,70	2,08	35,55	188,25	17,56
	Industria de Productos Minerales	Producción de Cemento	11,75	7,49	0,54	579,52	1.702,69	-
		Fabricación de Mezclas de Asfalto	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Producción de Vidrios y Fritas	135,63	91,61	556,95	458,43	33,25	-
		Fabricación de Artículos de Cerámica	17,94	17,94	22,52	3,95	24,12	3,14
		SubTotal Prod. Min.	165,33	117,04	580,01	1.041,90	1.760,06	3,14
	Industria Química	Producción de Combustibles	9,93	-	1.696,11	644,00	-	12,01
		Refinería de Aceites	0,00	0,00	0,00	0,25	0,04	-
		SubTotal Prod. Min.	9,93	0,00	1.696,11	644,25	0,04	12,01
	Industria Metalúrgica Secundaria	Productos de Hierro y Acero	618,05	270,81	930,12	489,51	89.457,42	-
		Fabricación de Artículos Metálicos	51,69	0,19	0,04	24,80	2,13	-
		Astilleros y Maestranzas	0,05	0,05	0,02	85,99	15,63	-
		SubTotal Metalúrg. Sec.	669,79	271,05	930,18	600,29	89.475,19	-
TOTAL			3.244,4	2.400,6	11.799,8	12.115,8	100.309,3	290,2

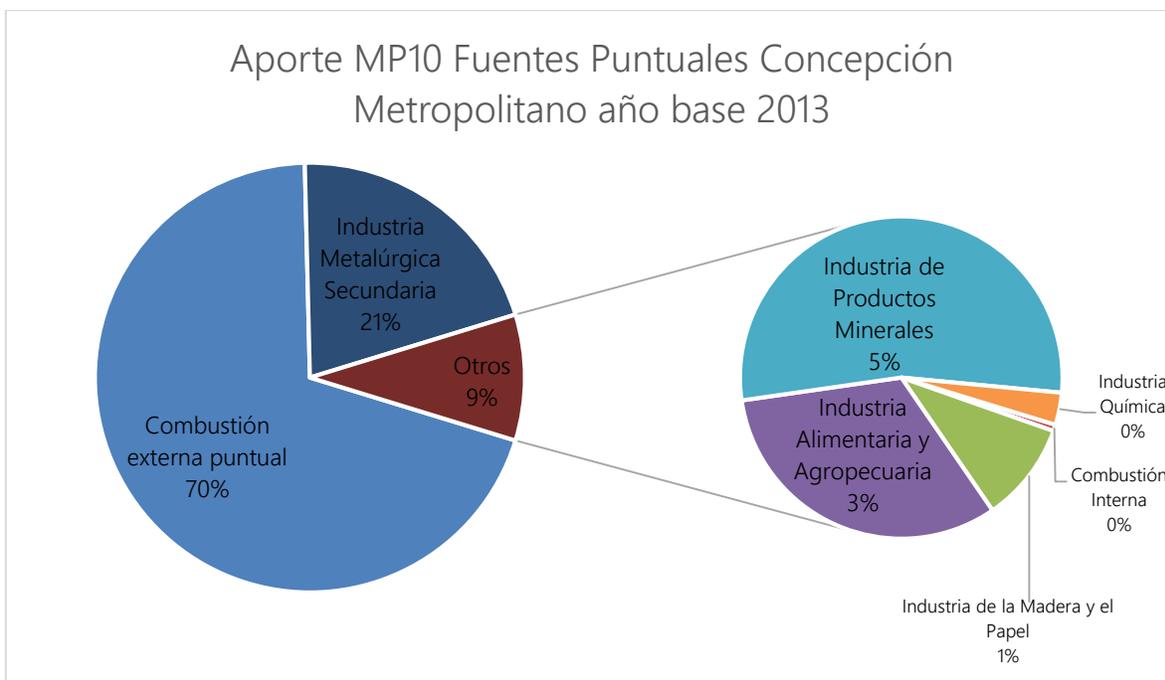


Figura 4. Emisiones de MP10 por Categoría de Fuente Puntual Concepción Metropolitano año base 2013

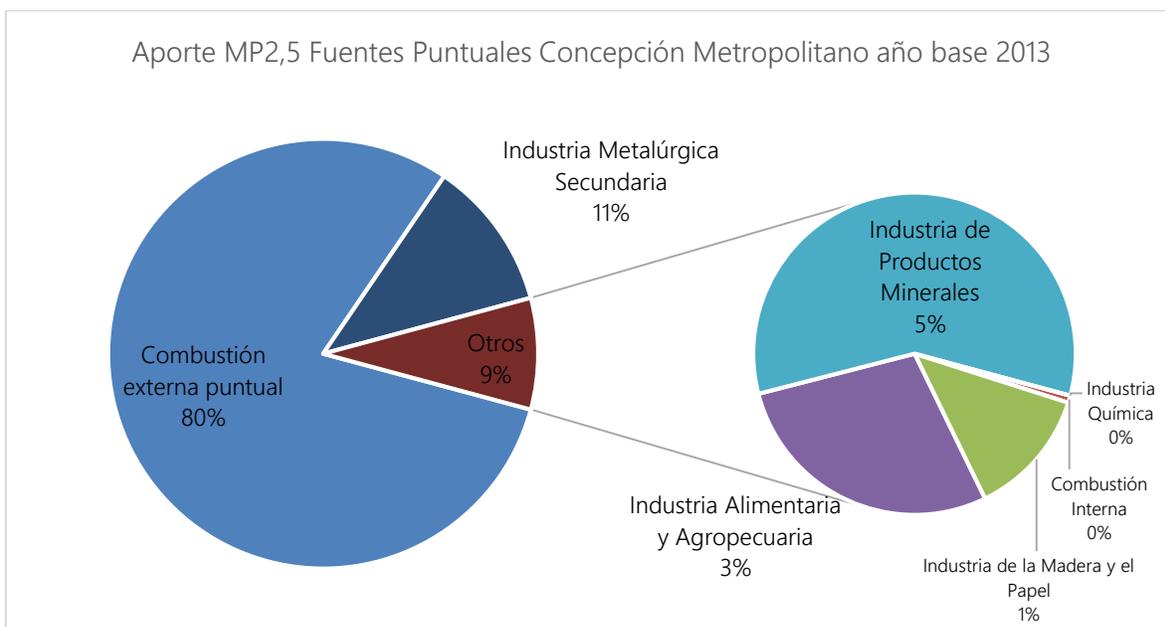


Figura 5. Emisiones de MP2,5 por Categoría de Fuente Puntual Concepción Metropolitano, año base 2013

5.3 FUENTES MÓVILES EN RUTA Y FUERA DE RUTA

Las fuentes móviles en ruta consideran las diferentes categorías vehiculares establecidas por SECTRA (Secretaría de Planificación de Transporte), dentro de las cuales se tiene que, en general, el principal aporte a la emisión de material particulado respirable y fino, proviene los buses urbanos. En relación a la emisión de gases contaminantes (SO₂, NO_x, CO y COVs) provienen en su mayoría de vehículos particulares, lo que se asocia principalmente al uso de gasolina como combustible.

A continuación, se presentan los resultados de la estimación de emisiones para Fuentes Móviles en Ruta y Fuera de Ruta, las cuales alcanzan en su conjunto 319,2 ton/año de MP10 y 287,03 ton/año de MP2,5 para las Comunas de Concepción Metropolitano.

Tabla 12. Estimación de emisiones de fuentes móviles Concepción Metropolitano, año base 2013.

Fuente		Emisión (Ton/año)						
	Categoría Vehicular	MP10	MP 2,5	SO2	NOx	CO	NH3	CO2
Móviles En Ruta	Alquiler	0,30	0,17	0,01	4,67	30,17	0,33	N.E.
	Buses urbanos	81,81	72,51	1,95	2.229,48	515,06	0,81	N.E.
	Camiones livianos	6,52	6,19	0,10	109,48	27,92	0,10	N.E.
	Camiones medianos	3,33	3,18	0,08	86,69	20,39	0,04	N.E.
	Camiones pesados	35,49	32,62	0,81	873,33	203,04	0,31	N.E.
	Comercial uso de empresas	11,51	10,05	0,93	336,05	2.149,85	7,38	N.E.
	Comerciales uso particular	18,25	15,76	1,71	780,41	3.730,71	15,16	N.E.
	Motocicletas	0,38	0,20	-	8,38	-	0,11	N.E.
	Particulares	30,12	19,25	3,85	2.186,79	12.578,34	71,48	N.E.
	Taxis colectivos	1,69	1,17	0,09	27,67	87,12	0,54	N.E.
	Vehículos Medianos	189,40	161,09	9,52	6.642,95	19.342,60	96,25	-
Móviles Fuera de Ruta	Maquinaria Agrícola	0,31	0,30	0,68	3,33	2,22	N.E.	445,65
	Maquinaria Construcción	90,07	87,37	182,13	914,19	793,42	N.E.	118.880,84
	Embarcaciones	39,45	38,27	358,67	2.582,42	265,42	N.E.	113.698,39
	Total Móviles Fuera De Ruta	129,83	125,94	541,49	3.499,94	1.061,06		233.024,88
Total		319,23	287,03	551,01	10.142,89	20.403,66	96,25	233.024,88

A continuación, en el siguiente gráfico, se presenta la distribución porcentual por tipo de fuente en relación a la emisión de material particulado. Es posible apreciar que la mayor proporción de emisiones corresponde a las fuentes móviles en ruta con un 59% de las emisiones de MP10 y 56% de las emisiones de MP2,5. Luego, para las fuentes móviles fuera de ruta el principal aporte proviene del uso de maquinaria asociada a actividades de construcción.

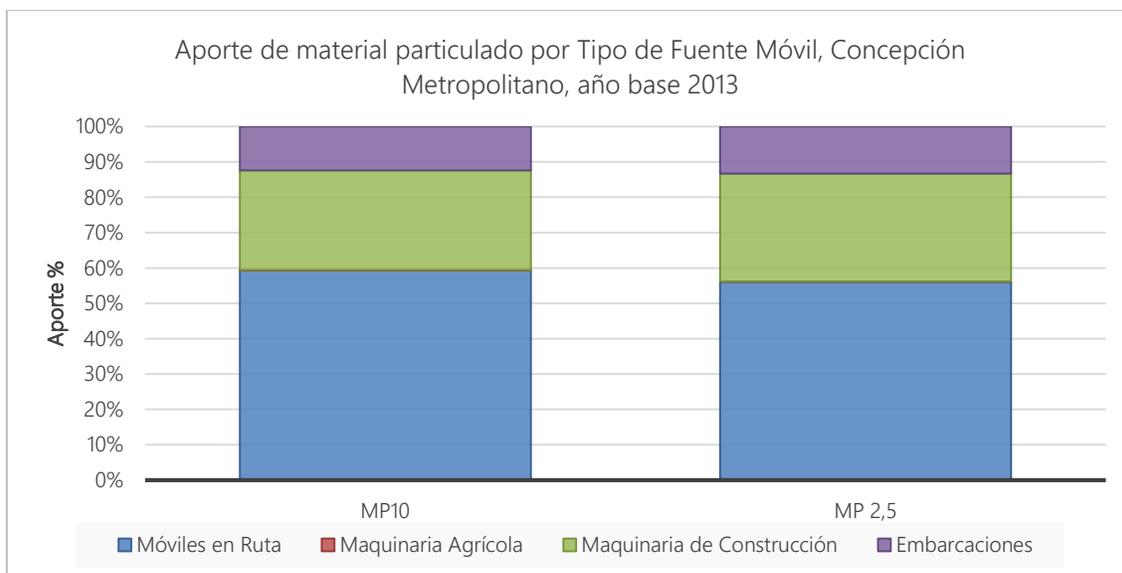


Figura 6. Emisiones por Categoría de Fuente Móvil Concepción Metropolitano, año base 2013

En la siguiente figura es posible apreciar la distribución porcentual por categoría vehicular en cada uno de los contaminantes en estudio.

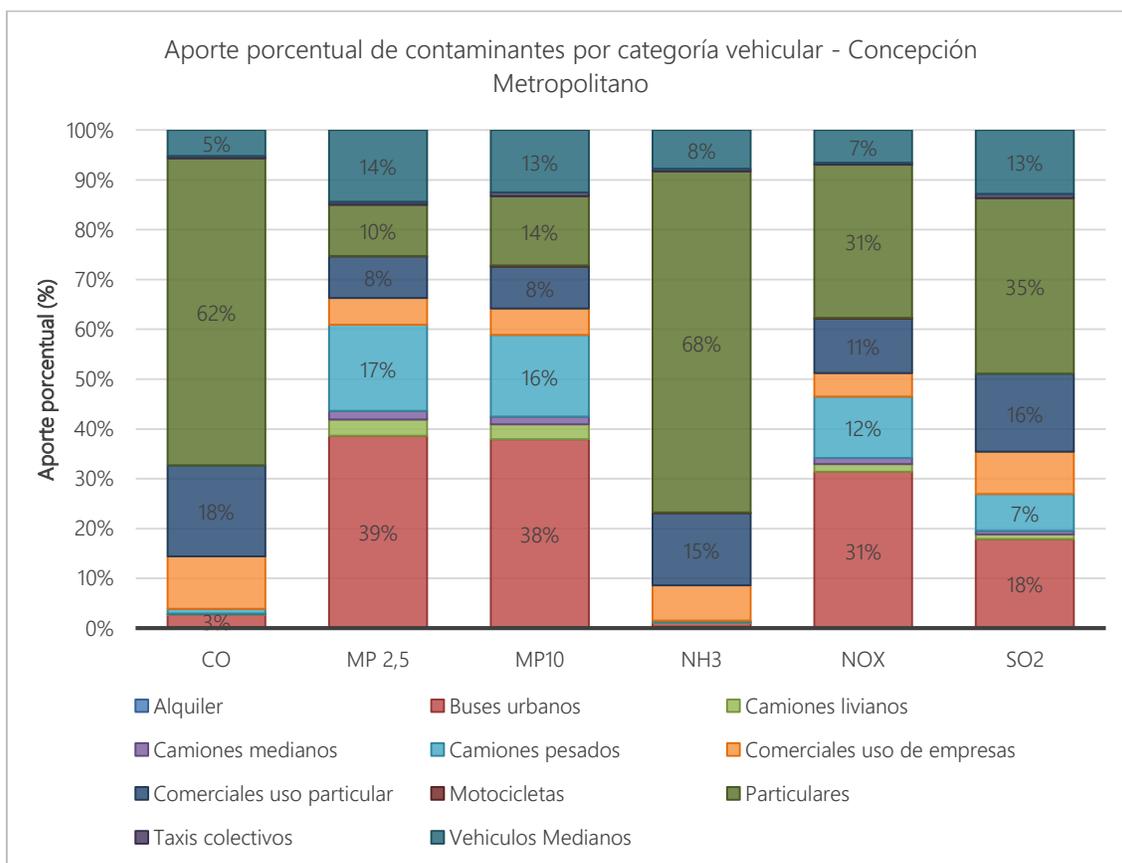


Figura 7. Aporte Porcentual de contaminantes por categoría vehicular, Fuentes Móviles en Ruta, para Concepción Metropolitano

En relación a las fuentes fuera de ruta, el siguiente gráfico presenta el aporte porcentual por tipo de fuente, en la emisión de cada contaminante en estudio.

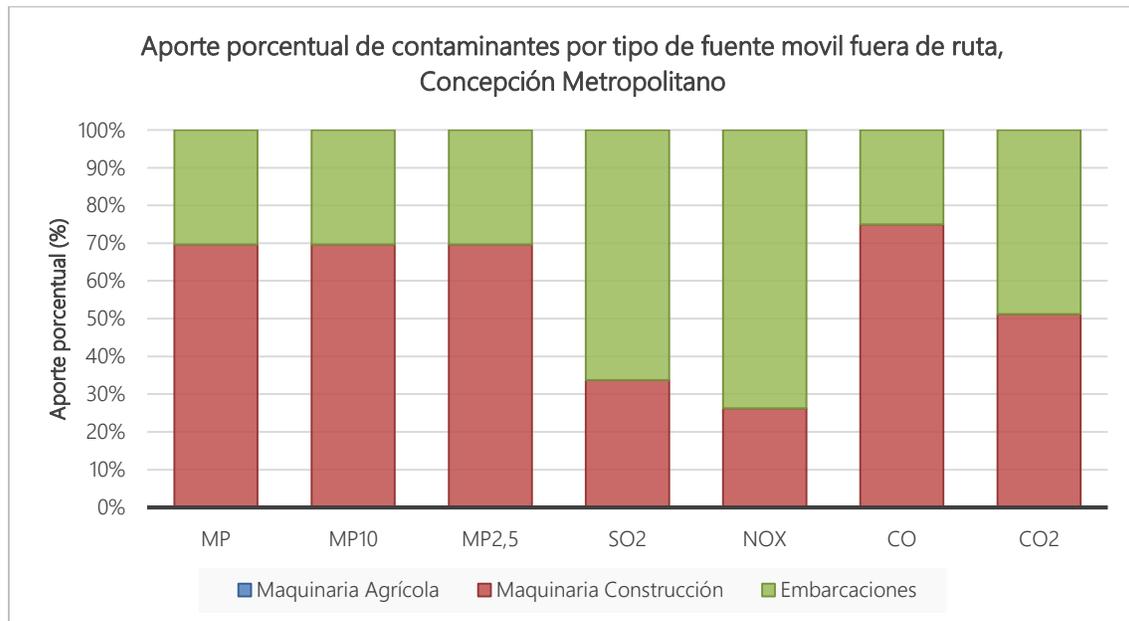


Figura 8. Aporte Porcentual de contaminantes, Fuentes Móviles Fuera de Ruta, Concepción Metropolitana.



5.4 FUENTES DE ÁREA

A continuación, se presentan los resultados de la estimación de emisiones para Fuentes de Área, por categoría de fuente, las cuales alcanzan las 3264 ton/año de MP10 y 463,1 ton/año de MP2,5. El mayor aporte de MP10 está dado por el polvo resuspendido, el que alcanza 2.485 ton/año. Luego, las actividades de construcción representan un aporte importante a la fracción gruesa de material particulado, con una emisión de 646,5 ton/año de MP10, el cual se concentra principalmente en la comuna de Concepción.

Tabla 13. Estimación de emisiones de fuentes de área Concepción Metropolitano, año base 2013

FUENTES DE EMISIÓN		EMISIONES DE CONTAMINANTES CONCEPCIÓN METROPOLITANO (TON/AÑO)						
		MP10	MP2,5	CO	NOx	COV	SO2	NH3
1. FUENTES DE COMBUSTIÓN EXTERNA	1.1 (GLP) Y KEROSENE	4,4	4,0	25,4	129,1	8,3	59	
	1.2 LEÑA INSTITUCIONAL	2,1	2,0	50,7	0,67		0,02	
2. FUENTES EVAPORATIVAS RESIDENCIALES	2.1 SOLVENTES DE USO DOMÉSTICO					3.236		
	2.2 PINTURA ARQUITECTÓNICA					1.390		
	2.3 USO DE ADHESIVOS					1.193		
	2.4 EMISIONES RESIDENCIALES DE NH3							313,2
	2.5 FUGAS RESIDENCIALES DE GLP					1.514,6		
3. FUENTES EVAPORATIVAS COMERCIALES	3.1 DISTRIBUCION DE COMBUSTIBLE					749,7		
	3.2 LAVASECOS					23,8		
	3.3 PINTURA INDUSTRIAL (VEHÍCULOS)					143,1		
	3.4 APLICACIÓN DE ASFALTO					0,1		
	3.5 FUGAS COMERCIALES DE GLP					65,1		
4. RESTORANES	4.1 PARRILLAS Y ASADURÍAS	2,6	2,6	0,38	0,47		0,005	
5. DISPOSICIÓN DE RESIDUOS	5.1 EMISIONES DESDE VERTEDEROS	0,3		14,89	0,78			
	5.2 P.T. AGUAS SERVIDAS							0,1
6. QUEMAS	6.1 QUEMAS AGRÍCOLAS	20,6	19,6	188,80	6,54	12,72	1,18	
	6.2 INCENDIOS FORESTALES	93,7	79,5	917,58	29,34	9,42	9,08	
	6.4 CONSUMOS DE CIGARRILLOS	7,2						4,7
	6.5 INCENDIOS URBANOS	6,8	6,8	9,50	0,31	3,22	0,02	
7. BIOGÉNICAS	7.1 EMISIONES BIOGÉNICAS			2,6	7,9	716,3		
8. ACTIVIDADES AGRÍCOLAS	8.1 APLICACIÓN DE FERTILIZANTES							20,5
	8.2 LABRANZA AGRÍCOLA	3,47	0,13			1,91		
	8.3 CRIANZA ANIMAL							211,1
9. CONSTRUCCIONES Y DEMOLICIONES	9.1 CONSTRUCCIONES	646,5						
10. POLVO RESUSPENDIDO	10.1 POLVO POR TRÁNSITO DE VEHICULOS	2.485	357					
TOTAL		3.273	471	1.209,4	175,1	9.089,7	69	550

Tabla 14. Estimación de emisiones de fuentes de área Concepción Metropolitano por Categoría de Fuente, año base 2013

Fuente	Emisión (Ton/año)						
	MP10	MP2,5	SO2	NOx	CO	COV	NH3
1. COMBUSTIÓN EXTERNA	6,5	6,0	76,1	129,7	8,3	59,0	-
2. EVAPORATIVAS RESIDENCIALES	-	-	-	-	7.333,6	-	313,1
3. EVAPORATIVAS COMERCIALES	-	-	-	-	981,8	-	-
4. RESTORANES	2,6	2,6	0,4	0,5	-	0,0	-
5. DISPOSICIÓN DE RESIDUOS	0,3	-	14,9	0,8	-	-	0,1
6. QUEMAS	128,3	105,9	1.115,9	36,2	25,4	10,3	4,7
7. BIOGÉNICAS	-	-	2,6	7,9	716,3	-	-
8. ACTIVIDADES AGRÍCOLAS	3,5	0,1	-	-	1,9	-	231,6
9. CONSTRUCCIÓN	646,5	-	-	-	-	-	-
10. POLVO RESUSPENDIDO	2.485,4	356,6	-	-	-	-	-
Total	3.273,1	471,3	1.209,9	175,1	9.067,3	69,3	549,5

A continuación, se presenta la distribución porcentual por tipo de fuente de área, en las emisiones de contaminantes, apreciándose que el polvo resuspendido por tránsito de vehículos corresponde al mayor aporte en las emisiones de material particulado, luego las actividades asociadas a construcción y quemas se encuentran en segundo y tercer nivel de importancia respectivamente.

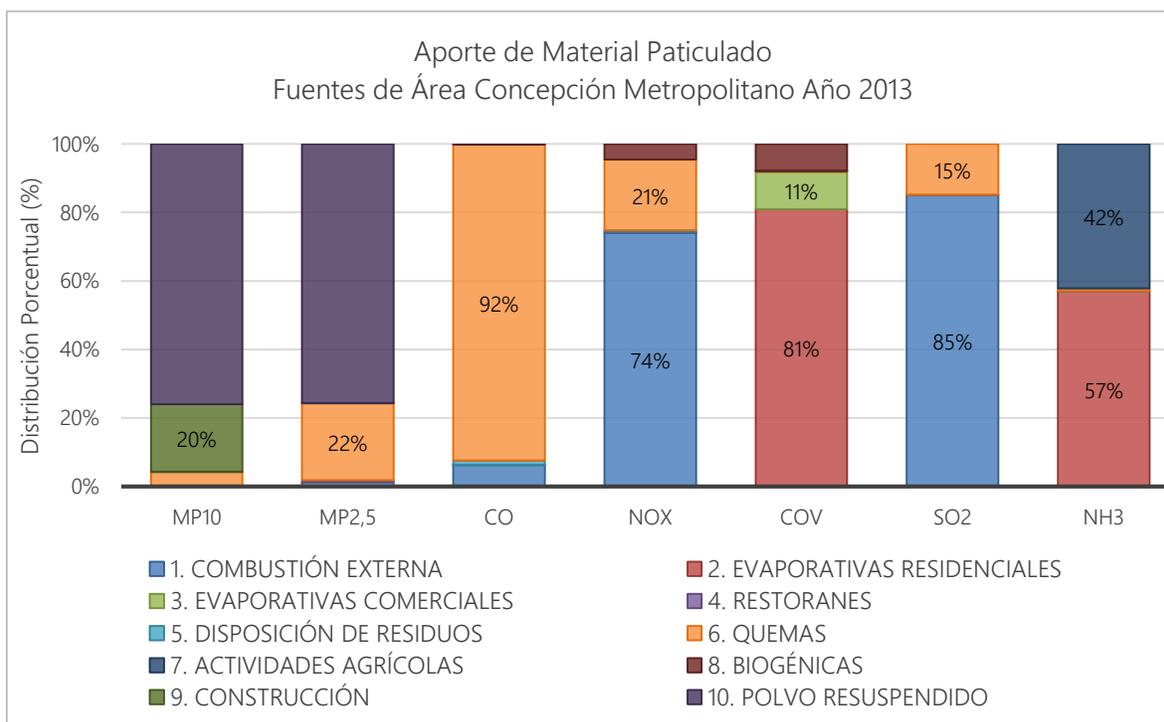


Figura 9. Aporte porcentual a las emisiones de distintos contaminantes por categoría

A continuación, se presenta la distribución de emisiones de material particulado por comuna, apreciándose que las mayores emisiones se encuentran en la comuna de Concepción, seguido

por Talcahuano y Coronel. Lo cual está vinculado principalmente a las fuentes de combustión residencial de leña, y el polvo resuspendido.

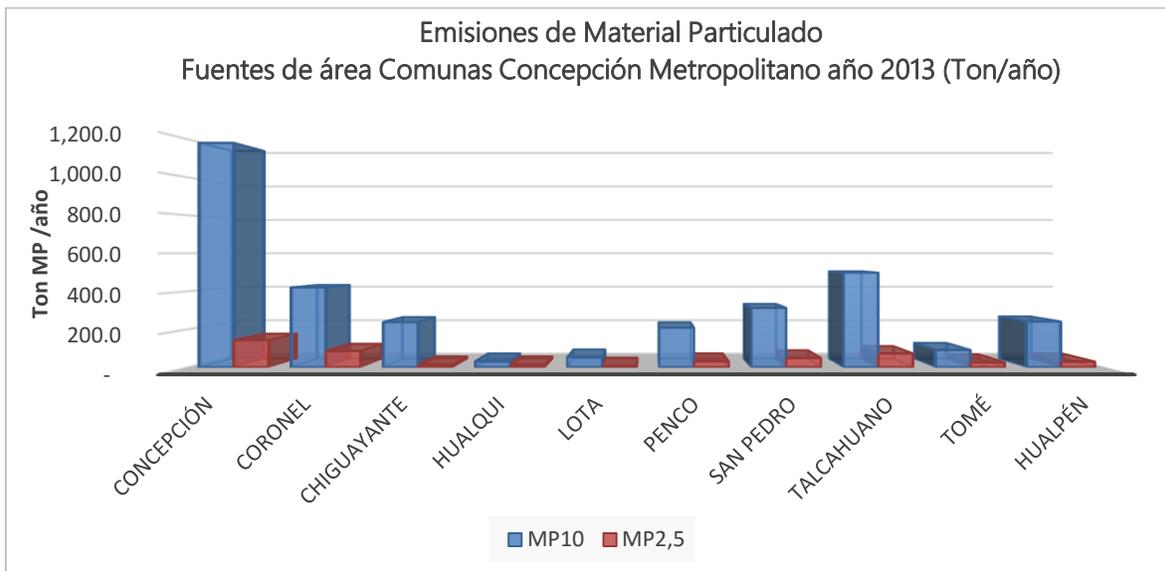


Figura 10. Aporte porcentual a las emisiones de material particulado por Comuna

Para el caso de los gases se ve una tendencia más regular para el caso de los COV, por otro lado el CO presenta una predominancia en Coronel, lo que está vinculado a la actividad industrial y la combustión residencial de leña.

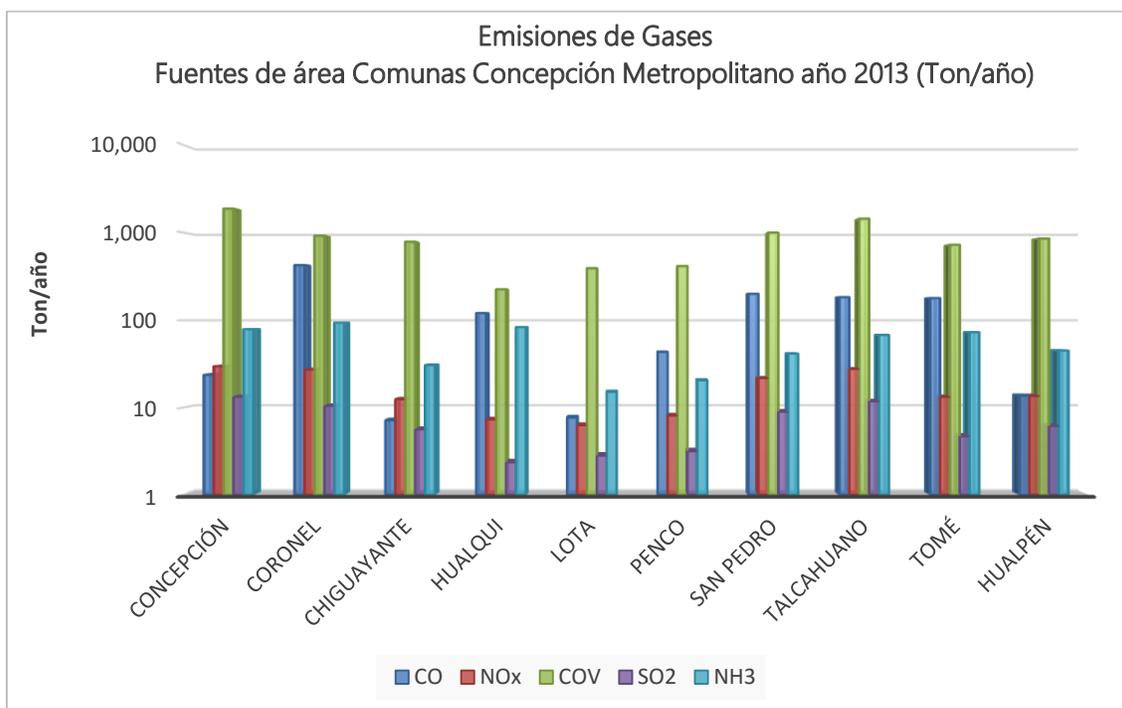


Figura 11. Aporte porcentual a las emisiones de gases por Comuna

5.5 ESTIMACIÓN DE EMISIONES INVENTARIO AÑO BASE 2013

Tabla 15. Inventario de Emisiones Concepción Metropolitano año base 2013

Categoría	Sub-Categoría	MP10	MP2.5	SOx	NOx	CO	COVs	NH3
Puntuales	Combustión externa puntual	2.267,2	2.267,2	2.267,2	2.267,2	2.267,2	2.267,2	
	Combustión Interna	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	
	Industria de la Madera y el Papel	30,9	25,9	1,6	32,2	7,5	4,7	
	Industria Alimentaria y Agropecuaria	99,3	56,7	2,1	35,5	188,3	17,6	
	Industria de Productos Minerales	165,3	117,0	580,0	1.041,9	1.760,1	3,1	
	Industria Química	9,9	0,0	1.696,1	644,2	0,0	12,0	
	Industria Metalúrgica Secundaria	669,8	271,0	930,2	600,3	89.475,2	-	
	Fuentes Puntuales	3.244,4	2.739,9	5.479,1	4.623,3	93.700,2	2.306,6	-
Fuentes de Área	Combustión Residencial Leña	3.056,9	2.846,0	18,0	627,3	59.589,8	34.451,1	1.077,7
	COMBUSTIÓN EXTERNA	6,5	6,0	76,1	129,7	8,3	59,0	-
	EVAPORATIVAS RESIDENCIALES	-	-	-	-	7.333,6	-	313,1
	EVAPORATIVAS COMERCIALES	-	-	-	-	981,8	-	-
	RESTORANES	2,6	2,6	0,4	0,5	-	0,0	-
	DISPOSICIÓN DE RESIDUOS	0,3	-	14,9	0,8	-	-	0,1
	QUEMAS (OTRAS)	14,0	6,8	9,5	0,3	3,2	0,0	4,7
	QUEMAS E INCENDIOS FORESTALES	114,3	99,1	1.106,4	35,9	22,1	10,3	-
	BIOGÉNICAS	-	-	2,6	7,9	716,3	-	-
	ACTIVIDADES AGRÍCOLAS	3,5	0,1	-	-	1,9	-	231,6
	CONSTRUCCIÓN	646,5	-	-	-	-	-	-
	POLVO RESUSPENDIDO	2.485,4	356,6	-	-	-	-	-
	Fuentes de Área	6.330,0	3.317,3	1.227,9	802,4	68.657,1	34.520,4	1.627,2
Móviles En Ruta	Alquiler	0,3	0,2	0,0	4,7	30,2		0,3
	Buses urbanos	81,8	72,5	1,9	2.229,5	515,1		0,8
	Camiones livianos	6,5	6,2	0,1	109,5	27,9		0,1
	Camiones medianos	3,3	3,2	0,1	86,7	20,4		0,0
	Camiones pesados	35,5	32,6	0,8	873,3	203,0		0,3
	Comerciales usos de empresas	11,5	10,0	0,9	336,1	2.149,8		7,4
	Comerciales uso particular	18,3	15,8	1,7	780,4	3.730,7		15,2
	Motocicletas	0,4	0,2	-	8,4	-		0,1
	Particulares	30,1	19,3	3,9	2.186,8	12.578,3		71,5
	Taxis colectivos	1,7	1,2	0,1	27,7	87,1		0,5
	Fuentes Móviles En ruta - Subtotal	189,4	161,1	9,5	6.642,9	19.342,6	-	96,3
	Maquinaria Agrícola	0,31	0,30	0,68	3,33	2,22		-
	Maquinaria Construcción	90,07	87,37	182,13	914,19	793,42		-
	Aeropuerto	39,45	38,27	358,67	2.582,42	265,42		-
	Fuentes Móviles Fuera de Ruta - Subtotal	129,83	125,94	541,49	3.499,94	1.061,06	-	-
	Fuentes Móviles	319,2	287,0	551,0	10.142,9	20.403,7	-	96,3
	TOTAL	9.893,6	6.344,2	7.258,0	15.568,6	182.761,0	36.827,0	1.723,5

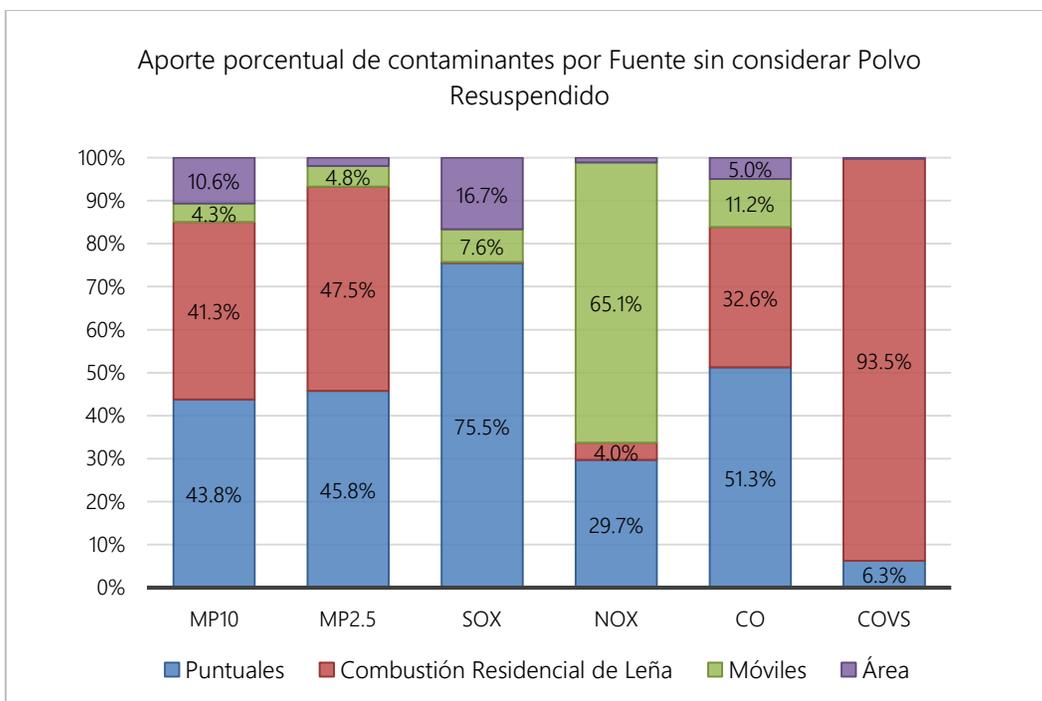


Figura 12. Aporte porcentual por contaminante y por fuentes Concepción Metropolitano, año base 2013.

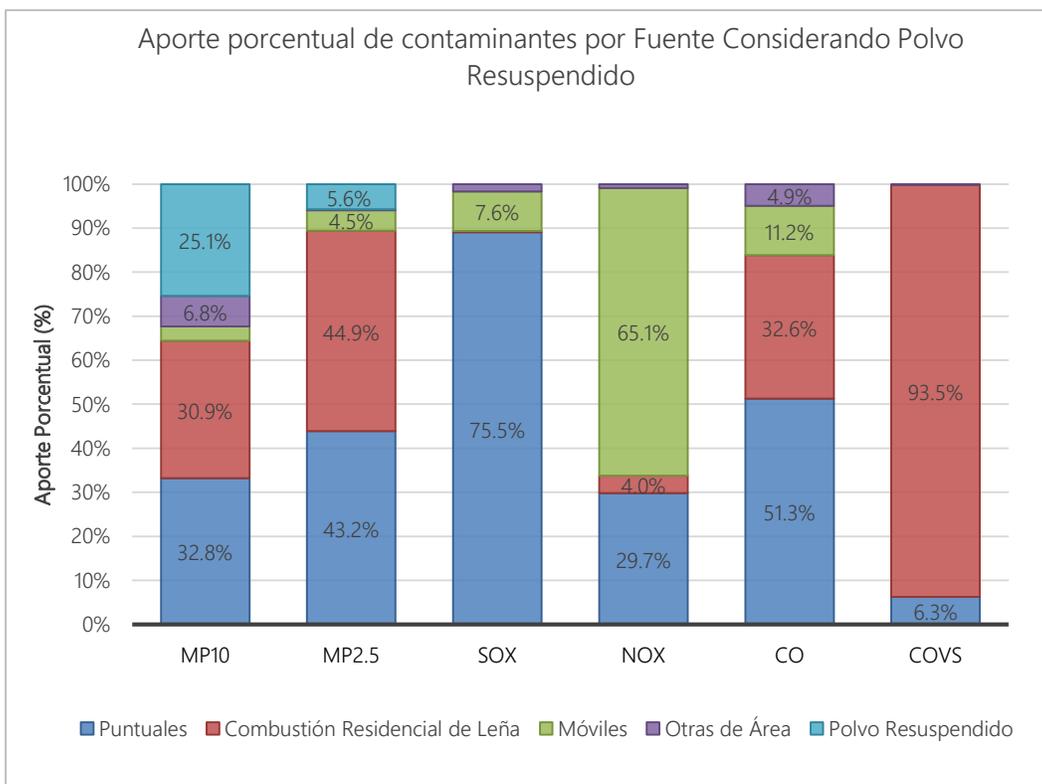


Figura 13. Aporte porcentual por contaminante y por fuentes Concepción Metropolitano, año base 2013, considerando Polvo Resuspendido.

6 COMPARACIÓN DE RESULTADOS CON INVENTARIOS ANTERIORES

6.1 ESTIMACIÓN DE EMISIONES INVENTARIO AÑO BASE 2013

A continuación, se presentan los resultados comparativos del presente inventario de emisiones respecto de los inventarios año base 2000 y 2005, para todos los contaminantes criterio.

Tabla 16. Comparación Inventario de Emisiones de MP10

Fuentes	Inv. 2000*	Inv. 2005	Inv. 2013
Puntuales	4.505,4	14.824,4	3.244,4
Comb. Resid. Leña	NE	9.716,2	3.056,9
Móviles	247,8	454,0	319,2
Otras de Área	4.511,4	13,7	673,4
Quemas - Incendios For.	773,0	788,2	114,3
Polvo Resuspendido	22.665,7	845,0	2.485,4
Total Emisiones	32.703,3	26.641,4	9.893,6

* El Inventario año base 2000 expresa sus resultados en Ton/año de MP, salvo las emisiones de leña que corresponden a Ton/año de MP10.

De los resultados obtenidos, se aprecia una sostenida disminución de los valores para todas las fuentes catastradas, debiéndose en cada caso a aspectos metodológicos y cambios tecnológicos. Las fuentes de área presentan una tendencia distinta, explicada por el número de fuentes calculadas y algunos cambios metodológicos que se señalan en el capítulo IV

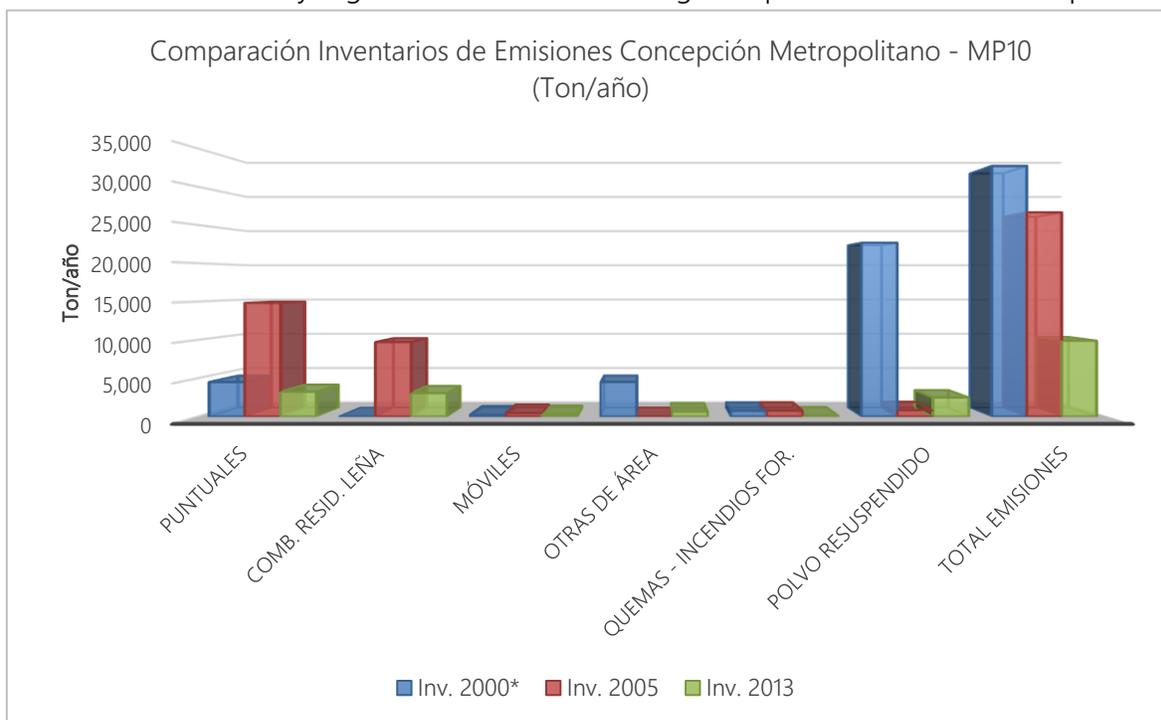


Figura 14. Comparación de Inventario de Emisiones Concepción Metropolitano para MP10

El caso de los gases NOx y SOx, siguen una tendencia distinta, debido a que las emisiones para fuentes puntuales, presentan una disminución, sin embargo, para fuentes móviles y de área se aprecia un aumento en la última actualización

Tabla 17. Comparación Inventario de Emisiones de SOx y NOx

CONTAMINANTE	SOx (Ton/año)			NOx (Ton/año)		
	Inv. 2000	Inv. 2005	Inv. 2013	Inv. 2000	Inv. 2005	Inv. 2013
Puntuales	17.344,4	20.151,4	5.479,1	5.105,3	14.645,0	4.623,3
Área		722,0	1.227,9	5.233,4	391,4	802,4
Móviles	292,9	352,1	551,0	5.042,6	12.215,8	10.142,9
Total Emisiones	17.637,3	21.225,5	6.048,1	15.381,3	27.252,1	15.568,6

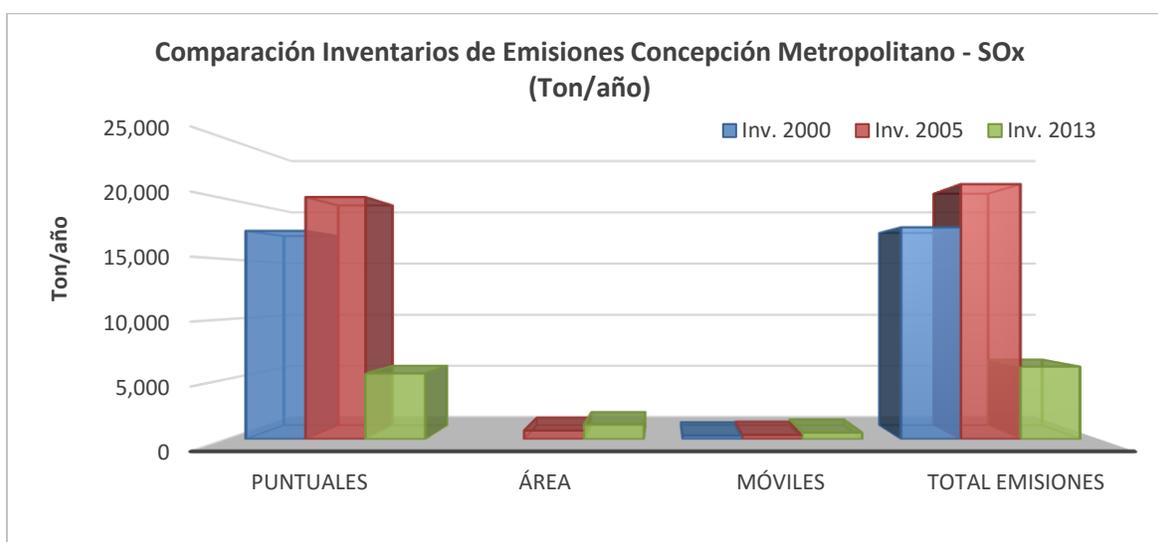


Figura 15. Comparación de Inventario de Emisiones Concepción Metropolitano para SOx

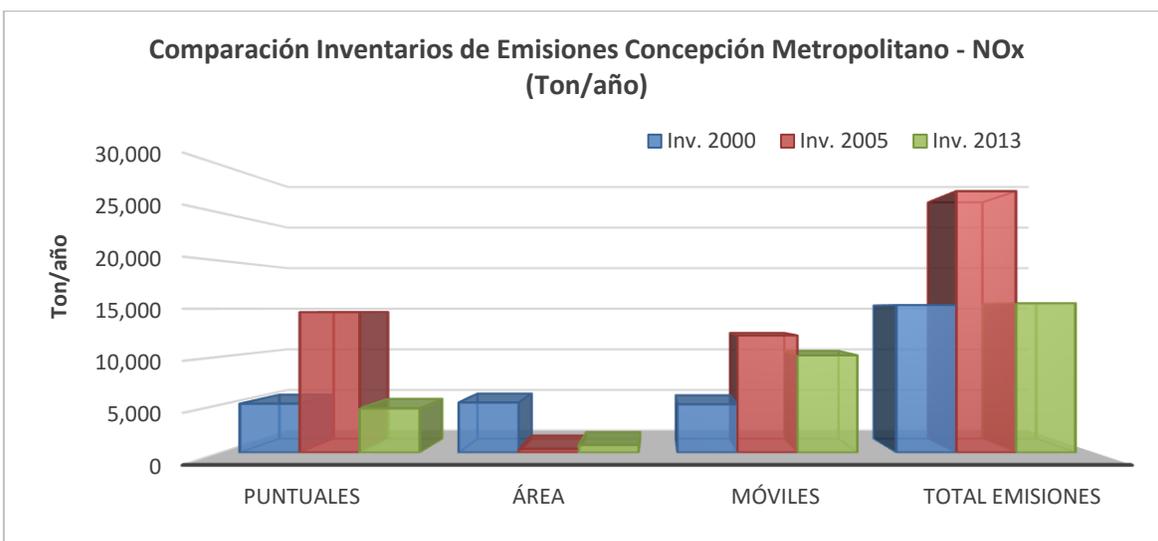


Figura 16. Comparación de Inventario de Emisiones Concepción Metropolitano para NOx

Para el caso de emisiones de Gases COVs, NH₃ y CO, se ve una importante disminución respecto del inventario anterior, situación que es común a todos los gases analizados en este apartado.

Tabla 18. Comparación Inventario de Emisiones de COVs, NH₃ y CO.

CONTAMINANTE	COVs (Ton/año)			NH ₃ (Ton/año)			CO (Ton/año)		
	Inv. 2000	Inv. 2005	Inv. 2013	Inv. 2000	Inv. 2005	Inv. 2013	Inv. 2000	Inv. 2005	Inv. 2013
Puntuales	1.441	9.362	2.307	446	504	-	2.526	114.296	93.700
Área	5.418	205.038	34.520	3.999	7.353	1.627	7.219	105.733	9.067
Móviles	2.233	7.066	-	36	169	96	16.218	55.474	20.404
Total Emisiones	9.092	221.465	36.827	4.481	8.027	1.724	25.963	275.504	123.171

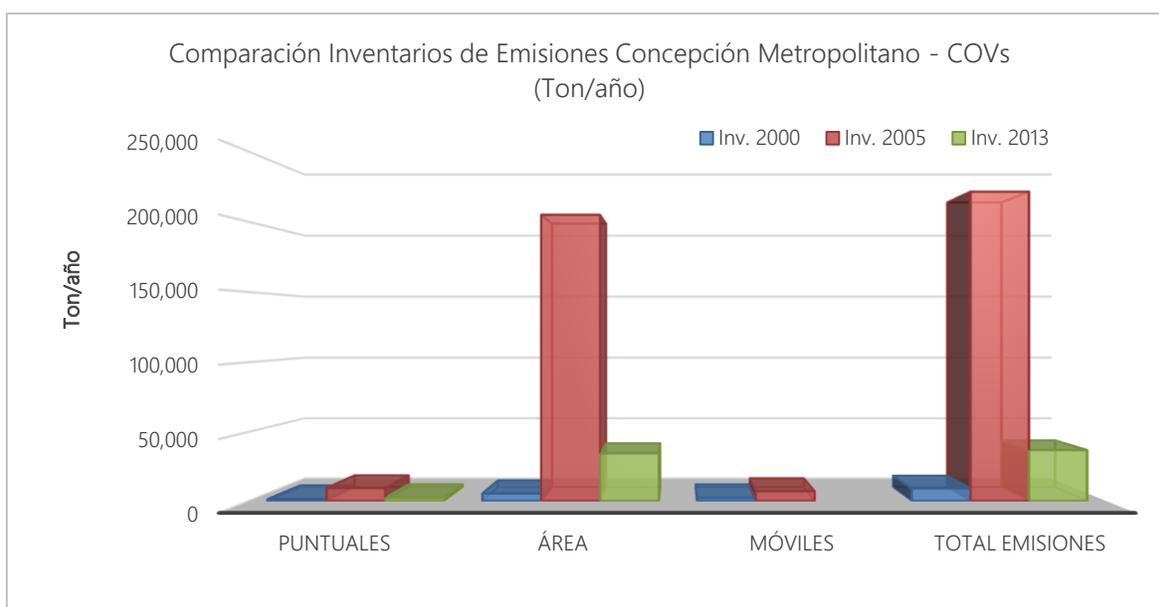


Figura 17. Comparación de Inventario de Emisiones Concepción Metropolitano para COVs

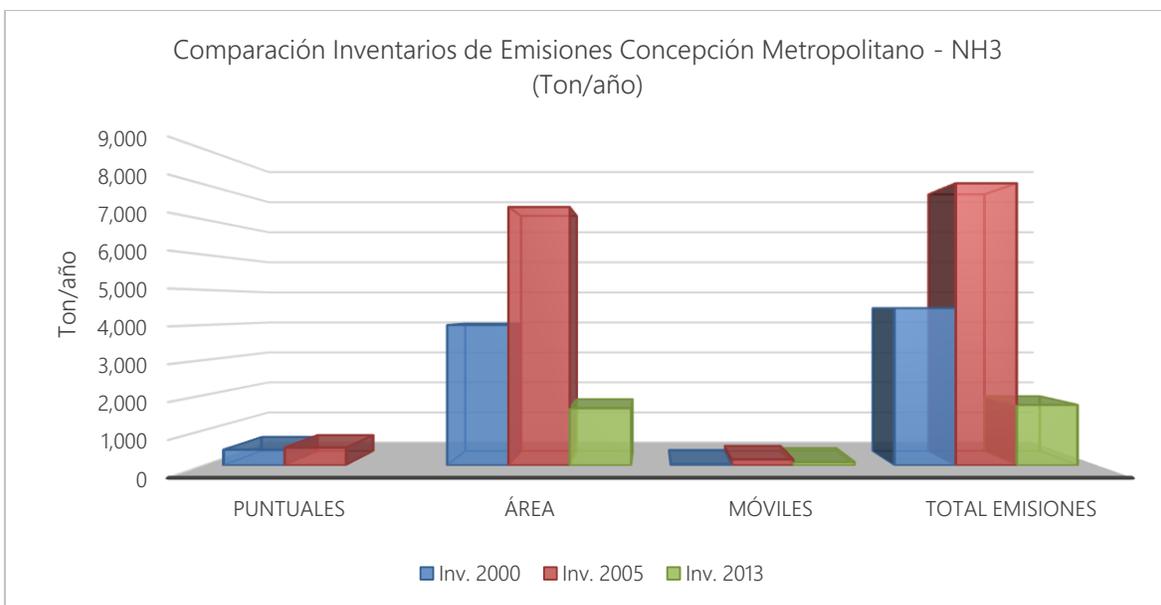


Figura 18. Comparación de Inventario de Emisiones Concepción Metropolitano para NH3

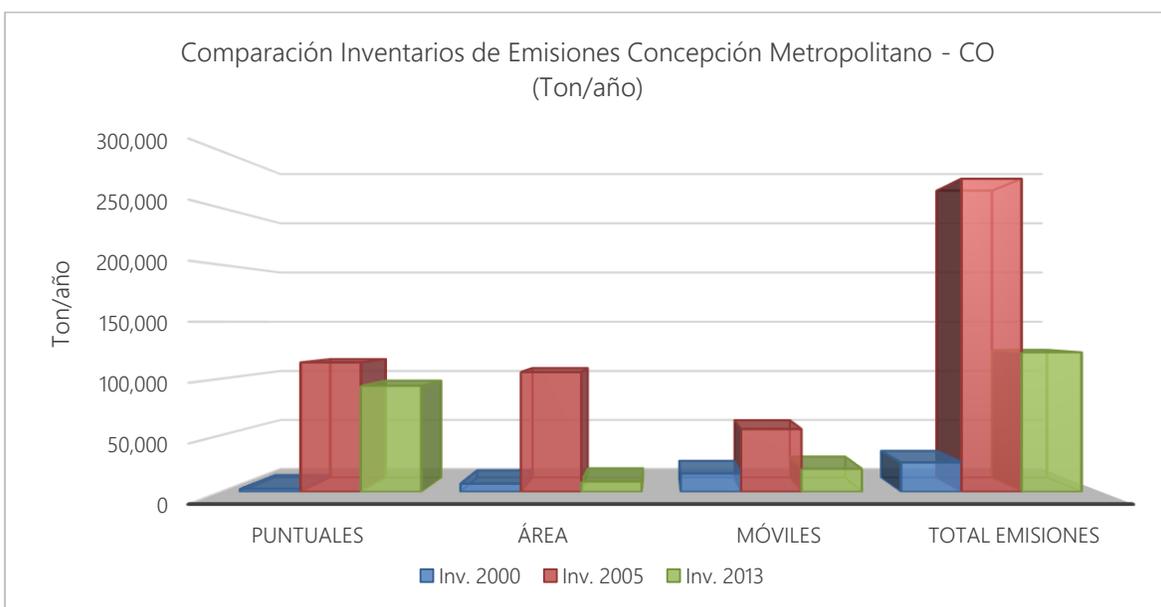


Figura 19. Comparación de Inventario de Emisiones Concepción Metropolitano para CO