

**DICTUC S.A.**

**“Actualización del Inventario de Emisiones de  
Contaminantes Atmosféricos en la  
Región Metropolitana 2005”**

**RESUMEN EJECUTIVO**

**SANTIAGO, DICIEMBRE DE 2007**

**TABLA DE CONTENIDOS**

<b>1</b>	<b>RESUMEN EJECUTIVO</b> .....	<b>3</b>
1.1	OBJETIVOS .....	3
1.2	METODOLOGIA .....	4
1.3	FUENTES CONTAMINANTES CONSIDERADAS.....	5
1.4	MEDIDAS CONSIDERADAS PARA LA GENERACION DEL INVENTARIO.....	9
1.5	MEJORAS RESPECTO AL INVENTARIO 2000.....	9
1.6	RESULTADOS DE INVENTARIOS .....	13
1.6.1	<i>INVENTARIO 2005 ANUAL</i> .....	16
1.6.2	<i>INVENTARIO 2005 PARA GEC</i> .....	19
1.6.3	<i>INVENTARIO DE DISEÑO DEL PPDA 2005 ANUAL</i> .....	22
1.6.4	<i>INVENTARIO DISEÑO DEL PPDA 2005 PARA GEC</i> .....	25
1.6.5	<i>COMPARACION DE RESULTADOS</i> .....	28

## 1 RESUMEN EJECUTIVO

En el presente informe se entregan los resultados del inventario de emisiones atmosféricas para la Región Metropolitana correspondientes al año 2005, el cual fue generado en el estudio: “ACTUALIZACIÓN DEL INVENTARIO DE EMISIONES DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS EN LA REGIÓN METROPOLITANA”, desarrollado por el Área de Soluciones Ambientales de DICTUC S.A. para CONAMA RM.

### 1.1 OBJETIVOS

Conocer el aporte de las distintas fuentes contaminantes, tanto de origen natural como provenientes de la actividad humana (fuentes antropogénicas), responsables de la emisión de los principales contaminantes regulados en el Plan de Prevención y Descontaminación de la Región Metropolitana PPDA que afectan a la salud de la población (contaminantes con normas de calidad del aire y sus precursores): MP<sub>10</sub>, MP<sub>2,5</sub>, CO, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, COV y NH<sub>3</sub>.

Se consideran dos escenarios para el año 2005:

- **Inventario 2005**, el cual considera las emisiones de las fuentes al año 2005, incluyendo el nivel de implementación de las medidas del PPDA<sup>1</sup> vigentes a esa fecha.
- **Inventario de diseño del PPDA 2005**, el cual considera las emisiones de las fuentes considerando la implementación total de las medidas del PPDA vigentes para el año 2005.

En ambos casos el inventario entrega el aporte de las fuentes emisoras para un período anual, (en adelante “Inventario Anual”), y el aporte de las fuentes emisoras para el período de gestión de episodios críticos (Abril-Agosto), en adelante “Inventarios GEC”, el cual es construido mediante el uso de perfiles de emisión mensuales de cada tipo de fuente.

Por otra parte, el inventario desarrollado en este Estudio posee una estructura detallada de clasificación e identificación de las fuentes, considerando la distribución en el tiempo y en el espacio de las emisiones atmosféricas. Con estos atributos, es posible la validación de los resultados mediante el uso de modelos de calidad del aire en conjunto con los monitoreos de calidad del aire de la Red MACAM, y de esta manera construir un inventario 2005 validado y sobre el cual es posible proyectar un inventario del PPDA para el año 2010.

---

<sup>1</sup> PPDA publicado el 29 de enero de 2004

## 1.2 METODOLOGIA

DICTUC S.A. ha adaptado para el desarrollo de los inventarios de emisiones la metodología seguida principalmente por Estados Unidos y México en sus programas de inventarios de emisiones (ver Figura 1), el cual considera la aplicación de medidas de aseguramiento y control de calidad en cada uno de los pasos requeridos para su desarrollo, caracterizado por un ordenamiento lógico de las actividades, de manera de obtener resultados comparables a los estándares internacionales.

Siguiendo esta metodología, las características del inventario están determinadas por los propósitos del mismo: desde una aplicación sencilla tal como calcular las emisiones de una fuente puntual con el objeto de evaluar un punto de máximo impacto, a la determinación de un área de influencia ambiental de un proyecto como TRANSANTIAGO (en el marco de una evaluación ambiental estratégica), hasta una aplicación de mayor escala como calcular un inventario Regional requerido para un Plan de Descontaminación (caso actual). De esta manera, según su uso, se diferenciarán las características del inventario construido en cuanto a la identificación de las fuentes contaminantes, así como la distribución espacial, temporal y detalle químico de las emisiones que se consideren.

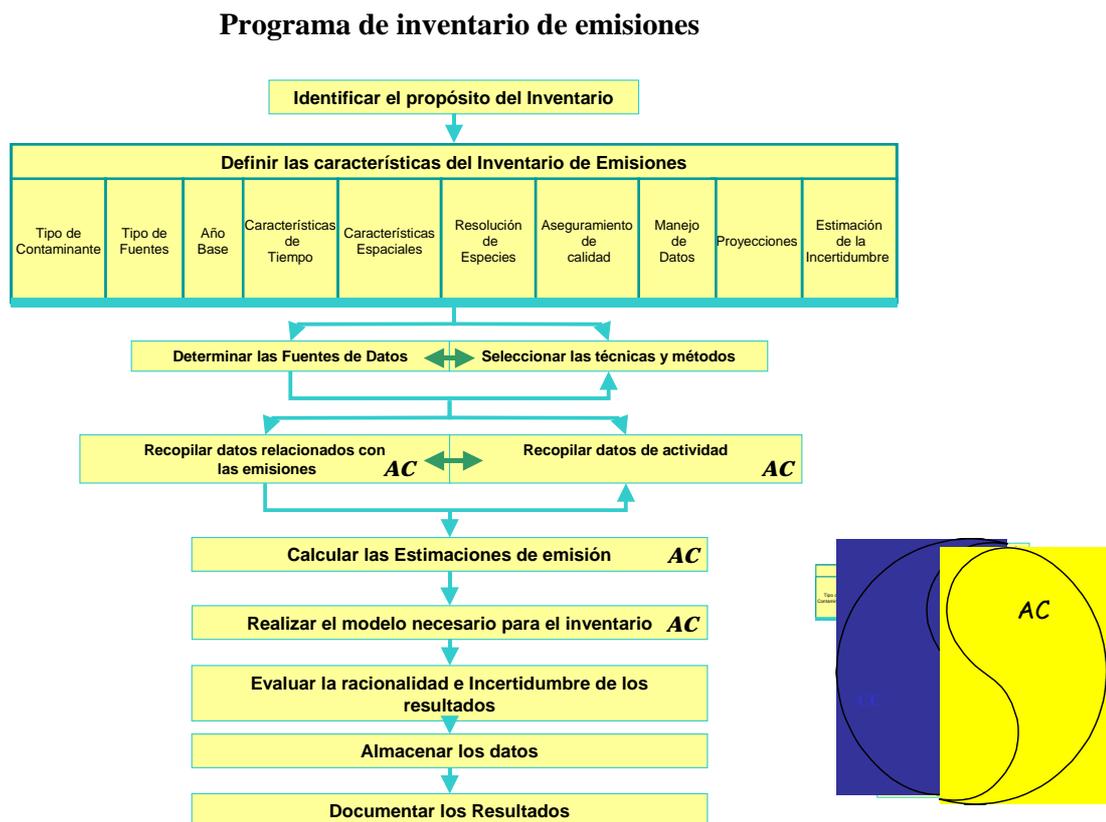


Figura 1: Enfoque metodológico adoptado por DICTUC S.A. en programas de inventario de emisiones

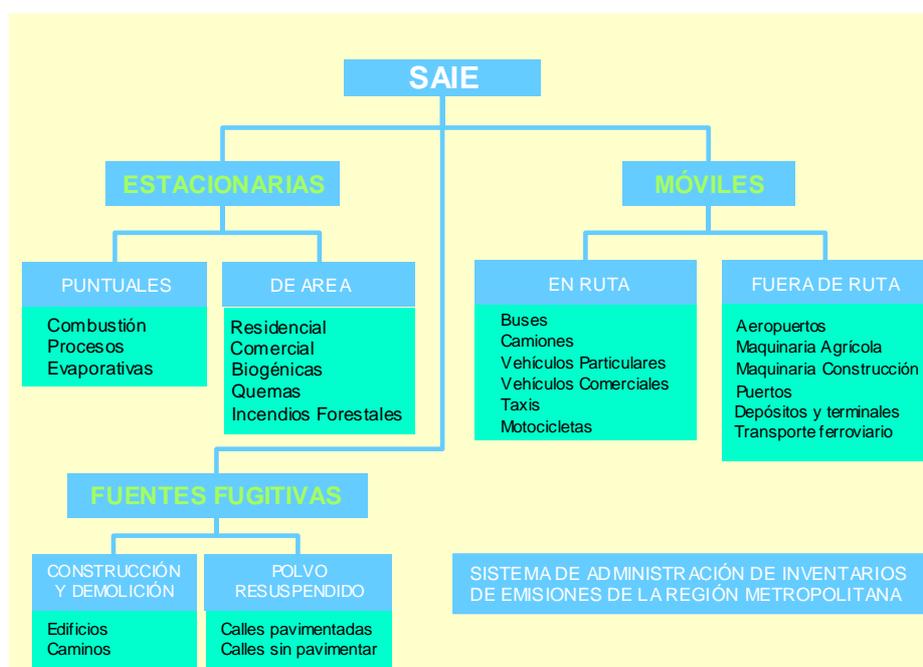
Esta estructura detallada también considera: a) la modelación como herramienta básica para la evaluación de la calidad de un inventario, así como la documentación de los

inventarios para que estén completamente fundamentados, y b) el uso de modelos dinámicos para realizar los cálculos de emisiones de manera que permitan el uso de metodologías estructuradas y por tanto reproducibles (modelos de emisiones SAIE y MODEM en el caso de CONAMA R.M.).

Finalmente, la aplicación de esta metodología, en conjunto con el uso de la mejor información disponible, ha permitido el desarrollo del inventario 2005 de acuerdo con los estándares internacionales.

### 1.3 FUENTES CONTAMINANTES CONSIDERADAS

Los inventarios de emisiones incluyen tanto a las fuentes naturales como las actividades antropogénicas que provocan emisiones de contaminantes a la atmósfera, lo cual da como resultado una gran variedad de tipos de fuentes, las cuales deben ser agrupadas según su naturaleza en una estructura que facilite su manejo y estudio. CONAMA R.M a lo largo del desarrollo de sus inventarios de emisiones ha adoptado la estructura que se presenta en la **Figura 2**. En términos generales en esta estructura nos encontramos con los siguientes grupos de fuentes:



**Figura 2: Estructura de fuentes consideradas en el Sistema de Administración del Inventario de Emisiones (SAIE) de CONAMA R.M.**

#### ○ Estacionarias

Corresponde a las emisiones provocadas por fuentes que se encuentran en un lugar fijo y se subdividen en: a) fuentes fijas puntuales, en aquellos casos en que la fuente es identificada individualmente en el inventario, tal como una caldera o un horno industrial, o b) como fuente estacionaria de área, cuando la fuente tiene una localización fija, pero son demasiado numerosas y dispersas para ser incluidas de manera eficiente dentro de un inventario de fuentes puntuales. A continuación se detallan estos dos tipos de fuentes estacionarias.

### Estacionarias Puntuales:

A este grupo pertenecen las emisiones individuales generadas por chimeneas o ductos de descarga (en el caso de las fuentes fijas) o bien emisiones fugitivas de un proceso productivo, como por ejemplo las emisiones de COV de una empresa dedicada a la impresión, o emisiones fugitivas de material particulado en una operación de transferencia sin un sistema de captura de polvo, emisiones de COV de grandes estanques de almacenamiento de combustibles, etc. Sólo a excepción de las calderas, que se agrupan en forma individual (grupo calderas), para el resto de las operaciones unitarias de un proceso productivo, las fuentes se agrupan según el giro o actividad de la empresa a la que pertenece la fuente tal como: Producción de Hierro y acero o fabricación de productos cerámicos, etc.

Para este grupo de fuentes en el inventario, es posible identificar y conocer las emisiones para cada fuente en forma individual, ya sea usando el sistema I-Airviro o el sistema SAIE, ambos en operación en CONAMA R.M.

### Estacionarias de Área:

A este grupo pertenece una gran variedad de tipos de fuentes, las que por su naturaleza no es posible tratar de manera individual, y que en general son estimadas de manera agregada y principalmente a nivel comunal, es decir, en este caso es posible hablar de la emisión de la fuente a nivel comunal y no de la emisión de cada fuente en forma individual. Esto generalmente se produce porque la localización de las emisiones no es conocida con precisión en el espacio o bien su patrón de actividad temporal es intermitente (caso de los incendios). Algunos ejemplos de estas fuentes son:

- Combustión residencial de: Kerosene, Gas licuado GLP, Gas natural GN, Gas de ciudad, gas propano diluido GPD y Leña
- Evaporativas de COV residenciales, lo cual incluye el uso de solventes, el pintado arquitectónico, el uso de adhesivos, las fugas de GLP y las emisiones de amoniaco
- Amoniaco proveniente de plantas de agua servida, emisiones de metano de rellenos sanitarios
- Distribución de combustibles (estanques de almacenamiento, transporte y expendio en gasolineras)
- Solventes usados en lavasecos
- Talleres de pintado de vehículos
- Aplicación de asfaltos
- Fugas de GLP uso comercial
- Restaurantes y asadurías de aves
- Incendio forestales
- Incendio urbanos
- Quemados de rastrojos agrícolas
- Incendios forestales
- Producción de ladrillo en forma artesanal

- Consumo de cigarrillos
- Emisiones biogénicas de COV provenientes de la vegetación natural
- Uso de plaguicidas en agricultura
- Amoníaco proveniente de la crianza de animales

○ **Móviles**

Las fuentes móviles, tal como su nombre lo indica, corresponden a aquellas actividades cuyas emisiones son de carácter móvil y se subdividen en dos grupos a) si la actividad es desarrollada dentro de la red vial urbana o interurbana, se les denomina fuentes móviles en ruta o b) si estas actividades presentan movilidad, pero fuera de las rutas tradicionales, se les denomina fuentes móviles fuera de ruta. Las fuentes específicas dentro de cada categoría incluyen:

Móviles en Ruta:

En términos generales esta categoría incluye los distintos tipos de vehículos que circulan en la ruta ya sean rutas urbanas o interurbanas y son agrupados en:

- Vehículos livianos particulares
- Vehículos livianos comerciales
- Vehículos de alquiler
- Taxis colectivos
- Buses transporte público
- Buses transporte interurbano y rural
- Camiones livianos, medianos y pesados
- Motocicletas

No obstante en el inventario de emisiones es posible llegar a distinguir para cada uno de estos grupos, subdivisiones según su norma de ingreso, la cual esta en directa relación a la tecnología y al nivel de emisiones que esta representa. Por ejemplo, los vehículos livianos particulares pueden ser subdivididos en:

**Vehículos particulares No catalíticos**, que corresponden a los vehículos livianos de pasajeros privados, principalmente del tipo auto sedan y station wagon y que no cuentan con el dispositivo convertidor catalítico en el sistema de gases de escape. No cumplen con ninguna norma de emisión para vehículos nuevos aplicable en Chile.

**Vehículos particulares catalíticos tipo 1**, que corresponden a vehículos livianos de pasajeros privados, principalmente del tipo auto sedan y station wagon. Cuentan con el dispositivo convertidor catalítico en el sistema de gases de escape. El D.S. 211/91 del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones establece que a partir del primero de septiembre de 1992, todos los vehículos de este tipo que se inscriban deberán cumplir con un estándar de emisión en particular que en la práctica significaba la incorporación de dispositivos catalíticos en el sistema de gases de escape.

Con respecto a la forma de considerar las emisiones de estas fuentes en los inventarios se consideran los siguientes tipos de emisiones:

- Emisiones provenientes del tubo de escape de los vehículos
- Corrección (aumento) de las emisiones provenientes del tubo de escape de los vehículos durante las partidas cuando el motor se encuentra frío
- Emisiones evaporativas del sistema de combustible mientras el vehículo está en movimiento, conocidas como pérdidas durante el recorrido (*running losses*)
- Emisiones evaporativas desde el sistema de combustible durante el día mientras el vehículo se encuentra en reposo (*diurnal*)
- Emisiones evaporativas por detenciones cuando el motor aún se encuentra caliente (*hot soak emissions*)
- Material particulado generado por el desgaste de freno y neumático de los vehículos

### Móviles Fuera de Ruta:

Las principales categorías de fuentes pertenecientes a este grupo son:

- Aeronaves en aeropuertos (emisiones provocadas por las turbinas en los ciclos de aterrizaje y despegue)
- Vehículos y maquinaria de apoyo en tierra a las aeronaves (emisiones por tubo de escape)
- Movimiento de vehículos en tramos fuera de la ruta, tal como el movimiento de vehículos de acercamiento al aeropuerto en su interior (emisiones por tubo de escape)
- Estacionamiento de vehículos, depósitos y terminales de buses (emisiones por tubo de escape)
- Maquinaria según su uso: Industrial, agrícola, construcción, etc (emisiones por tubo de escape)

#### ○ **Polvo natural desde fuentes fugitivas**

Este grupo fue generado para diferenciar el material particulado proveniente de los procesos de combustión del polvo proveniente de material geológico o polvo natural, ya que ambos presentan diferencias significativas de composición química.

El material particulado de procesos de combustión contiene carbono orgánico y elemental y es predominantemente de tamaño bajo 2.5 micrones, mientras que el polvo de calles no posee esos elementos y está predominantemente en la fracción gruesa del MP10, con tamaños mayores a 2.5 micrones. El polvo natural posee en abundancia elementos dominantes en la corteza terrestre tales como aluminio, hierro, silicio, calcio y titanio, en forma de óxidos. Luego la toxicidad del polvo natural es inferior a la del material particulado proveniente de la combustión.

Además, la otra razón para separar las emisiones de polvo natural en esta categoría especial es que se trata de emisiones intermitentes, que dependen de procesos complejos tales como la resuspensión del polvo de calles a medida que circulan vehículos sobre la superficie expuesta, o la erosión de material particulado en preparación de terrenos agrícolas, etc. Por lo tanto, las estimaciones de estas emisiones poseen mayor

incertidumbre que aquellas basadas en mediciones hechas en terreno (caso de muestreos en fuentes de combustión, por ejemplo), por esto se reportan por separado.

Las categorías de fuentes pertenecientes a este grupo corresponden a polvo proveniente de:

- Polvo resuspendido por el tráfico en calles pavimentadas y no pavimentadas
- Polvo por el desplazamiento de vehículos en interior de actividades productivas
- Polvo por actividades de construcción y demolición
- Polvo por preparación de terrenos agrícolas
- Producción de Áridos

#### **1.4 MEDIDAS CONSIDERADAS PARA LA GENERACION DEL INVENTARIO**

Para el desarrollo del inventario de emisiones del Escenario de Diseño 2005 del PPDA se tomó en consideración la totalidad de las medidas incluidas en el cronograma del PPDA al 2005 y para la construcción del Escenario 2005, se tomó en consideración el estado de avance efectivo en la implementación de las medidas estableciéndose lo siguiente:

- La puesta en marcha del sistema de transporte público Transantiago se postergó para el 10 de febrero de 2007. Por lo tanto, el Escenario de Diseño del PPDA considera a TRANSANTIAGO en etapa de régimen y el Escenario 2005 considera las emisiones del transporte público con los requisitos existentes en la licitación de recorridos vigentes previos a la entrada en régimen de Transantiago.
- En el caso de las fuentes fijas, en el Escenario 2005 se considera la información entregada directamente por la Autoridad Sanitaria para ese año. Para el escenario de Diseño del PPDA se asumen congeladas las emisiones de las calderas puntuales en base a las EDI<sup>2</sup> asignadas y que todas las fuentes cuyas emisiones dependen exclusivamente del combustible cumplen las normas de CO y SO<sub>2</sub> establecidas en el PPDA.

Con respecto al resto de las fuentes y contaminantes se consideran las emisiones equivalentes para ambos inventarios, ya sea porque las medidas están completamente implementadas según cronograma al 2005 o bien el plazo es mayor al 2005 o no se establece un plazo en el PPDA.

#### **1.5 MEJORAS RESPECTO AL INVENTARIO 2000**

A continuación, el siguiente cuadro presenta de manera resumida las mejoras realizadas en el Inventario 2005 respecto al Inventario 2000 del PPDA publicado el 29 de enero de 2004. Las mejoras presentadas corresponden a actualizaciones metodológicas, mejoras

---

<sup>2</sup> EDI: Emisión Diaria Inicial asignada a la fuente

en la información base disponible así como de cobertura mediante la incorporación de nuevos tipos de fuentes.

	<b>Inventario 2000<sup>3</sup></b>	<b>Inventario 2005</b>
<b>MP2,5</b>	No considera las emisiones	Considera las emisiones
<b>Fuentes Móviles en Ruta<sup>4</sup></b>	Utilización como base de cálculo de una corridas del modelo de transporte Etraus año 2000 basada en una encuesta origen destino del año 1991	Utilización como base de cálculo de una corridas del modelo de transporte Etraus año 2005, basada en una encuesta origen destino del año 2001.
	Factores de emisión utilizados para vehículos livianos fueron medidos en Chile, considerando una flota promedio de la época y por tanto no se considera deterioro principalmente de los vehículos con convertidor catalítico	Incorporación de deterioro para los vehículos con convertidor catalítico posteriores al año 2000, ya que los factores de emisión experimentales desarrollados para vehículos livianos en promedio reflejan deterioro para una flota de 6 años de antigüedad.
	El inventario 2000 consideraba un gran numero de factores de emisión del sistema COPERT <sup>5</sup> , versión II	En el inventario 2005 todas las categorías tienen actualizados los factores desde el sistema COPERT versión III, a excepción de los vehículos livianos medidos en Chile.

<sup>3</sup> Este inventario fue desarrollado en el marco del estudio: “Mejoramiento del Inventario de Emisiones de la Región Metropolitana”, ejecutado por el Centro Nacional del Medio Ambiente, CENMA, por encargo de la Comisión Nacional del Medio Ambiente, CONAMA, año 2001

<sup>4</sup> Se debe señalar que las adecuaciones del inventario 2000 de fuentes móviles del PPDA fueron desarrolladas en varios estudios desarrollados por organismos del estado y recogidas en el presente inventario para la generación del escenario 2005:

Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Ingeniería (2001) "Puesta en Marcha y Mantención de un Sistema Computacional para la Modelación del Ozono y el Material Particulado Secundario en la Zona Metropolitana de Santiago de Chile", proyecto desarrollado para CONAMA R.M.

Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Ingeniería (2002) “Evaluación de los Beneficios en Calidad del Aire de las medidas de reducción de Emisiones de Fuentes Móviles del PPDA”, proyecto desarrollado para CONAMA R.M.

Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas (2000) “Análisis de Evaluaciones y Reevaluaciones ExPost, VI Etapa”. Proyecto desarrollado para MIDEPLAN

Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas (2001) “Actualización modelo de cálculo de emisiones vehiculares”. Proyecto desarrollado para MIDEPLAN

Centro Nacional del Medio Ambiente CENMA (2001) “Desarrollo de un sistema de actualización automático del inventario de emisiones del sector fuentes móviles, Primera parte “. Proyecto desarrollado para MOPTT

Centro Nacional del Medio Ambiente CENMA (2002) “Desarrollo de un sistema de actualización automático del inventario de emisiones del sector fuentes móviles, Segunda parte “. Proyecto desarrollado para MOPTT

<sup>5</sup> COPERT, *COmputer Programme to calculate Emissions from Road Transport*, disponible en la página web:

<http://lat.eng.auth.gr/copert/>

	Las emisiones de SO <sub>x</sub> se estiman considerando valores de azufre para el caso del diesel de 1500 ppm.	Las emisiones de SO <sub>x</sub> se estiman considerando valores de azufre para el caso del diesel de 50 ppm.
	Se considera un contenido de azufre en las gasolinas de 400 ppm.	Se considera un contenido de azufre en las gasolinas de 30 ppm.
	Los factores de cálculo de consumo de combustible utilizados para este inventario sobreestimaban el consumo de gasolina y subestimaban el consumo de diesel al comparar los resultados con estadísticas de consumo oficiales de la SEC <sup>6</sup>	Se eliminaron las correcciones a los factores de consumo de combustible y las estimaciones se aproximan a las estadísticas oficiales de la SEC.
	Los perfiles temporales para el inventario 2000 fueron construidos con información de conteos disponibles entre los años 1995 y 1998.	Se calculan los perfiles de expansión temporal de los flujos vehiculares con información de conteos vehiculares actualizada, 2001.
	Esos perfiles eran independientes del sentido de circulación y la ciudad se separaba en nueve grandes sectores geográficos.	Los perfiles de actividad se separan según sentidos de circulación. Se realiza una sectorización a nivel comunal.
	Se consideraron perfiles temporales para un número limitado de categorías vehiculares.	Se diferencian perfiles por categorías vehiculares más detalladas.
	Se consideraba una composición invariante entre distintas categorías vehiculares a lo largo del día	Se incorporan composiciones variables durante el día para las distintas categorías vehiculares.
	La falta de información respecto a la composición del parque de vehículos livianos diesel produjo una sobre estimación de las emisiones de esta categoría de vehículos en el inventario 2000.	Se corrige la composición de vehículos livianos diesel en el inventario.
	En el caso de emisiones de carreteras las emisiones reportadas el 2000 corresponden a una estimación efectuada el año 1997	Las emisiones de carreteras fueron actualizadas al 2005 con el censo de carreteras.
	La red interurbana y sus características provienen de un trabajo efectuado por CONAMA para la confección del inventario 1997	La red interurbana y sus características provienen de información de vialidad del MOP actualizada al 2005, con mayor cobertura de la red.
<b>Fuentes Estacionarias Puntuales</b>	Considera como MP10 los valores medidos mediante muestreo isocinético <sup>7</sup> , lo que corresponde a material particulado total.	Los valores de material particulado medidos fueron espaciados por tamaño para la obtención del inventario de MP10 y de MP2.5.
	Considera mediciones realizadas con anterioridad al año 1997, cuando aún no se contaba con una normativa que regulara a los laboratorios de medición.	En la base de datos 2005 de fuentes fijas no se incluyen mediciones anteriores al año 1997.

<sup>6</sup> Superintendencia de Electricidad y Combustible

<sup>7</sup> Metodología oficial para medición de material particulado desde fuentes fijas

	La totalidad de las emisiones de gases para grandes emisores fueron estimadas con factores de emisión.	La estimación de gases de grandes emisores se desarrolló mediante mediciones directas.
	La información de niveles de producción fue extraída de estudios desarrollados con anterioridad al año 2000. No se incluyeron las Declaraciones de Emisiones.	Los factores de emisión fueron extraídos desde el sistema de Declaración de Emisiones de la Autoridad Sanitaria.
	No se estimaron las emisiones de grupos electrógenos	Se estiman las emisiones de material particulado a partir del catastro de grupos electrógenos provenientes de la autoridad sanitaria, y se estiman emisiones de gases a partir de datos de consumo de combustible.
	Solo incluye emisiones fugitivas de GLP	Incluye las fugas de GLP y las de una fuente de emisiones fugitivas de COV.
<b>Fuentes Estacionarias de Área</b>	Para el caso de la leña los factores de emisión utilizados para el MP10 y gases corresponden a mediciones efectuadas en un estudio de INTEC del año 1992 <sup>8</sup> .	Se aplican factores de emisión de MP10 representativos de artefactos de combustión lenta chilenos <sup>9</sup> . Los factores utilizados para otros tipos de uso de la leña y para gases corresponden a factores internacionales.
	Uso de información de consumo de leña con un alto grado de incertidumbre <sup>10</sup>	Uso de mejores estadísticas para cuantificar el consumo de leña en la región <sup>11</sup> tanto para consumo asociado a calefacción por tipo de artefactos como por otros usos.
	Emisiones biogénicas estimadas con información del año 1997	Actualización de emisiones biogénicas con información del año 2000.
	Emisiones de crianza de animales estimadas a partir de información del VI Censo Nacional Agropecuario - Resultados Preliminares 1997, Instituto Nacional de Estadísticas (INE).	Se incorporó inventario de amoniaco proveniente de la crianza de animales desarrollado por un estudio especializado del SAG el año 2006 <sup>12</sup>

<sup>8</sup> "Determinación de las emisiones de Contaminantes provenientes de la quema de leña en el área metropolitana de Santiago", desarrollado por INTEC para la CNE, 1992. Este estudio realiza la medición de emisiones de distintos artefactos y realiza una encuesta respecto del uso y consumo de leña al año 1992 en la Región Metropolitana. Es el primer antecedente respecto a la combustión residencial de leña en el Gran Santiago. Los resultados del estudio, entre otros, indican que el consumo residencial de leña en la RM se estima en 104.100 toneladas al año, de los cuales el 40% es consumido por los sectores socioeconómicos medio y alto y el 60% es consumido por el sector socioeconómico bajo.

<sup>9</sup> *Results from Tests on Wood Stoves and revised Recommendations for Emission Limit Values for Chile*. Thomas Nussbaumer. Report for CONAMA and COSUDE. Zürich, 10. May 2006. (Medición de estufa chilena en suiza).

<sup>10</sup> Para obtener el consumo de leña se han utilizado los resultados de la Encuesta de Presupuestos Familiares realizada por el INE y el estudio de Intec citado arriba, en general se utilizó un consumo per cápita multiplicado por la población de la Región.

<sup>11</sup> Estudio "Diseño y evaluación de las nuevas medidas para fuentes fijas contenidas en el PPDA", CONAMA - Gamma, 2006 y Estudio CNE: "Diagnóstico del Mercado de la Leña en Chile", 2006

<sup>12</sup> Estudio: "Evaluación de las emisiones de amoniaco, actividades ganaderas R.M", SAG – POCH Ambiental S.A., año 2006

	No contemplaba estimaciones de fabricación de ladrillos artesanales en la Región Metropolitana	Se incluye información de emisiones de obras de ladrillos artesanales provenientes de la Autoridad Sanitaria de la R.M.
<b>Polvo Resuspendido</b>	En el caso de calles pavimentadas, la metodología aplicada consideró para la generación de factores de emisión un factor para cada categoría vehicular en función del peso de cada vehículo.	Se corrigió usando la metodología internacional que establece el uso del peso promedio de las categorías vehiculares que circulan por cada arco.
	Los valores de contenido de material fino en las calles provienen de un estudio del año 1992.	Para el contenido de material fino en las calles se usaron valores medidos el año 2006 <sup>13</sup> Se incorporó la reducción de emisiones producidas por la aplicación del programa de aspirado de calles <sup>13</sup> .
	No consideraba emisiones de polvo resuspendido desde actividades industriales	Se incluyen polvo resuspendido desde actividades de extracción y procesamiento de árido y manejo desde rellenos sanitarios
<b>Fuentes Móviles Fuera de Ruta</b>	Sólo consideraba como parte de las fuente fuera de ruta a la maquinaria agrícola	Considera maquinaria y camiones de la industria, principalmente para el procesamiento de áridos y rellenos sanitarios.
	Las emisiones del principal aeropuerto de la ciudad Aeropuerto Arturo Merino Benítez, sólo consideraban las emisiones provenientes de los ciclos de aterrizaje y despegue de los aviones	Se sumaron las emisiones de las aeronaves, las emisiones de los vehículos de acercamiento y de los vehículos de apoyo en tierra del Aeropuerto Arturo Merino Benítez <sup>14</sup> .

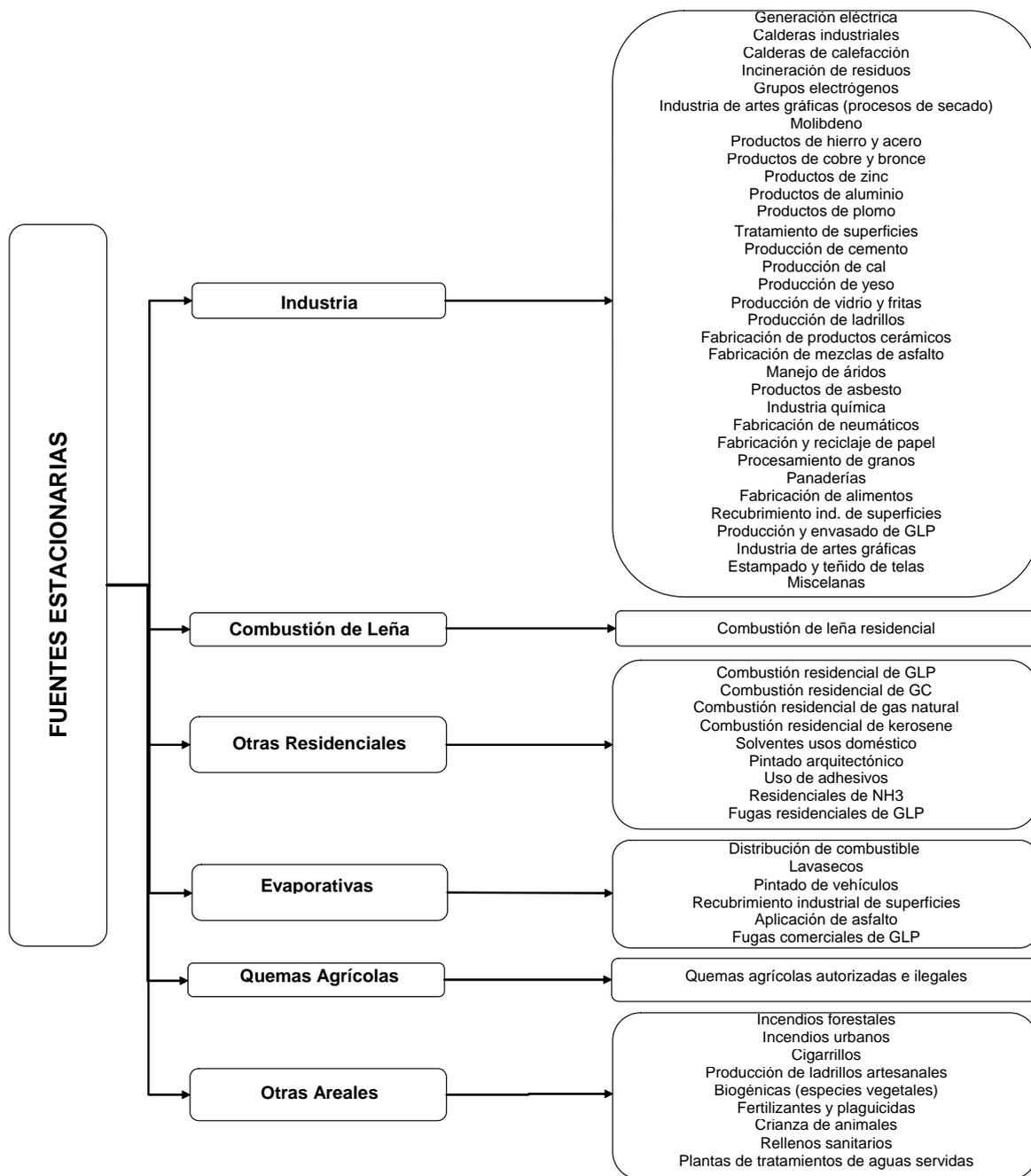
## 1.6 RESULTADOS DE INVENTARIOS

A continuación se entregan los resultados del Inventario 2005 y del Inventario de Diseño del PPDA año 2005, tanto para el para el período anual como para el período de gestión de episodios críticos (GEC).

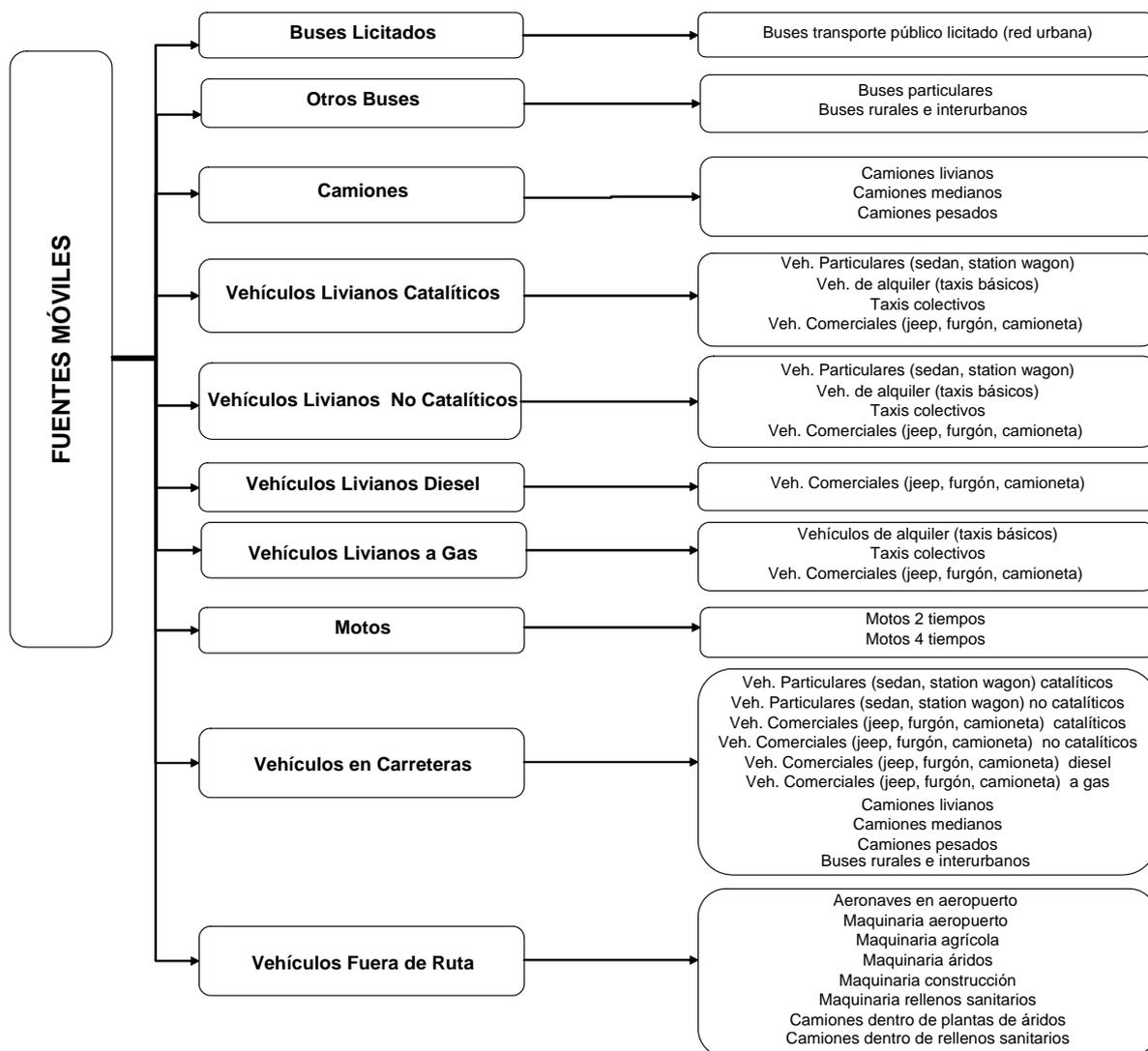
Las figuras siguientes se presentan con el fin de poder interpretar a qué fuentes específicas corresponden las agrupaciones de fuentes principales entregadas en las tablas de resúmenes de inventarios.

<sup>13</sup> Estudio: Control y Fiscalización del Servicio “Limpieza de Calles Período 2003-2007, Línea de Trabajo N° 2 Servicio De Asesoría para la Fiscalización e Inspección Técnica de la Limpieza de Calles, GORE – DICTUC S.A., año 2006

<sup>14</sup> Estudio: “Sistema de Información para la Gestión de la calidad del aire en el aeropuerto AMB , Santiago”, Ministerio de Obras Públicas – SIGA, año 2005.



**Figura 3: Estructura de agrupación de fuentes estacionarias**



**Figura 4: Estructura de agrupación de fuentes móviles**

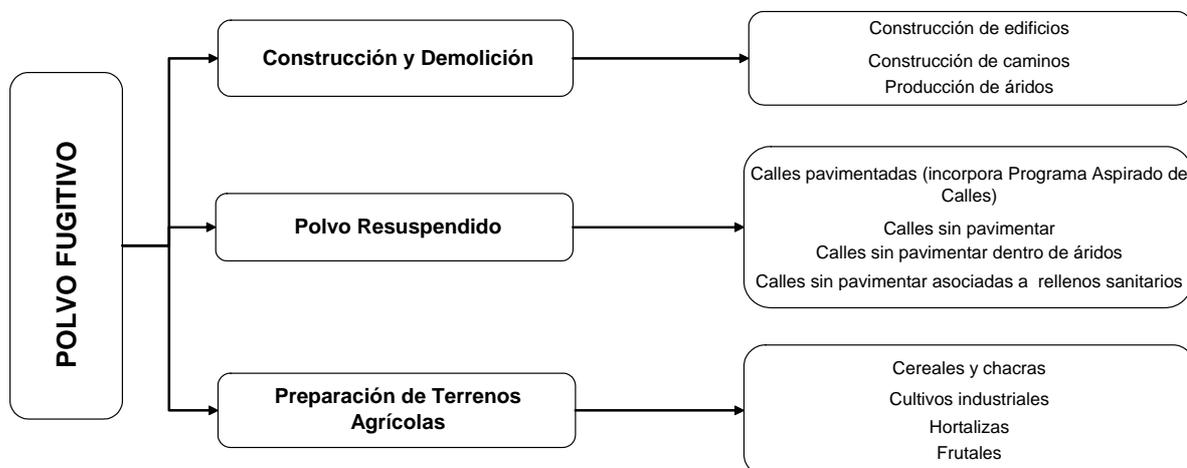


Figura 5: Estructura de agrupación de fuentes de polvo fugitivo

### 1.6.1 INVENTARIO 2005 ANUAL

Este inventario considera el estado de avance en la implementación de las medidas establecidas en el PPDA para el año 2005, es decir, considera el sistema de transporte público funcionado con la licitación de recorridos anterior a la entrada en régimen del Transantiago, y las medidas de fuentes fijas industriales en su estado de avance de cumplimiento según lo reportado en la base de datos oficial entregada por la Autoridad Sanitaria de la R.M. Para las medidas establecidas para el resto de las fuentes, en general todas se encontraban cumplidas al año 2005.

**Tabla 1: INVENTARIO DE EMISIONES ANUAL RESUMEN, ESCENARIO 2005, REGIÓN METROPOLITANA**

<b>INVENTARIO DE EMISIONES ANUAL, ESCENARIO 2005 REAL, REGIÓN METROPOLITANA</b>							
<b>FUENTES ESTACIONARIAS Y MÓVILES ESCENARIO 2005 REAL</b>							
<b>Categoría de Fuente</b>	<b>PM10 ton/año</b>	<b>PM2,5 ton/año</b>	<b>CO ton/año</b>	<b>NOx ton/año</b>	<b>COV ton/año</b>	<b>SOx ton/año</b>	<b>NH3 ton/año</b>
Industria	1266,9	994,0	7744,5	12332,1	7541,6	12829,3	217,4
Combustión de Leña Residencial	693,1	673,6	8235,0	84,8	7465,6	11,8	71,0
Otras residenciales	78,9	69,6	338,3	1160,9	41241,6	294,2	3800,4
Comerciales	0,0	0,0	0,0	0,0	7910,6	0,0	0,0
Quemas Agrícola	246,54	234,75	2139,19	101,55	171,40	11,73	11,54
Otras Areales	651,5	465,8	5249,0	135,9	18608,7	0,0	27724,9
<b>Total Estacionarias</b>	<b>2937,1</b>	<b>2437,7</b>	<b>23706,0</b>	<b>13815,2</b>	<b>82939,6</b>	<b>13146,9</b>	<b>31825,2</b>
Buses licitados	221,4	196,0	1436,6	5866,7	714,6	21,6	1,9
Otros buses	94,9	82,1	515,1	2507,3	235,2	9,2	1,2
Camiones	763,2	670,6	3514,8	11179,5	2199,3	43,5	6,5
Veh Livianos cat*	189,9	0,0	64837,9	10152,7	5524,8	50,8	1002,3
Veh Livianos no cat*	40,1	0,0	107269,3	7249,5	8943,3	11,8	6,0
Veh Livianos diesel*	282,8	248,9	1167,2	948,8	218,1	7,0	0,9
Veh Livianos gas*	1,7	0,0	949,9	71,5	105,6	0,0	NE
Motos*	1,8	0,0	3971,4	24,6	706,5	0,4	0,3
Fuera de ruta	154,5	142,0	2215,2	973,3	320,3	45,5	31,6
<b>Total Móviles</b>	<b>1750,3</b>	<b>1339,7</b>	<b>185877,4</b>	<b>38973,8</b>	<b>18967,7</b>	<b>189,8</b>	<b>1050,7</b>
<b>TOTAL MOVILES Y ESTACIONARIAS</b>	<b>4687,4</b>	<b>3777,4</b>	<b>209583,4</b>	<b>52788,9</b>	<b>101907,3</b>	<b>13336,7</b>	<b>32875,9</b>

Fuente: CONAMA-DICTUC S.A. (2006)

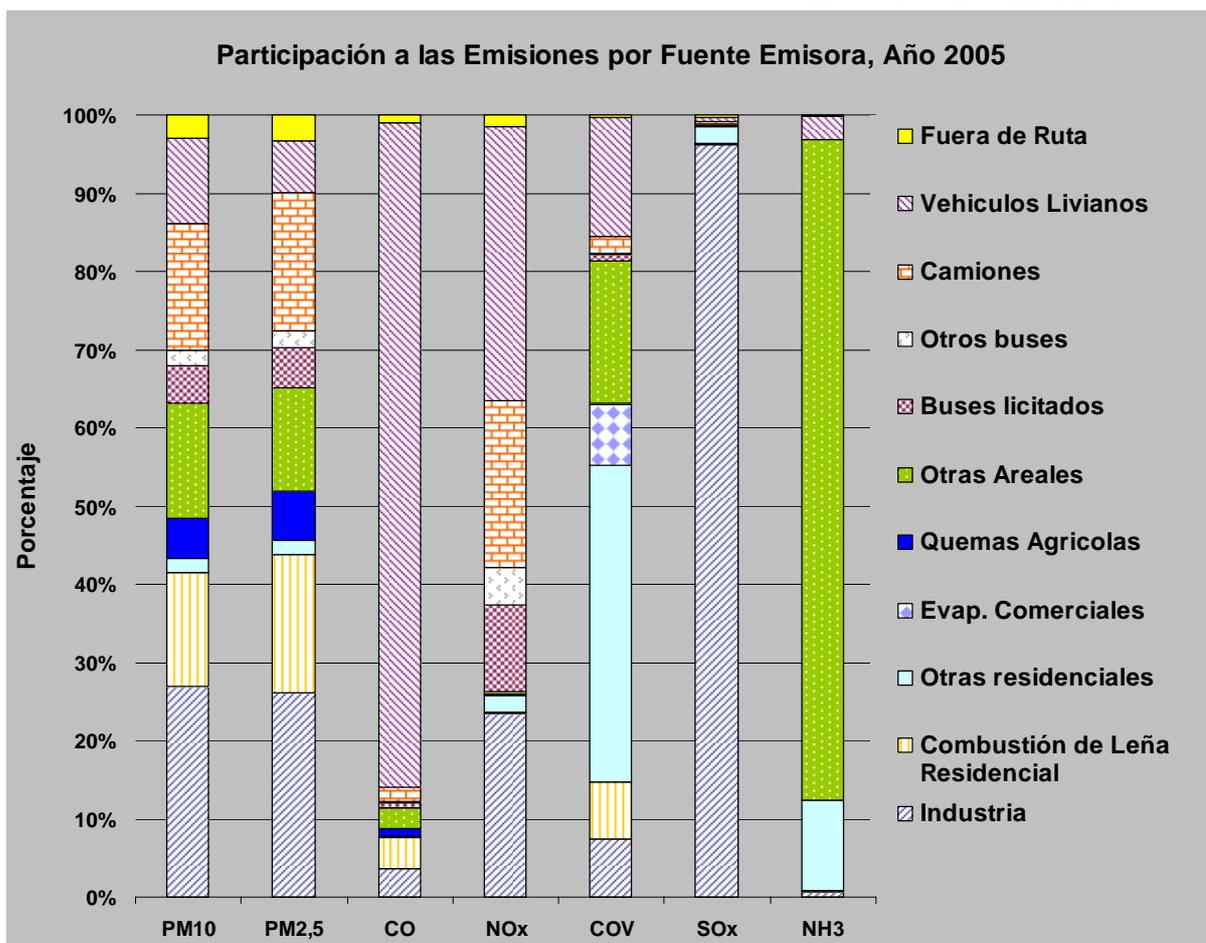
Notas:

NE = No Estimado

Las emisiones de PM10 de fuentes móviles reportadas en la tabla anterior, corresponden a la suma de las emisiones provenientes de la combustión y del desgaste de frenos y neumáticos.

\* Las emisiones de PM10 corresponden a emisiones de desgaste de frenos y neumáticos, no a combustión.

Las emisiones reportadas en la tabla anterior como CO, NOx y COV corresponden a emisiones provenientes de la combustión en caliente, partidas en frío, balance frío/caliente. Para el caso específico de los COV, las emisiones corresponden, además, a la suma de emisiones evaporativas durante el recorrido, durante el día y por detenciones en caliente.



**Figura 6: Participación de emisiones por categoría de fuentes, año 2005 anual, Región Metropolitana**

**Tabla 2: INVENTARIO DE EMISIONES ANUAL RESUMEN POLVO FUGITIVO, ESCENARIO 2005, REGIÓN METROPOLITANA**

<b>INVENTARIO DE EMISIONES ANUAL, ESCENARIO 2005 REAL, REGIÓN METROPOLITANA</b>			
<b>FUENTES GENERADORAS DE POLVO FUGITIVO</b>			
<b>Categoría de Fuente</b>	<b>PTS ton/año</b>	<b>PM10 ton/año</b>	<b>PM2,5 ton/año</b>
Construcción de Edificios	2362,5	1157,8	47,2
Construcción de Caminos	85,6	55,5	1,3
Producción de Áridos	1067,0	380,9	N/E
<b>Total Construcción y Demolición</b>	<b>3515,0</b>	<b>1594,2</b>	<b>48,5</b>
Calles Pavimentadas	75407,9	14560,5	2073,7
Calles Sin Pavimentar	16861,1	4608,4	681,2
<b>Total Polvo Resuspendido</b>	<b>92269,0</b>	<b>19168,9</b>	<b>2754,9</b>
Cereales y Chacras	116,4	85,0	34,9
Cultivos Industriales	0,2	0,2	0,1
Hortalizas	163,0	119,0	48,9
Frutales	27,4	20,0	8,2
<b>Total Preparación de Terrenos Agrícolas</b>	<b>307,1</b>	<b>224,2</b>	<b>92,0</b>
<b>TOTAL POLVO FUGITIVO</b>	<b>96091,2</b>	<b>20987,3</b>	<b>2895,5</b>

Fuente: CONAMA-DICTUC S.A. (2006)

### 1.6.2 INVENTARIO 2005 PARA GEC

Este inventario corresponde al escenario que considera sólo los meses de gestión de episodios críticos (GEC) correspondiente a los meses de abril a agosto.

Además, la siguiente figura presenta las emisiones de MP10 por categoría de fuente para el período anual comparación y las correspondientes al período de gestión de episodios críticos (GEC).

**Tabla 3: INVENTARIO DE EMISIONES GEC RESUMEN, ESCENARIO 2005, REGIÓN METROPOLITANA (PERÍODO ABRIL – AGOSTO)**

<b>INVENTARIO DE EMISIONES CORRESPONDIENTE AL ESCENARIO 2005 REAL, REGIÓN METROPOLITANA (PERIODO ABRIL-AGOSTO)</b>							
<b>FUENTES ESTACIONARIAS Y MÓVILES</b>							
<b>Categoría de Fuente</b>	<b>PM10 ton/año</b>	<b>PM2,5 ton/año</b>	<b>CO ton/año</b>	<b>NOx ton/año</b>	<b>COV ton/año</b>	<b>SOx ton/año</b>	<b>NH3 ton/año</b>
Industria	549,6	435,9	3317,0	5611,7	3328,7	5207,4	88,8
Combustión de Leña Residencial	668,0	649,1	7936,3	81,7	7194,8	11,3	68,4
Otras residenciales	43,4	36,6	185,8	642,1	14082,1	215,6	1776,6
Comerciales	0,0	0,0	0,0	0,0	2555,7	0,0	0,0
Quemas Agrícola	58,65	55,85	508,91	24,16	40,78	2,79	2,75
Otras Areales	83,2	17,6	1057,2	26,3	4299,2	0,0	12809,6
<b>Total Estacionarias</b>	<b>1402,8</b>	<b>1195,0</b>	<b>13005,2</b>	<b>6386,0</b>	<b>31501,3</b>	<b>5437,1</b>	<b>14746,1</b>
Buses licitados	110,7	98,0	718,3	2933,3	357,3	10,8	1,0
Otros buses	41,9	36,3	228,9	1099,1	117,6	4,6	0,6
Camiones	372,7	327,8	1715,4	5416,3	1099,7	21,8	3,2
Veh Livianos cat	92,6	0,0	31477,8	4951,8	2584,7	25,4	501,1
Veh Livianos no cat	19,5	0,0	51002,0	3512,8	4279,1	5,9	3,0
Veh Livianos diesel	139,6	123,0	575,1	468,2	109,1	3,5	0,5
Veh Livianos gas	0,8	0,0	443,0	34,4	49,4	0,0	0,0
Motos	0,9	0,0	1985,7	12,3	353,3	0,2	0,2
Fuera de ruta	67,4	62,0	931,4	367,8	134,0	18,6	12,9
<b>Total Móviles</b>	<b>846,2</b>	<b>647,0</b>	<b>89077,7</b>	<b>18796,0</b>	<b>9084,1</b>	<b>90,7</b>	<b>522,5</b>
<b>TOTAL MOVILES Y ESTACIONARIAS</b>	<b>2249,0</b>	<b>1842,1</b>	<b>102082,9</b>	<b>25182,0</b>	<b>40585,4</b>	<b>5527,9</b>	<b>15268,6</b>

Fuente: CONAMA-DICTUC S.A. (2006)

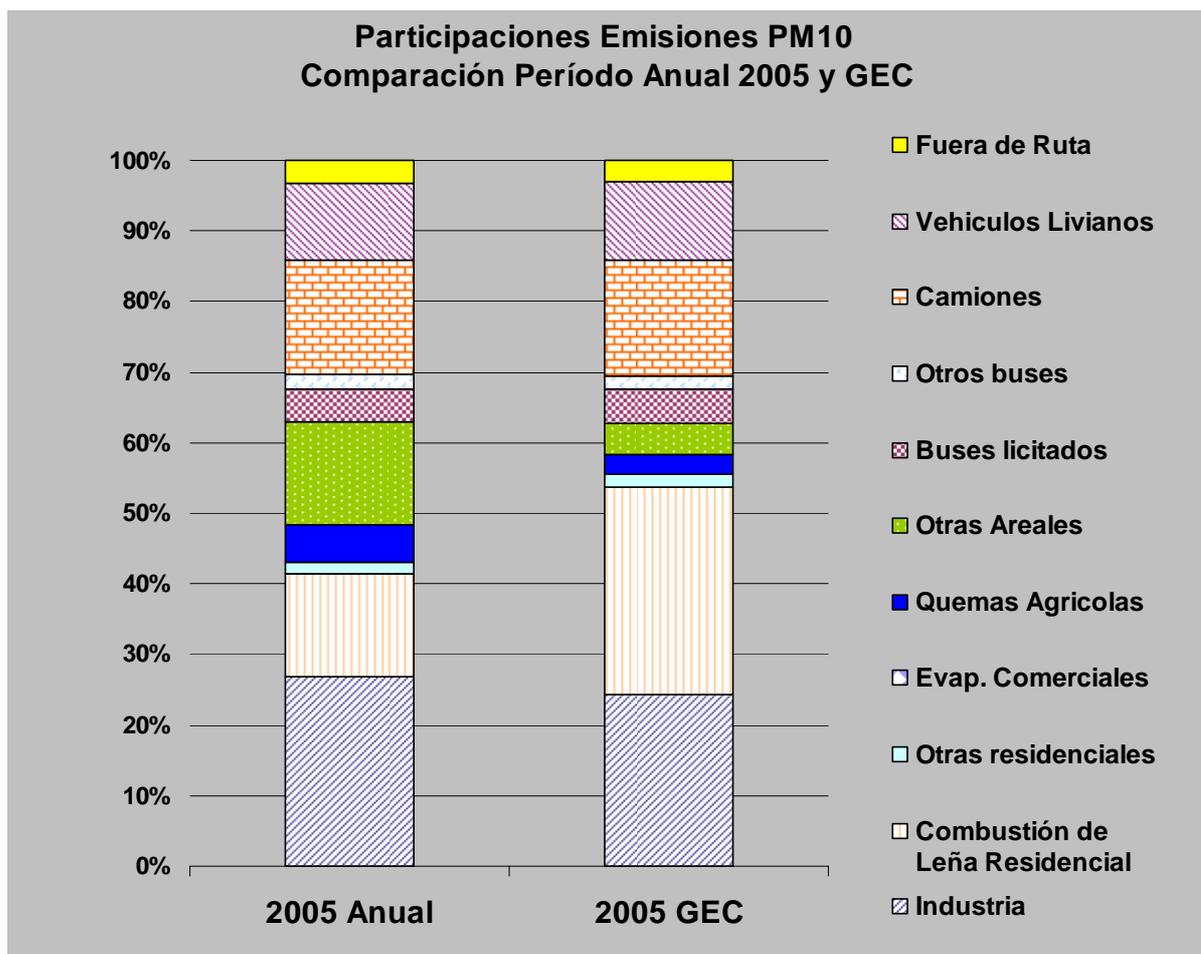


Figura 7: Participación de Emisiones de MP 10 por categoría de fuentes para período anual y período de gestión de episodios críticos, año 2005.

**Tabla 4: INVENTARIO DE EMISIONES ANUAL RESUMEN POLVO FUGITIVO, ESCENARIO 2005, (PERÍODO ABRIL – AGOSTO), REGIÓN METROPOLITANA**

<b>INVENTARIO DE EMISIONES GEC, ESCENARIO 2005 REAL, REGIÓN METROPOLITANA</b>			
<b>FUENTES GENERADORAS DE POLVO FUGITIVO</b>			
<b>Categoría de Fuente</b>	<b>PTS ton/año</b>	<b>PM10 ton/año</b>	<b>PM2,5 ton/año</b>
Construcción de Edificios	968,2	474,5	19,4
Construcción de Caminos	28,5	18,5	0,4
Producción de Áridos	444,6	158,7	N/E
<b>Total Construcción y Demolición</b>	<b>1441,3</b>	<b>651,7</b>	<b>19,8</b>
Calles Pavimentadas	37704,0	7280,3	1036,9
Calles Sin Pavimentar	2243,8	656,4	98,2
<b>Total Polvo Resuspendido</b>	<b>39947,7</b>	<b>7936,7</b>	<b>1135,0</b>
Cereales y Chacras	77,6	56,7	23,3
Cultivos Industriales	0,2	0,1	0,0
Hortalizas	108,7	79,3	32,6
Frutales	18,3	13,3	5,5
<b>Total Preparación de Terrenos Agrícolas</b>	<b>204,7</b>	<b>149,4</b>	<b>61,4</b>
<b>TOTAL POLVO FUGITIVO</b>	<b>41593,8</b>	<b>8737,8</b>	<b>1216,2</b>

Fuente: CONAMA-DICTUC S.A. (2006)

### 1.6.3 INVENTARIO DE DISEÑO DEL PPDA 2005 ANUAL

Este inventario considera como implementadas la totalidad de las medidas incluidas en el cronograma del PPDA al 2005, entre ellas se supone implementado el sistema de transporte público Transantiago el año 2005 y el cumplimiento de la totalidad de las medidas de fuentes fijas que debieran haber estado cumplidas ese año.

La siguiente Tabla y figura proporcionan los totales de emisiones y las contribuciones porcentuales de las distintas categorías de fuentes emisoras, para este Escenario, respectivamente.

**Tabla 5: INVENTARIO DE EMISIONES ANUAL RESUMEN, ESCENARIO 2005 DISEÑO PPDA, REGIÓN METROPOLITANA**

INVENTARIO DE EMISIONES ANUAL, ESCENARIO 2005 DISEÑO PPDA, REGIÓN METROPOLITANA							
FUENTES ESTACIONARIAS Y MÓVILES							
Categoría de Fuente	PM10 ton/año	PM2,5 ton/año	CO ton/año	NOx ton/año	COV ton/año	SOx ton/año	NH3 ton/año
Industria	1266,9	994,0	7744,5	12332,1	7541,6	10484,1	217,4
Combustión de Leña Residencial	693,1	673,6	8235,0	84,8	7465,6	11,8	71,0
Otras residenciales	78,9	69,6	338,3	1160,9	41241,6	294,2	3800,4
Comerciales	0,0	0,0	0,0	0,0	7910,6	0,0	0,0
Quemas Agrícola	246,5	234,7	2139,2	101,6	171,4	11,7	11,5
Otras Areales	651,5	465,8	5249,0	135,9	18608,7	0,0	27724,9
<b>Total Estacionarias</b>	<b>2937,1</b>	<b>2437,7</b>	<b>23706,0</b>	<b>13815,2</b>	<b>82939,6</b>	<b>10801,7</b>	<b>31825,2</b>
Buses licitados	97,7	84,5	864,7	2825,6	526,1	15,4	1,3
Otros buses	94,5	81,8	513,0	2498,3	234,2	9,1	1,2
Camiones	755,4	663,7	3476,8	11078,8	2173,7	43,2	6,4
Veh Livianos cat	187,8	0,0	63771,8	10025,7	5340,9	50,2	991,0
Veh Livianos no cat	39,6	0,0	105471,0	7161,4	8616,7	11,6	6,0
Veh Livianos diesel	278,3	245,0	1148,1	934,2	214,7	6,9	0,9
Veh Livianos gas	1,7	0,0	654,1	46,3	40,4	0,0	NE
Motos	1,8	0,0	3881,7	24,1	692,7	0,4	0,3
Fuera de ruta	154,5	142,0	2215,2	973,3	320,3	45,5	31,6
<b>Total Móviles</b>	<b>1611,3</b>	<b>1217,0</b>	<b>181996,5</b>	<b>35567,7</b>	<b>18159,7</b>	<b>182,3</b>	<b>1038,7</b>
<b>TOTAL MOVILES Y ESTACIONARIAS</b>	<b>4548,3</b>	<b>3654,7</b>	<b>205702,5</b>	<b>49382,8</b>	<b>101099,3</b>	<b>10984,0</b>	<b>32863,9</b>

Fuente: CONAMA-DICTUC S.A. (2006)

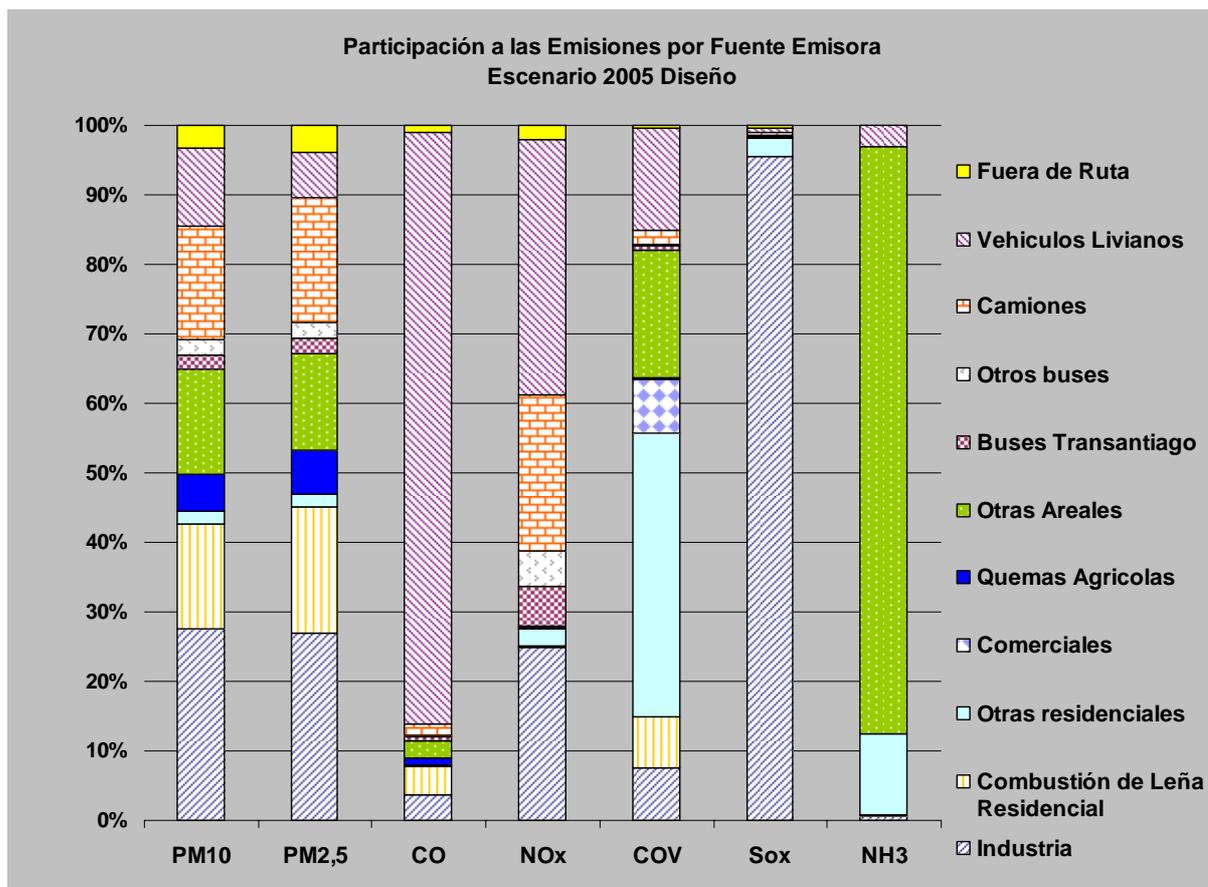


Figura 8: participación emisiones por categoría de fuentes, año 2005 Diseño PPDA, período anual, Región Metropolitana

**Tabla 6: INVENTARIO DE EMISIONES ANUAL RESUMEN POLVO FUGITIVO, ESCENARIO 2005, REGIÓN METROPOLITANA**

<b>INVENTARIO DE EMISIONES ANUAL, ESCENARIO 2005 REAL, REGIÓN METROPOLITANA</b>			
<b>FUENTES GENERADORAS DE POLVO FUGITIVO</b>			
<b>Categoría de Fuente</b>	<b>PTS ton/año</b>	<b>PM10 ton/año</b>	<b>PM2,5 ton/año</b>
Construcción de Edificios	2362,5	1157,8	47,2
Construcción de Caminos	85,6	55,5	1,3
Producción de Áridos	1067,0	380,9	N/E
<b>Total Construcción y Demolición</b>	<b>3515,0</b>	<b>1594,2</b>	<b>48,5</b>
Calles Pavimentadas	73272,6	14148,2	2015,0
Calles Sin Pavimentar	16861,1	4608,4	681,2
<b>Total Polvo Resuspendido</b>	<b>90133,7</b>	<b>18756,6</b>	<b>2696,2</b>
Cereales y Chacras	116,4	85,0	34,9
Cultivos Industriales	0,2	0,2	0,1
Hortalizas	163,0	119,0	48,9
Frutales	27,4	20,0	8,2
<b>Total Preparación de Terrenos Agrícolas</b>	<b>307,1</b>	<b>224,2</b>	<b>92,0</b>
<b>TOTAL POLVO FUGITIVO</b>	<b>93955,9</b>	<b>20575,0</b>	<b>2836,8</b>

Fuente: CONAMA-DICTUC S.A. (2006)

#### 1.6.4 INVENTARIO DISEÑO DEL PPDA 2005 PARA GEC

Este inventario corresponde al escenario de diseño del PPDA considerando sólo los meses de gestión de episodios críticos (GEC) correspondiente a los meses de abril a agosto.

La siguiente Tabla y figura proporcionan los totales de emisiones y las contribuciones porcentuales de las distintas categorías de fuentes emisoras, para este Escenario, respectivamente.

**Tabla 7: INVENTARIO DE EMISIONES GEC RESUMEN, ESCENARIO 2005 DISEÑO DEL PPDA, REGIÓN METROPOLITANA (PERÍODO ABRIL – AGOSTO)**

INVENTARIO DE EMISIONES CORRESPONDIENTE AL ESCENARIO 2005 DISEÑO PPDA, REGIÓN METROPOLITANA (PERIODO ABRIL-AGOSTO)							
FUENTES ESTACIONARIAS Y MÓVILES							
Categoría de Fuente	PM10 ton/año	PM2,5 ton/año	CO ton/año	NOx ton/año	COV ton/año	SOx ton/año	NH3 ton/año
Industria	549,6	435,9	3317,0	5611,7	3328,7	4201,4	88,8
Combustión de Leña Residencial	668,0	649,1	7936,3	81,7	7194,8	11,3	68,4
Otras residenciales	43,4	36,6	185,8	642,1	14082,1	215,6	1776,6
Comerciales	0,0	0,0	0,0	0,0	2555,7	0,0	0,0
Quemas Agrícola	58,65	55,85	508,91	24,16	40,78	2,79	2,75
Otras Areales	83,2	17,6	1057,2	26,3	4299,2	0,0	12809,6
<b>Total Estacionarias</b>	<b>1402,8</b>	<b>1195,0</b>	<b>13005,2</b>	<b>6386,0</b>	<b>31501,3</b>	<b>4431,1</b>	<b>14746,1</b>
Buses licitados	48,9	42,2	432,4	1412,8	263,0	7,7	0,7
Otros buses	41,8	36,2	227,9	1094,7	117,1	4,6	0,6
Camiones	368,8	324,3	1696,4	5366,0	1086,8	21,6	3,2
Veh Livianos cat	91,5	0,0	30953,3	4888,8	2515,3	25,1	495,5
Veh Livianos no cat	19,2	0,0	50117,3	3468,8	4165,9	5,8	3,0
Veh Livianos diesel	137,4	121,0	565,6	460,9	107,3	3,5	0,5
Veh Livianos gas	0,9	0,0	309,6	23,0	20,0	0,0	0,0
Motos	0,9	0,0	1940,8	12,1	346,3	0,2	0,2
Fuera de ruta	67,4	62,0	931,4	367,8	134,0	18,6	12,9
<b>Total Móviles</b>	<b>776,7</b>	<b>585,7</b>	<b>87174,7</b>	<b>17094,7</b>	<b>8755,9</b>	<b>87,0</b>	<b>516,5</b>
<b>TOTAL MOVILES Y ESTACIONARIAS</b>	<b>2179,5</b>	<b>1780,7</b>	<b>100179,9</b>	<b>23480,6</b>	<b>40257,1</b>	<b>4518,1</b>	<b>15262,6</b>

Fuente: CONAMA-DICTUC S.A. (2006)

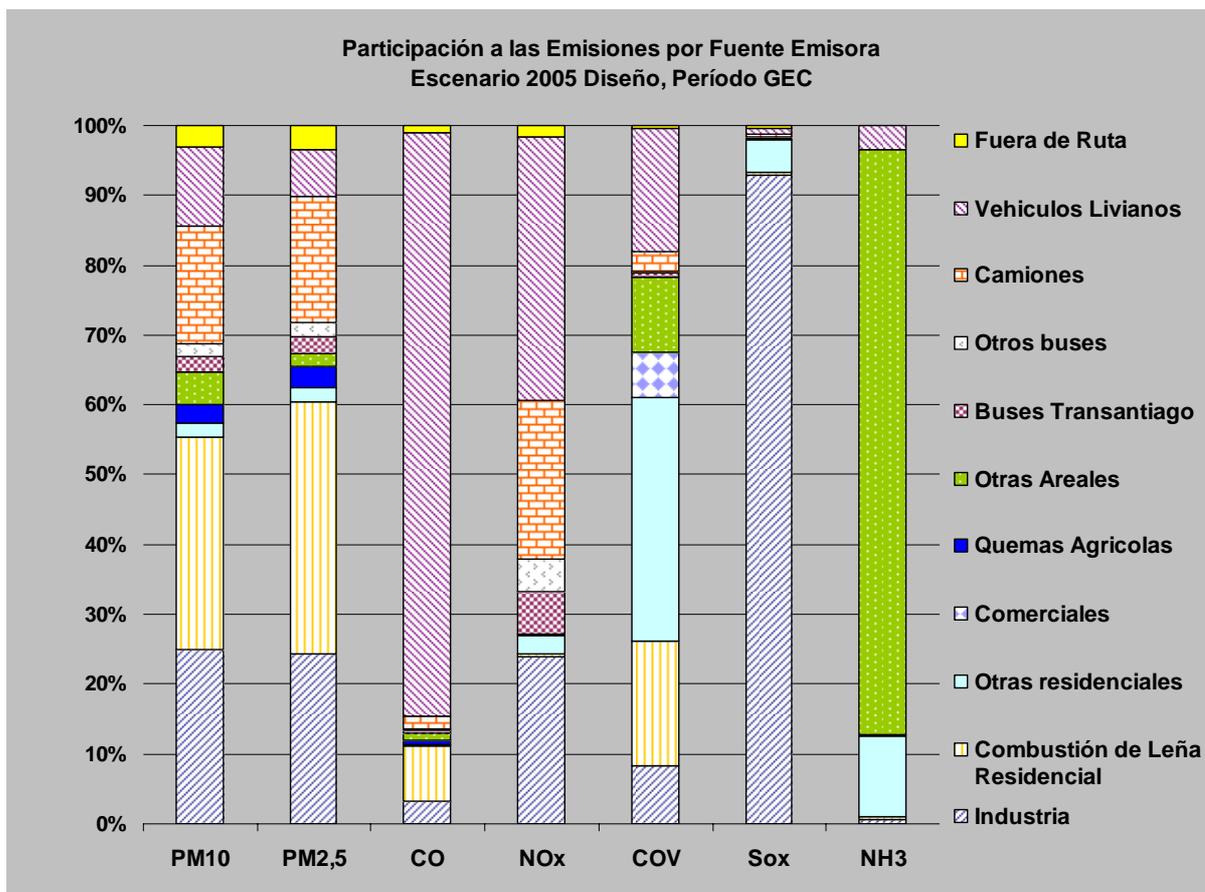


Figura 9: Participación emisiones por categoría de fuentes, año 2005 escenario de Diseño período GEC, Región Metropolitana.

**Tabla 8: INVENTARIO DE EMISIONES ANUAL RESUMEN POLVO FUGITIVO, ESCENARIO 2005, (PERÍODO ABRIL – AGOSTO), REGIÓN METROPOLITANA**

<b>INVENTARIO DE EMISIONES GEC, ESCENARIO 2005 REAL, REGIÓN METROPOLITANA</b>			
<b>FUENTES GENERADORAS DE POLVO FUGITIVO</b>			
<b>Categoría de Fuente</b>	<b>PTS ton/año</b>	<b>PM10 ton/año</b>	<b>PM2,5 ton/año</b>
Construcción de Edificios	968,2	474,5	19,4
Construcción de Caminos	28,5	18,5	0,4
Producción de Áridos	444,6	158,7	N/E
<b>Total Construcción y Demolición</b>	<b>1441,3</b>	<b>651,7</b>	<b>19,8</b>
Calles Pavimentadas	36636,3	7074,1	1007,5
Calles Sin Pavimentar	2243,8	656,4	98,2
<b>Total Polvo Resuspendido</b>	<b>38880,1</b>	<b>7730,5</b>	<b>1105,7</b>
Cereales y Chacras	77,6	56,7	23,3
Cultivos Industriales	0,2	0,1	0,0
Hortalizas	108,7	79,3	32,6
Frutales	18,3	13,3	5,5
<b>Total Preparación de Terrenos Agrícolas</b>	<b>204,7</b>	<b>149,4</b>	<b>61,4</b>
<b>TOTAL POLVO FUGITIVO</b>	<b>40526,1</b>	<b>8531,7</b>	<b>1186,8</b>

Fuente: CONAMA-DICTUC S.A. (2006)

### 1.6.5 COMPARACION DE RESULTADOS

#### ○ Comparación de los Inventarios 2005 y de Diseño para fuentes fijas:

Al comparar los resultados de las emisiones entre el Inventario 2005 y el Inventario de Diseño del PPDA es posible observar que las fuentes fijas sólo experimentan cambios en las emisiones de SO<sub>x</sub>. Esto se debe a que a partir de la base de datos 2005 proporcionada por la Autoridad Sanitaria fue posible concluir que, en el caso de uso de petróleo pesados y carbón, las fuentes cuyas emisiones dependen exclusivamente del consumo de combustible no cumplen la norma de 30 nanogramos por joule (ng/J) establecida en el PPDA. Lo anterior significa que para el Inventario de Diseño se asume el cumplimiento de la norma, sustituyendo los valores de las emisiones (estimadas mediante el uso de factores de emisión o bien obtenidos con mediciones directas) por los valores de la norma que considera el valor límite en el cumplimiento de la medida. Y por esto aparecen mayores las emisiones industriales de SO<sub>x</sub> en el Inventario 2005 que en el de Diseño.

Para el CO las emisiones (estimadas o medidas según la disponibilidad de información) fueron comparadas con la norma del PPDA que establece una concentración de 100 ppm en volumen base seca corregida al 3% de oxígeno como concentración máxima. En la totalidad de los casos las fuentes cuyas emisiones dependían exclusivamente del combustible utilizado cumplían la norma y por tanto el inventario Base de CO para fuentes fijas es igual para los inventarios 2005 y de Diseño 2005, ya que la medida se ha implementado en un 100%.

Para el cumplimiento de las emisiones diarias iniciales (EDIs) asignadas a las calderas puntuales reguladas bajo el sistema de compensación de emisiones, el valor de las EDIs asignadas por la Autoridad Sanitaria al 2005 corresponde a 1,225 kg/día. Por otra parte, el total de Emisiones diarias declaradas (EDD) el 2005 (sin considerar fuentes dadas de baja, desmanteladas e inactivas) suma 1,090 kg/día. Esto implica que al 2005 las emisiones de las calderas puntuales son inferiores a las emisiones congeladas (total de emisiones asignadas a las calderas) y, por tanto, las emisiones de MP no presentan variación entre el inventario 2005 y el de Diseño 2005, considerando que las emisiones se encontraban por debajo del techo establecido.

o **Comparación de los Inventarios 2005 y de Diseño para fuentes móviles:**

Con respecto a las emisiones de fuentes móviles en ruta, la principal diferencia está dada por el atraso en la implementación de Transantiago; luego en el caso del Escenario Base al 2005 se consideran los recorridos existentes a esa fecha y establecidos por la licitación de recorridos del sistema de transporte anterior a Transantiago y con una composición de la flota de buses licitados delimitada por la antigüedad de la flota establecidas en esas mismas bases. Para el Inventario de Diseño fueron consideradas las flotas exigidas para cada una de las unidades de negocio en las bases de licitación de Transantiago y considerando la totalidad de los cambios operacionales de Transantiago (nuevas rutas en troncales y alimentadores y regulación de frecuencias) Para ambos inventarios se contó con modelaciones de transporte del Modelo Etraus de SECTRA.

Al comparar los inventarios se observa que para los buses licitados las emisiones se reducen significativamente en la situación con Transantiago (Escenario de Diseño) en régimen versus la situación del Inventario 2005. Esto se debe a la incorporación de una flota mayor de buses Euro III, la eliminación de buses Euro I, la incorporación de filtros de partículas a los buses Euro II y el cambio operacional de Transantiago. De ahí que las emisiones de MP10 y de MP2.5 disminuyen en el Escenario de Diseño con respecto al Escenario 2005. Para las otras categorías de vehículos no hay cambios significativos en emisiones.

o **Análisis de Escenario 2005 de fuentes areales:**

En primer lugar hay que aclarar que para el caso de estas fuentes no existe diferencia entre el Escenario 2005 y el Escenario de Diseño del PPDA. Luego solo se compara los Escenarios 2005 con los antecedentes del Inventario 2000.

En términos generales se observa un aumento relativo de la participación de las fuentes areales en el inventario total (con respecto a la situación del año 2000), causado principalmente por las emisiones asociadas a la quema de leña, cuya modificación principal viene dada por una mejora en la metodología de cálculo. En efecto, nuevos estudios realizados por CONAMA<sup>15</sup> concluyen que los factores de emisión nacionales

<sup>15</sup> Entre estos estudios se encuentran los estudios: "Actualización del inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos en la Región Metropolitana" CONAMA - DICTUC S.A., 2005; el estudio: "Diseño y evaluación de las nuevas medidas para fuentes fijas contenidas en el PPDA", CONAMA - Gamma, 2006, y el estudio: *Results from Tests on Wood Stoves and revised*

utilizados con anterioridad en la R.M. subestimaban las emisiones al compararse con estudios internacionales. Por otra parte, en el presente inventario se ha contado con mejor información relativa al consumo de leña en la Región, de lo cual también ha sido posible concluir que en inventarios anteriores este consumo se encontraba subestimado.

○ **Crecimiento de las emisiones de fuentes fijas:**

Con respecto al sector industrial, se observa que el consumo energético se duplicó entre los años 2000 y 2005 de acuerdo a la base de datos de los años 2000 y 2005 entregadas por la Autoridad Sanitaria de la Región Metropolitana. Además, se aprecia un aumento en el consumo de gas natural, petróleo diesel y GLP + Gas de cañería durante el período, así como un aumento en el consumo de petróleos pesados (principalmente petróleo 5) producto de los recortes en el suministro de gas natural importado.

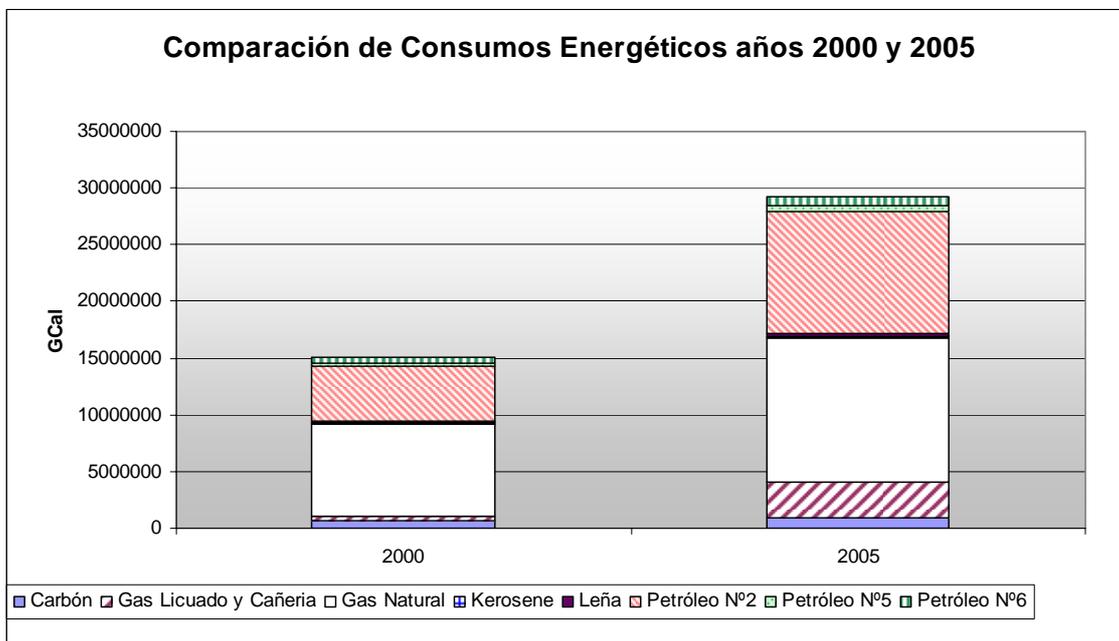


Figura 10: Comparación de consumo energético año 2000 y 2005 calculado a partir de información de la base de datos de mediciones de material particulado de la Autoridad Sanitaria a plena carga de las fuentes<sup>16</sup>

De acuerdo a la Autoridad Sanitaria, este efecto no es substancialmente notorio durante el año 2005 debido principalmente a que las fuentes que pueden funcionar con más de un combustible, en general efectúan las mediciones con el combustible más limpio, valor que es reportado en la base de datos recién señalada.

*Recommendations for Emission Limit Values for Chile.* Thomas Nussbaumer. Report for CONAMA and COSUDE. Zürich, 10. May 2006. (Medición de emisiones de estufa chilena en Suiza).

<sup>16</sup> La medición a plena carga de la fuente implica que en general estos consumos de combustibles estarán sobre estimados si se comparan a las condiciones reales de funcionamiento de las fuentes

○ **Comparación escenario anual y escenario de gestión de episodios críticos (GEC):**

Al separar los inventarios para el período de gestión de episodios críticos se observa que el aporte relativo de la leña a las emisiones aumenta para  $MP_{10}$  y  $MP_{2.5}$ ; esto se debe a la estacionalidad en el consumo de leña durante el invierno. El aporte de las emisiones de leña sube de 20 y 25 % en el escenario 2005 anual a 41 y 48% en el escenario 2005 GEC, para  $MP_{10}$  y  $MP_{2.5}$ , respectivamente, lo cual refleja la gran importancia que poseen esas fuentes en periodos de episodios críticos.

También se aprecia estacionalidad durante el período estival en importantes fuentes de combustión como son a) las quemas agrícolas autorizadas y b) los incendios forestales, siendo ambas las componentes principales del grupo “otras fuentes areales” en lo que respecta a emisiones de  $MP_{10}$ . Se debe señalar que para las fuentes fijas y móviles no se observa una estacionalidad tan marcada entre los distintos períodos del año, lo cual es de esperar debido al nivel de actividad que está subyacente en esas emisiones.