



Apertum IT AB



INFORME FINAL CORREGIDO

TOMO I

“ESTUDIO DIAGNÓSTICO PLAN DE GESTIÓN ATMOSFÉRICA- REGIÓN DE VALPARAÍSO, CONSTRUCCIÓN DE UN INVENTARIO DE EMISIONES REGIONAL”



Diciembre del 2011

Glosario de términos.

CC	: Consumo de Combustible.
CH4	: Metano.
CO	: Monóxido de Carbono.
CO2	: Dióxido de Carbono.
N2O	: Óxido nitroso.
HC	: Hidrocarburos.
HG	: Mercurio.
MP10	: Material particulado de 10 micrómetros.
MP2,5	: Material particulado de 2,5 micrómetros.
NH3	: Amoníaco.
NOX	: Óxidos de Nitrógeno.
PCDD	: Dioxinas.
PCDD/F	: Dioxinas y Furanos.
PCDF	: Furanos.
PTS	: Material particulado total.
SO2	: Dióxido de Azufre.

Fuentes Fijas

Calderas acuatubulares	: Donde el fuego pasa por fuera de los tubos que llevan interiormente el agua o líquido de intercambio.
Calderas pirotubulares	: Donde el fuego pasa por dentro de tubos que están rodeados de agua o líquido de intercambio.
Cámara de sedimentación	: Equipo de control de emisiones de material particulado, que se basa en un aumento de volumen de los gases que genera una reducción de su velocidad, permitiendo su sedimentación.
Combustibles	: Tipos de energéticos de acuerdo a las definiciones de los decretos de la Superintendencia de Electricidad y combustibles (SEC).

Common rail	: Sistema de inyección de combustible en motores de combustión interna diesel.
Cribado	: Proceso de tamizado o selección por tamaño de un producto o materia prima.
Electro refinación	: Proceso de refinación del cobre que se realiza en un baño electrolítico.
EPA	: Agencia de Protección Ambiental de EEUU.
EQt	: Unidad de la Toxicidad equivalente.
Factor de emisión	: Promedio de un gran número de mediciones de emisiones de contaminantes atmosféricos, que son representativas de un tipo de fuentes de emisión.
IPCC	: Panel Internacional sobre Cambio Climático.
Laboratorios autorizados	: Laboratorios privados que realizan mediciones de emisiones en fuentes fijas, autorizados por la SEREMI de salud correspondiente al lugar de residencia del laboratorio.
MINSAL	: Ministerio de Salud.
Piro refinación	: Proceso de refinación del cobre por medio de aplicación de fuego directo.
Plantas BACH	: Equipos de producción que operan procesando una cantidad fija de materia prima de principio a fin de la transformación, requiriendo de una descarga y carga para iniciar un ciclo nuevo.
PNUMA	: Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
Portal del D.S. 138	: Pagina WEB del MINSAL para la declaración de emisiones atmosféricas generadas por fuentes industriales.

- Tecnología de Abatimiento** : Equipos de reducción o captación de las emisiones atmosféricas de una fuente.
- SCC** : Código de clasificación de fuentes de la EPA, permite ordenar en forma estructurada los diferentes tipos de fuentes industriales.
- SEREMI** : Secretaria Regional Ministerial.
- Spreader** : Sistema de carga en calderas de parrillas móvil, que permite alimentar el combustible mediante un dosificador con forma de espátula.
- UNEP** : Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Polimerizadoras** : Fuentes fijas del tipo procesos en las cuales se procesan polímeros plásticos.
- Alto horno** : Horno de fundición de hierro de tipo vertical que usa carbón coke como combustible.

Fuentes Móviles

- ASM** : Siglas de Acceleration Simulation Mode, procedimiento en carga que se aplica actualmente para la medición de emisiones en la Región Metropolitana.
- Corridas AM y FP** : La información base de las corridas de transporte son entregadas a nivel de arco vial, correspondiendo al nivel máximo de desagregación espacial de la información de transporte. Por otra parte, estas corridas sólo reportan flujos y velocidades para el período punta, horario 7:30 a 8:30 y período fuera de punta, horario 10:00 a 12:00. Por tanto para obtener flujos a lo largo del día es necesario complementar la información con perfiles temporales de flujo de 24 horas y para todos los días de la semana.
- EOD** : Encuesta Origen Destino.
- EQT** : Equivalente de Toxicidad.

ESTRAUS	: Nombre asignado al modelo de transporte de cuatro etapas de equilibrio simultáneo para ciudades de gran tamaño, desarrollado por SECTRA.
FTP-75	: Siglas de Federal Test Procedure 75, que es el ciclo de ensayo durante las pruebas de laboratorio de emisiones que se realizan en los vehículos livianos y medianos que cumplen estándares EPA.
INE	: Instituto Nacional de Estadísticas.
MODEC	: Modelo de Valoración Económica de los Cambios de Emisiones/Concentración generados por el Transporte, desarrollado por SECTRA.
MODEM	: Modelo de emisiones vehiculares de SECTRA.
Modelación SECTRA	: Corridas de los modelos Estraus o Vivaldi manejados por SECTRA.
PACIN	: Estudios de investigación de instrumentos de planificación ambiental para ciudades intermedias, desarrollado por SECTRA en tres etapas. Estudio que ha estimado las emisiones utilizando el modelo MODEM en las principales ciudades intermedias del país.
RVP	: Presión de vapor Reid del Combustible.
Saturno	: Modelo de Asignación de Redes de tráfico.
SECTRA	: Secretaría de Planificación de Transporte.
VKT	: Vehículos Kilómetros totales.

ÍNDICE

TOMO I

1	RESUMEN EJECUTIVO	9
1.1	FUENTES FIJAS.....	9
1.2	FUENTES DE ÁREA.....	11
1.3	FUENTES MÓVILES	14
1.4	RESUMEN FINAL DE RESULTADOS	18
1.5	EDB AIRVIRO	22
2	ANTECEDENTES	25
3	OBJETIVO GENERAL	28
4	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	29
5	METODOLOGÍA GENERAL PARA EL DESARROLLO DEL INVENTARIO DE EMISIONES.....	30
5.1	Enfoque general para desarrollar el inventario de emisiones	32
5.2	Enfoque general según directrices del IPCC	39
5.3	Infraestructura básica para la construcción del Inventario	44
5.3.1	Infraestructura y base metodológica para el estudio de fuentes fijas.....	44
5.3.2	Fuentes Móviles en Ruta	45
5.3.3	Otras fuentes para grillas en AIRVIRO	53
6	FUENTES FIJAS.....	54
6.1	Metodología.....	54
6.2	Niveles de actividad de las fuentes industriales.....	54
6.3	Resumen de resultados fuentes fijas industriales.....	55
7	FUENTES MÓVILES EN RUTA.....	77
7.1	Metodología de Estimación de Fuentes Móviles en Ruta.....	77
7.2	Información de Entrada metodología Bottom UP	81
7.2.1	Factores de Emisión (FE)	82
7.2.2	Nivel de Actividad (NA)	92
7.3	Información de Entrada metodología Top Down	99
7.4	Validación de Resultados de Emisiones	105
7.5	Resultados de Emisiones Fuentes Móviles	113

8	AREALES	120
8.1	Fuentes Residenciales.....	120
8.1.1	Combustión Externa Residencial.....	120
8.2	Fuentes Comerciales.....	223
8.2.1	Evaporativa Comercial.....	223
8.2.1.1	Lavasecos.....	223
8.2.1.2	Talleres de Pinturas.....	224
8.2.1.3	Imprentas.....	227
8.2.2	Combustión Comercial.....	241
8.3	Otras Fuentes.....	243
8.3.1	Disposición de Residuos.....	243
8.3.1.1	Emisiones provenientes de rellenos sanitarios.....	243
8.3.2	Quemas.....	252
8.3.2.1	Quemas Agrícolas.....	252
8.3.2.2	Incendios Forestales.....	256
8.3.2.3	Incendios urbanos.....	264
8.3.2.4	Cigarrillos.....	267
8.3.3	Emisiones Biogénicas.....	269
8.3.4	Uso de Pesticidas.....	276
8.3.5	Crianza de animales.....	282

TOMO II

9	FUENTES FUGITIVAS.....	288
9.1	Construcción y Demolición.....	288
9.1.1	Construcción de Caminos.....	288
9.1.2	Construcción de Edificios.....	291
9.1.3	Producción de áridos.....	293
9.2	Polvo Resuspendido.....	306
9.2.1	Polvo resuspendido desde calles pavimentadas y no pavimentadas.....	306
9.2.2	Preparación de Terrenos Agrícolas.....	306
9.2.3	Erosión Eólica Proveniente de Sitios Eriazos.....	316

10	FUENTES MOVILES FUERA DE RUTA.....	319
10.1	Maquinaria vehicular y otras fuera de ruta	319
10.1.1	Maquinaria vehicular	319
10.1.2	Embarcaciones Marítimas Comerciales	331
11	RESULTADOS DEL INVENTARIO DE EMISIONES.....	338
11.1	Análisis y Conclusiones Región de Valparaíso.....	340
11.2	Análisis y Conclusiones Comuna de Catemu.....	351
11.3	Análisis y Conclusiones Comuna de Concón	355
11.4	Análisis y Conclusiones Comuna de Puchuncaví	360
11.5	Análisis y Conclusiones Comunas de la Región de Valparaíso.....	365
11.6	Recomendaciones Generales del Inventario	385
11.7	Recomendaciones de Medidas de Control de Emisiones.	390
12	EDB 2008 V REGION.....	418
13	ANEXO N°1 ANALISIS DE CALIDAD DEL AIRE	428
14	ANEXO N°2 ENCUESTA DE LEÑA.....	486
15	ANEXO N°3 ESTIMACION GRANDES FUENTES FIJAS.....	492
16	ANEXO N°4 CONTEOS VEHICULARES	529
17	ANEXO N°5 REDES VIALES.....	554
18	ANEXO N°6 PERFILES TEMPORALES	558
19	ANEXO N°7 CIRCUITOS MEDIDOS.....	567
20	ANEXO N°8 LISTADO DE GRILLAS DE LA EDB	572
21	ANEXO N°9 COMPOSICIONES TOP DOWN	585
22	BIBLIOGRAFÍA.....	595
23	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS FUENTES MÓVILES.....	597

1 RESUMEN EJECUTIVO

El Presente documento corresponde al informe final del estudio, "Estudio Diagnóstico Plan de Gestión Atmosférica-Región de Valparaíso, Construcción de un Inventario de Emisiones Regional".

1.1 FUENTES FIJAS

Las fuentes fijas industriales fueron identificadas cruzando la información disponible en las siguientes fuentes de información:

- Base de datos del inventario de emisiones de fuentes fijas V región, año 2000, realizado por CENMA para CONAMA.
- Base de datos del inventario de emisiones de fuentes fijas V región, años 2005, 2006 y 2007 realizado por AMBIOSIS para MINSAL, a partir de la declaración de emisiones del DS 138, realizada mediante programa cliente.
- Declaración de emisiones 2009 del DS 138 del MINSAL, desarrollada en la página WEB: <http://www.declaracionemision.cl>, donde se declaran los niveles de actividad año 2008.

Para completar la información que se obtiene de la declaración de emisiones del DS 138, se realizaron visitas a terreno con el apoyo de la SEREMI de Salud de la Región. En general los niveles de actividad recopilados corresponden a los consumos de combustible, horas y días de operación o magnitud de producción según corresponda.

Para la estimación de emisiones atmosféricas de fuentes fijas, se ha utilizado la metodología de estimación de emisiones incluida en la guía metodológica desarrollada en el marco de este estudio. En términos generales en ella se recoge principalmente los factores de emisión del AP-42 y perfiles de especiación del sistema Speciate, ambos de la EPA. Un detalle de la metodología utilizada fuente a fuente para las fuentes fijas con mayor aporte a las emisiones atmosféricas se puede ver en el anexo N°3.

En el caso de las fuentes fijas comerciales, donde no se dispone de información recopilada por el DS 138, el levantamiento de información relevante, se realizó mediante una campaña de visitas en terreno, donde se obtienen los datos de las materias primas que son utilizadas en establecimientos del tipo Imprenta, Talleres de Pinturas de Vehículos, lavasecos y panaderías.

Los resultados obtenidos para emisiones provenientes de fuentes fijas son los siguientes:

Tabla 1. Emisiones de Fuentes Fijas, año 2008, V Región.

Clasificación de fuentes	PTS	MP ₁₀	MP _{2,5}	CO	NO _x	COV	SO _x
PRODUCCION PRIMARIA DE COBRE	2.692,47	1.700,50	1.073,47	36,77	169,51	2,24	33.015,89
PROD. Y ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLES	1.462,33	1.457,60	1.454,03	207,75	1.054,99	936,15	209,17
GRUPOS ELECTROGENOS	73,42	36,71	8,81	225,74	1.045,18	82,99	55,42
CALDERAS INDUSTRIALES	402,63	309,45	251,32	652,72	1.699,80	20,19	2.243,10
TERMoeLECTRICAS	6.068,86	3.436,22	2.465,83	1.037,59	15.997,50	77,93	15.587,29
TERMINAL PORTUARIO	63,81	21,73	4,01	34,32	137,29	0,13	287,48
FABRICACION DE CEMENTO	670,30	372,65	188,38	319,47	429,87	0,03	12,13
INDUSTRIA QUIMICA	29,62	14,17	6,62	95,07	238,44	218,79	92,96
FABRICACION DE HORMIGON Y MANEJO DE ARIDOS	120,79	60,39	60,39	0,00	0,00	0,00	0,00
FABRICACION DE ARTICULOS PLASTICOS	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	1,56	0,00
FABRICACION DE ASFALTOS	0,44	0,36	0,30	1,00	2,51	0,08	5,07
FABRICACION DE ALIMENTOS	6,55	6,19	6,18	9,19	1,62	1,84	0,10
PRODUCTOS DE COBRE Y BRONCE	31,98	3,86	3,64	0,87	1,72	0,04	0,09
CALDERAS CALEFACCIÓN	2,30	1,68	1,21	2,73	10,30	0,13	20,89
PRODUCCION DE VIDRIO	12,53	11,27	9,52	6,10	67,12	0,35	193,23
MISCELANEAS	5,77	5,19	4,39	12,29	1,62	0,20	0,09
RECUBRIMIENTO INDUSTRIAL DE SUPERFICIES	0,01	0,01	0,00	0,07	0,08	0,00	0,01
PRODUCCION DE CERAMICAS	1,97	1,97	1,97	2,28	0,37	0,30	2,13
TOTAL	11.645,75	7.439,97	5.540,08	2.643,95	20.857,93	1.342,95	51.725,05

Considerando las categorías de fuentes, en el caso del MP₁₀, las fuentes con mayor aporte son las termoeléctricas, donde en forma especial destaca la localizada en Laguna Verde, como la de mayor emisión individual, seguidas por la producción primaria de cobre en Ventanas, en tercer lugar se encuentra la producción y almacenamiento de combustible en Concón, las demás categorías de fuentes tienen emisiones relativas menores.

En el caso del MP_{2,5}, las fuentes con mayor aporte son también las termoeléctricas, donde en forma especial destaca la localizada en Laguna Verde como la de mayor emisión individual, seguidas por la producción y almacenamiento de combustible en Concón, en tercer lugar se encuentra la producción primaria de cobre en Ventanas, las demás categorías de fuentes tienen emisiones relativas menores.

En el caso de CO son las termoeléctricas y las calderas industriales las que tienen el mayor aporte a las emisiones anuales en la Región.

En el caso de los NO_x son las termoeléctricas y las calderas industriales las que tienen el mayor aporte a las emisiones.

En el caso de los COVs es la producción y el almacenamiento de combustible la categoría con mayor aporte de emisiones, en este caso corresponde a la refinería de petróleo de Concón, esta fuente tiene también aportes significativos de NOx, MP, CO y SO₂.

En el caso del SO₂ las fuentes con mayor aporte resultan ser la producción primaria de cobre, las que corresponden a las fundiciones de Ventanas y Chagres, en segundo lugar se encuentran las termoeléctricas de generación que usan carbón como combustible.

Un análisis por aporte de emisiones para las comunas de Valparaíso, Catemu, Concón y Puchuncaví se encuentra en el capítulo N°11 de conclusiones.

1.2 FUENTES DE ÁREA

Fueron estimadas veintiseis categorías de fuente, siendo las que contribuyen con mayores aportes de contaminantes, la combustión residencial de leña y emisiones biogénicas.

Para la estimación de emisiones provenientes del consumo residencial de leña se aplicó una encuesta en las ciudades de Valparaíso, Viña del Mar, Quilpué y Quillota. La población objetivo de la encuesta fueron los hogares privados de la V Región. El muestreo realizado fue de tipo probabilístico, estratificada y bietápico en cada estrato.

La selección de los estratos, se hicieron en forma aleatoria y con probabilidad de selección proporcional al tamaño, mediante el número de viviendas que tenían al Censo del 2002.

En cuanto a la leña, se realizaron cuatro escenarios de estimación con el objetivo de sensibilizar la incertidumbre existente en los factores de emisión y los niveles de actividad. En lo que se refiere a la encuesta aplicada en terreno a cuatro comunas, esta presenta una gran variabilidad con respecto a la encuesta CASEN.

Para efectos de este estudio, se considera el escenario 2 (los 4 tipos de escenarios son descritos y mostrados sus resultados en el capítulo de "Combustión Residencial de Leña"), debido a que los factores de emisión considerados en el estudio, "Inventario de Emisiones de Contaminantes Atmosféricos y Definición de Área de Influencia de las Emisiones que Causan el Efecto de Saturación por PM10 en la Ciudad de TALCA" Consultora AMBIOSIS, 2008; son los que están en boga, ya que

consideran situaciones más reales de funcionamiento, como lo son las condiciones de humedad de la leña y los tipos de artefactos. Por otra parte la encuesta aplicada en terreno entrega información focalizada con respecto a la leña y en la encuesta CASEN es una variable indirecta.

Los resultados de las emisiones provenientes del consumo de leña para la quinta región, se pueden apreciar en la siguiente figura que grafica las emisiones de MP 10 para 36 comunas de la región:

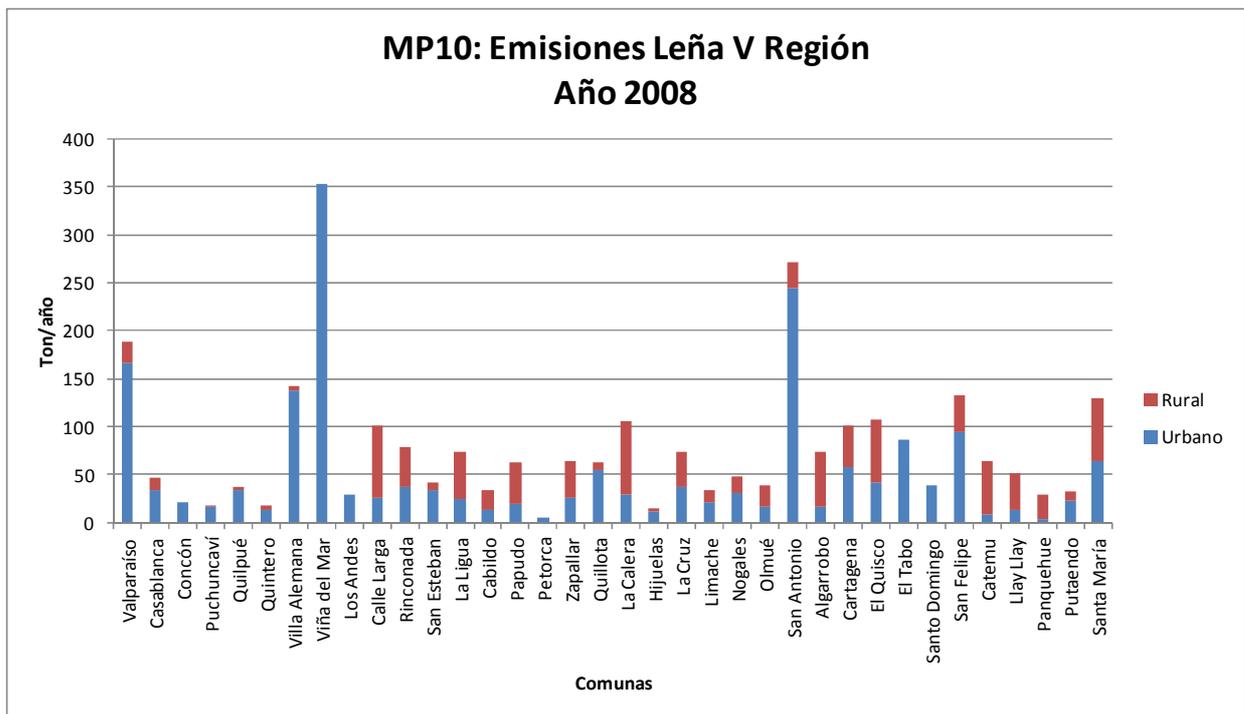


Figura 1. Emisiones de MP10, provenientes del consumo de leña

Para la estimación de COVs provenientes de emisiones biogénicas se utilizó el modelo GLOBEIS (Global Biosphere Emissions and Interactions System) versión 3.0.

El cálculo de emisiones biogénicas se realizó para tres unidades de análisis del área de estudio: Vegetación natural, cultivos agrícolas y plantaciones forestales. La base cartográfica para determinar la superficie de cada tipo de vegetación se obtuvo de la cartografía (escala 1:250.000) del "Catastro y evaluación de los recursos vegetacionales nativos de Chile" (CONAF-CONAMA) actualizado para el año 2006.

Las emisiones biogénicas obtenidas son las siguientes:

Tabla 2. Emisiones biogénicas Mensuales obtenidas en la V Región

EMISIONES BIOGÉNICAS MENSUALES REGIÓN VALPARAÍSO AÑO 2008 (TON/AÑO)				
MES	ISOTERPENOS	MONOTERPENOS	OTROS COV	COV TOTALES
ENERO	702,61	1.684,72	1.012,44	3.399,78
FEBRERO	631,74	1.426,26	852,93	2.910,94
MARZO	506,17	1.095,92	801,69	2.403,78
ABRIL	252,01	854,17	563,79	1.669,96
MAYO	141,19	652,97	479,57	1.273,73
JUNIO	108,23	529,06	389,32	1.026,61
JULIO	113,73	565,93	417,00	1.096,66
AGOSTO	224,22	642,82	472,25	1.339,29
SEPTIEMBRE	231,01	694,39	508,86	1.434,26
OCTUBRE	335,47	1.012,97	587,16	1.935,61
NOVIEMBRE	484,63	953,90	696,25	2.134,79
DICIEMBRE	654,15	1.153,30	843,69	2.651,14
Total	4.385,17	11.266,41	7.624,96	23.276,53

Fuente: Elaboración propia

En la gráfica que sigue a continuación, se presentan las emisiones biogénicas totales para toda la región de Valparaíso, por uso de suelo; siendo los mayores emisores, los suelos cubiertos por matorrales, principalmente el matorral abierto, seguido por los suelos utilizados para plantaciones y terrenos agrícolas.

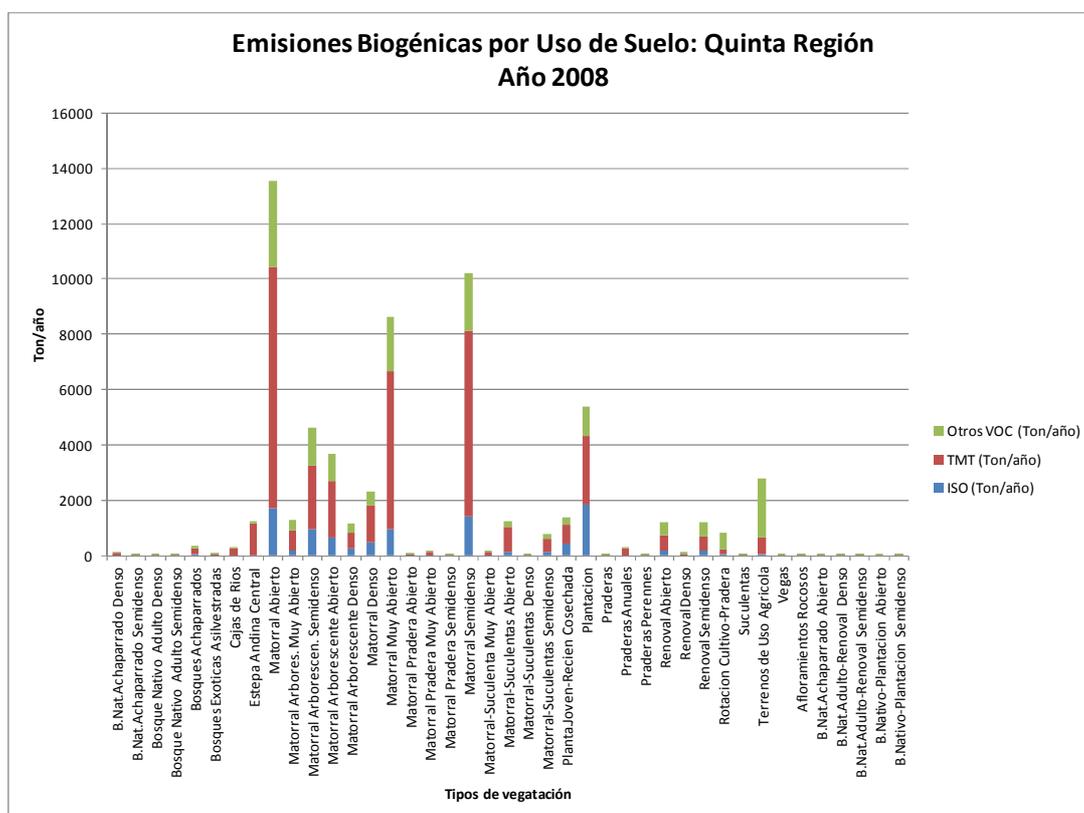


Figura 2: Emisiones biogénicas clasificadas por uso de suelo.

Los resultados obtenidos para emisiones provenientes de fuentes areáles son los siguientes:

Tabla 3. Emisiones de Fuentes Areáles, año 2008, V Región.

INVENTARIO DE EMISIONES ANUAL, ESCENARIO 2008 REGIÓN DE VALPARAÍSO							
FUENTES AREÁLES ESCENARIO 2008							
Categoría de	MP10	MP2,5	CO	NOx	COV	SOx	NH3
Fuente	ton/año	ton/año	ton/año	ton/año	ton/año	ton/año	ton/año
Combustión de Leña	2.815,23	2.727,7	26.256,0	194,92	23.792,8	30,16	167,91
Otras residenciales	7,70	2,11	45,96	182,84	11.556,0	14,03	1.673,2
Evap. Comerciales+Comb. Comercial	17,16	14,81	40,68	9,05	6.274,62	1,81	-
Quemas Agrícolas	107,26	102,42	894,95	34,07	67,93	7,87	-
Otras Areales	20,67	5,61	179,48	4,22	24.440,7	-	6.367,4
Total Areáles	2.968,02	2.852,73	27.417,07	425,10	66.132,27	53,87	8.208,68

Fuente: Elaboración propia

1.3 FUENTES MÓVILES

Para el desarrollo del inventario de emisiones se ha utilizado la metodología de estimación de emisiones incluida en la guía metodológica desarrollada en el marco del presente estudio. En ella se incluye una metodología Bottom UP a nivel de arco equivalente a la utilizada por SECTRA en su sistema MODEM 5.0 pero en este caso implementada en el sistema I-AIRVIRO del ministerio del Medio Ambiente y una metodología Top Down a nivel de zona geográfica, tomada desde la guía metodológica para la estimación de emisiones atmosféricas de fuentes fijas y móviles en el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes.

En general el uso de la metodología Bottom UP demanda una gran cantidad de información de detalle, tal como la red vial a nivel de arcos, velocidades y flujos de vehículos para cada calle. Por su parte, la metodología Top Down se basa en información general de parque vehicular por zona geográfica, velocidades y kilómetros recorridos promedio. Por tanto, el uso de un método u otro depende de la disponibilidad de información y de la importancia de la zona en estudio en términos de problemas de calidad del aire.

En el presente estudio se adoptó el criterio de usar una metodología Top Down en todas las ciudades de la V Región y en forma paralela utilizar una metodología Bottom Up de detalle en todas las ciudades con un número de habitantes superior a los 25000¹ que en suma representan más del 80% de la población de la V Región. Por tanto, en las principales ciudades, se usó en forma paralela un enfoque Top Down y Bottom UP, lo cual fué de gran utilidad para efectuar una comparación de las emisiones con ambos enfoques en forma simultánea y ajustar en la medida de lo posible los resultados obtenidos. También se incluyó la red interurbana, la cual se estimó con una metodología del tipo Bottom UP. En la siguiente figura esto se ve gráficamente.

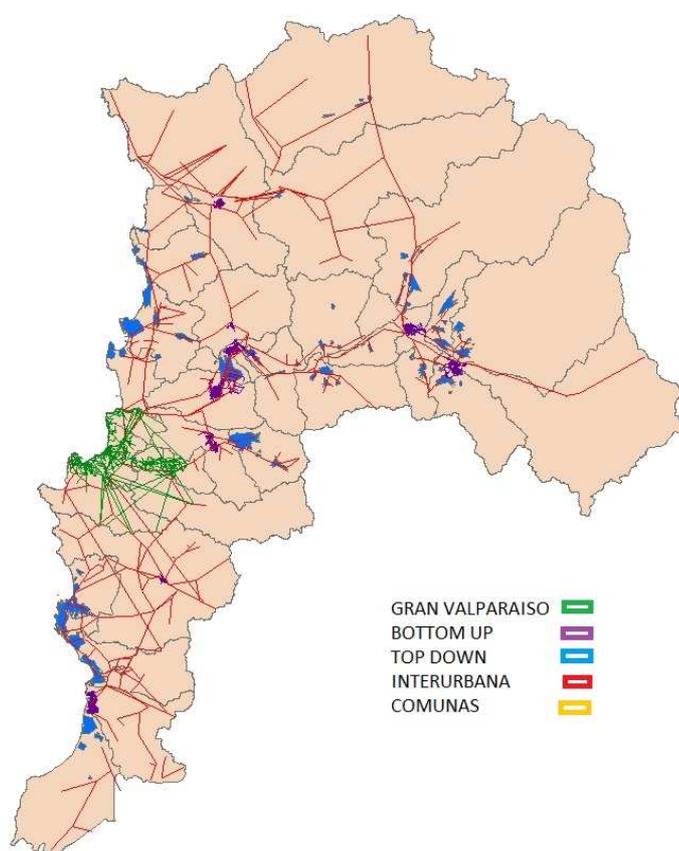


Figura 3: Zonas calculadas en el inventario de fuentes móviles.

En la siguiente figura es posible observar gráficamente la metodología descrita anteriormente.

¹ La Agencia Ambiental Europea (EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook – 2007) recomienda modelos de emisiones detallados para ciudades por sobre los 20.000 habitantes.

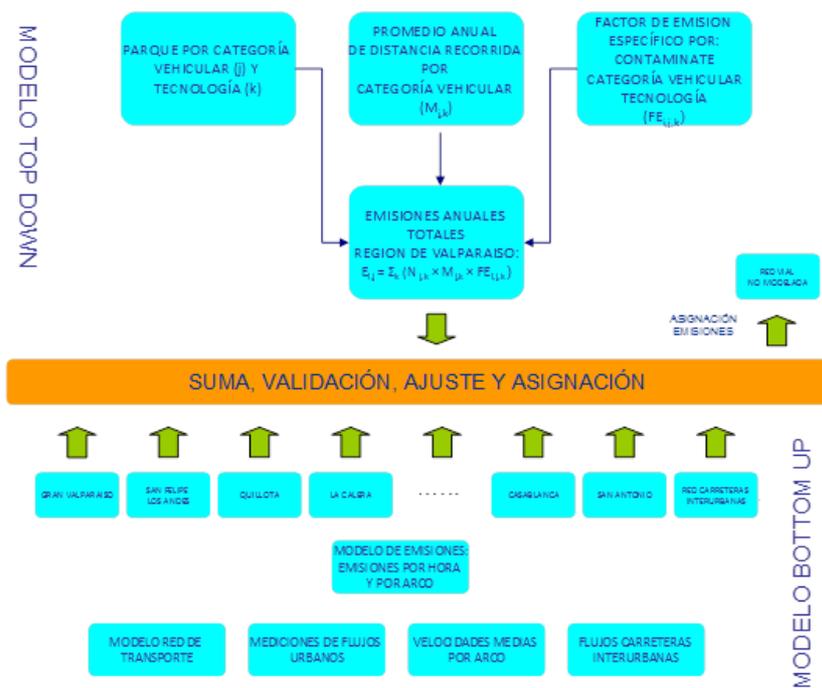


Figura 4. Esquema general del enfoque metodológico.

Con respecto a las estimaciones evaporativas y partidas en frío, la metodología es Top Down en todas las zonas en estudio y se basa en información de parque vehicular y kilómetros totales recorridos a nivel comunal.

Con respecto al modelo de emisiones, la metodología MODEM 5.0 de SECTRA fue programada en IARVIRO SINCA y los resultados fueron validados en conjunto con la contraparte técnica.

Otro aspecto relevante de los resultados del presente estudio ha sido un análisis sustancial de los factores de emisión. Para esto se partió por la elaboración de un cuadro de clasificaciones o categorías vehiculares y niveles de emisión sobre la base de la legislación Chilena de emisiones. Dicha legislación se comparó y asimiló a la clasificación COPERT (legislación europea). Para las categorías vehiculares resultantes se propusieron factores de emisión COPERT IV, y un modelo de deterioro obtenido a partir de análisis de resultados de PRT y programa experimental con ensayos ASM en la V Región. Para validar el uso de factores COPERT IV, se estudiaron otras alternativas tales como FE RM 2008 y COPERT III, concluyéndose que para el primer caso la existencia de factores experimentales para vehículos livianos en conjunto con valores COPERT, puede producir distorsiones en términos de la participación relativa de cada categoría en el total de las emisiones. En cuanto a COPERT III presenta desventajas respecto de las

base de información experimental respectiva. Dentro de dicha propuesta se incorporan factores de emisión para niveles de emisión omitidos en anteriores estudios, conforme legislación chilena.

Finalmente se incluyeron FE para contaminantes no regulados (N₂O, NH₃, CH₄ Partículas), conforme metodología COPERT IV y especiación del material particulado y COV.

1.3.1 Emisiones de Embarcaciones

Las emisiones provenientes del funcionamiento de motores de embarcaciones en los puertos de la región de Valparaíso (Quintero, Valparaíso y San Antonio) se calculan considerando la metodología incluida en el documento "Analysis of Commercial Marine Vessels Emissions and Fuel Consumption Data. EPA. February 2000."

Los niveles de actividad de las embarcaciones en cada uno de los puertos de la región de Valparaíso son registrados por las capitanías de puerto locales, esto debido que todas las maniobras de naves que se ejecutan en los puertos son registradas por la Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante; proceso que se rige por el "Reglamento de Practicaje y Pilotaje" DIRECTEMAR.

El departamento TECMAR (dependiente de DIRECTEMAR) registra en bases de datos la información de los niveles de actividad de todos los puertos del País, por lo cual se adquirió en formato Excel toda la información necesaria de los puertos Quintero, Valparaíso y San Antonio.

Los resultados obtenidos para emisiones provenientes de fuentes móviles son los siguientes:

Tabla 4. Emisiones de Fuentes Móviles, año 2008, V Región.

INVENTARIO DE EMISIONES ANUAL, ESCENARIO 2008 REGIÓN DE VALPARAÍSO							
FUENTES MÓVILES ESCENARIO 2008							
Categoría de Fuente	MP10 ton/año	MP2,5 ton/año	CO ton/año	NOx ton/año	COV ton/año	SOx ton/año	NH3 ton/año
Total Fuentes Móviles Vehículos Livianos	266,94	245,58	60.436,54	9.472,00	7.346,88	95,60	413,25
Total Fuentes Móviles Vehículos Pesados	456,98	420,42	2.443,25	10.926,35	853,36	227,42	3,54
Fuera de Ruta	326,64	317,92	1.749,14	7.222,50	330,71	3.949,73	0,0023
Total Móviles	1.050,56	983,93	64.628,93	27.620,86	8.530,96	4.272,75	416,7863

Fuente: Elaboración propia

1.4 RESUMEN FINAL DE RESULTADOS

A continuación se presenta el resumen de emisiones para la región de Valparaíso, escenario 2008.

Tabla 5. Resumen Inventario de Emisiones, Región de Valparaíso. Año 2008.

INVENTARIO DE EMISIONES ANUAL, ESCENARIO 2008 VALPARAÍSO							
FUENTES FIJAS, AREALES Y MÓVILES ESCENARIO 2008							
Categoría de Fuente	MP10 ton/año	MP2,5 ton/año	CO ton/año	NOx ton/año	COV ton/año	SOx ton/año	NH3 ton/año
Fijas Combustión	3.784,06	2.727,17	1.918,78	18.752,78	181,24	17.906,70	1.216,48
Fijas Procesos+Evap	3.655,89	2.812,90	725,18	2.105,15	1.161,71	33.818,35	106,38
Combustión de Leña	2.815,23	2.727,78	26.256,00	194,92	23.792,86	30,16	167,91
Otras residenciales	7,70	2,11	45,96	182,84	11.556,09	14,03	1.673,29
Evap. Comerciales+Comb. Comercial	17,16	14,81	40,68	9,05	6.274,62	1,81	-
Quemas Agrícolas	107,26	102,42	894,95	34,07	67,93	7,87	-
Otras Aerales	20,67	5,61	179,48	4,22	24.440,77	-	6.367,48
Total Estacionarias	10.407,97	8.392,80	30.061,03	21.283,03	67.475,22	51.778,92	9.531,54
Total Fuentes Móviles Vehículos Livianos	266,94	245,58	60.436,54	9.472,00	7.346,88	95,60	413,25
Total Fuentes Móviles Vehículos Livianos	456,98	420,42	2.443,25	10.926,35	853,36	227,42	3,54
Fuera de Ruta	326,64	317,92	1.749,14	7.222,50	330,71	3.949,73	0,0023
Total Móviles	1.050,56	983,93	64.628,93	27.620,86	8.530,96	4.272,75	416,7863
TOTAL MOVILES Y ESTACIONARIAS	11.458,53	9.376,73	94.689,96	48.903,89	76.006,18	56.051,67	9.948,32

(*)Las emisiones de COV reportadas para "Otras Aerales" incluye entre otras la categoría "biogénicas", la cual representa las emisiones de la Región de Valparaíso.

Fuente: Elaboración Propia

En el gráfico siguiente se presentan las emisiones por contaminante para cada fuente emisora:

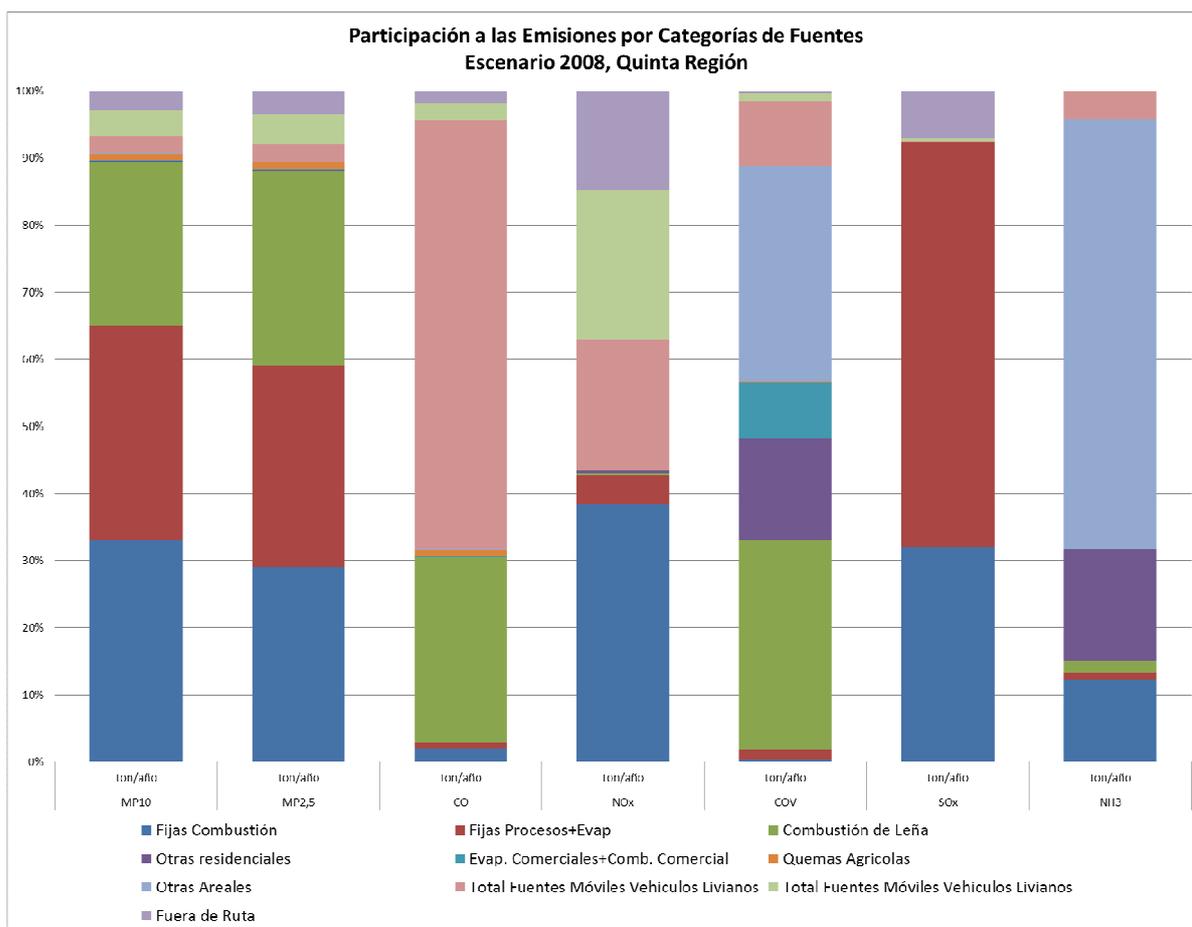


Figura 5: Participación de emisiones por categoría de fuentes, año 2008, V Región.

Fuente: MMA V REGIÓN-AMBIOSIS (2008).

En la figura anterior se puede apreciar que para el MP10, MP2.5, SO_x y NO_x el mayor aporte proviene de fuentes fijas de combustión, fuentes fijas de procesos+evaporativas y combustión de leña, de igual forma la leña aporta con emisiones de CO y COV; las fuentes móviles presentan su mayor aporte en las emisiones de CO, mientras que otras areales aportan emisiones significativas de COV y NH₃.

Las emisiones de MP10 en la región de Valparaíso provienen principalmente de la combustión externa puntual, las cuales representan cerca del 60% de las emisiones totales de MP₁₀ en la región. Las fuentes con mayor aporte son las termoeléctricas, seguidas por la producción primaria de cobre.

Cabe mencionar que no están consideradas las emisiones de incendios forestales, ya que en acuerdo con la contraparte técnica, se decidió dejar las emisiones provenientes de esta categoría como un evento aislado, debido a que en el año 2008 ocurrió una gran cantidad de incendios en Casablanca afectando una gran cantidad de áreas, lo que conlleva a una gran emisión que obedece a una condición particular.

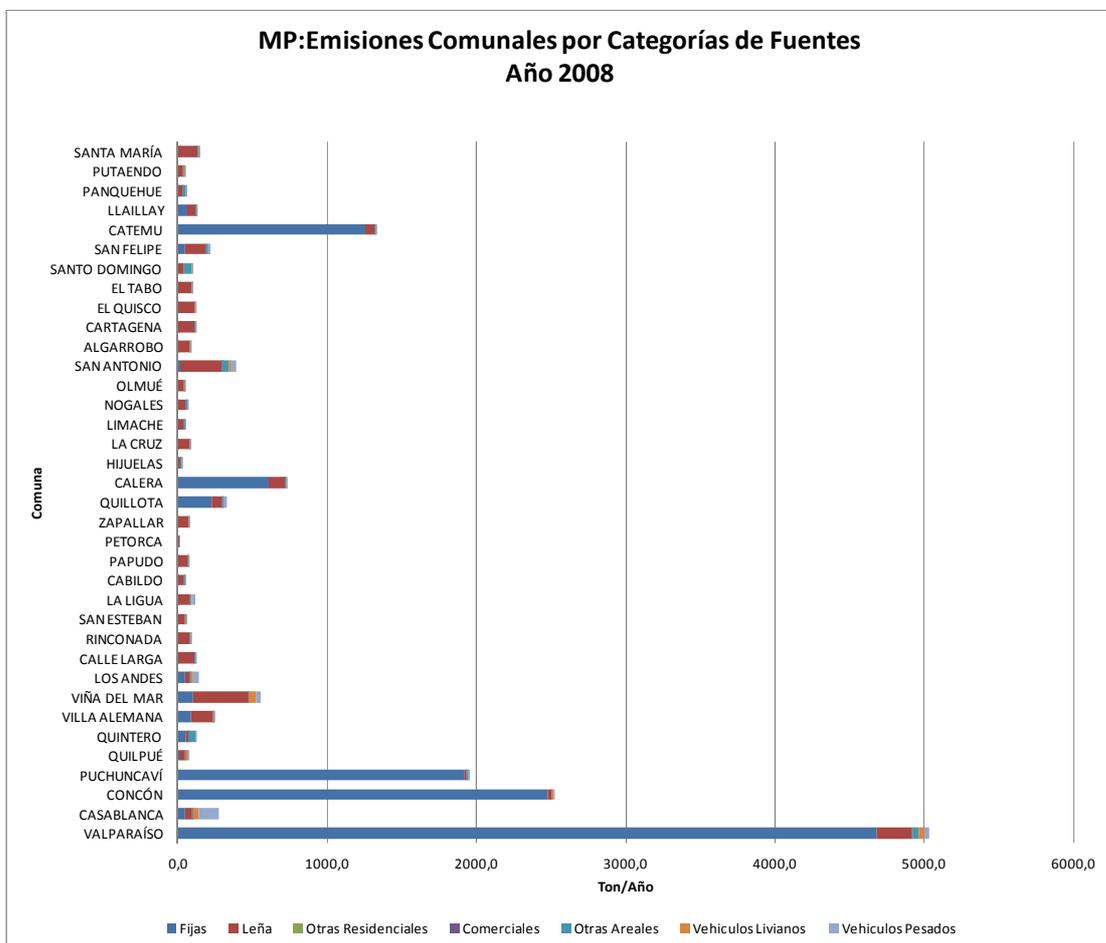


Figura 6: Participación de emisiones por categoría de fuentes Comunal, año 2008, V Región.

Nota: Para fuentes móviles se incluyen las emisiones provenientes de la red interurbana para cada una de las comunas.

En la figura anterior se puede apreciar que para el MP, el mayor aporte proviene de fuentes fijas de combustión, fuentes fijas de procesos+evaporativas principalmente de termoeléctricas, fundiciones de cobre y refinería de petróleo.

1.5 EDB AIRVIRO

Finalmente, todos los resultados del inventario de emisiones han quedado estructurados dentro del sistema SINCA para la cual se generó una base de datos (EDB) dentro del sistema AIRVIRO, la cual ha sido construida utilizando nomenclaturas oficiales en cuanto a división territorial (Geocode) y tipos de fuentes CCF8 (Activitycode). Además con el objetivo de permitir a la Autoridad efectuar interacciones de los inventarios para el desarrollo de escenarios, esta EDB ha sido estructurada utilizando grupos de sustancias lo cual permite cambiar factores de emisión directamente en la base de datos.

En cuanto a la base de datos obtenida, esta ha sido probada en cuanto a su estructura, para el uso adecuado de la herramienta RUS, la cual permite generar distintas EDB, hacer reportes y generar gráficos comparativos de escenarios.

Finalmente se presentan algunas imágenes obtenidas en la EDB:

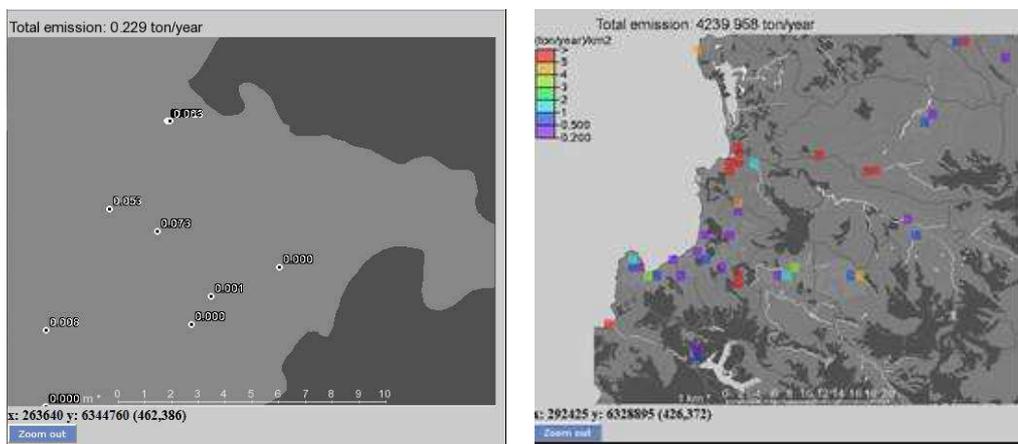
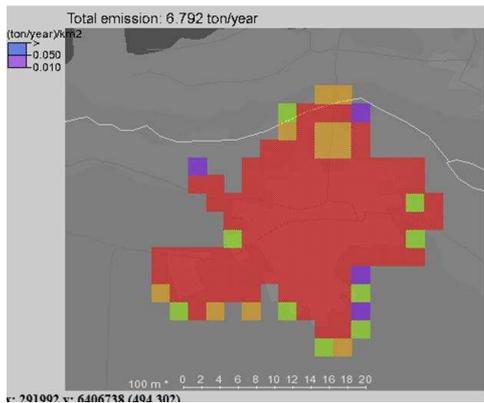
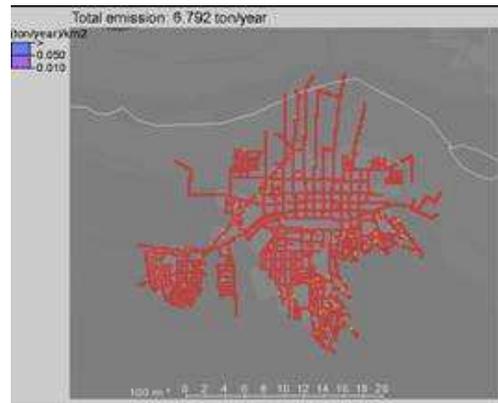


Figura 7: Visualización de Emisiones de MP2,5 desde fuentes puntuales



Celda 200 X 200 m



Celda 20 X 20 m

Figura 8: Emisiones de Tolueno de Fuentes Móviles Ciudad de La Ligua (Bottom Up)

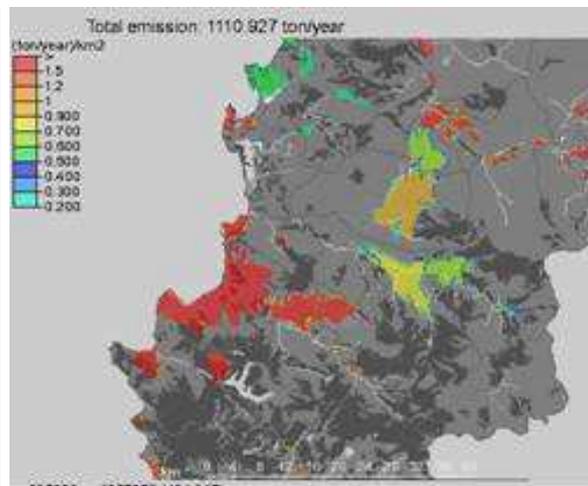
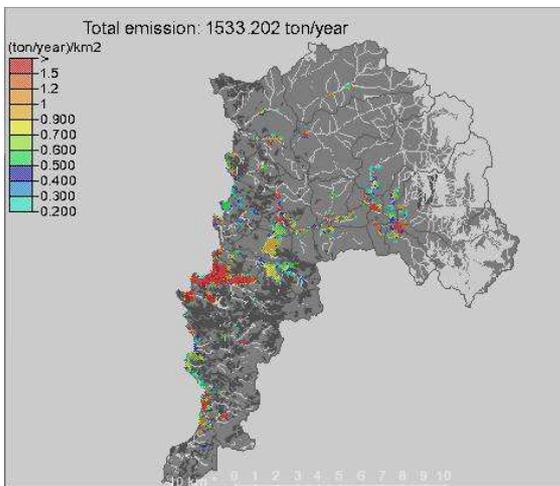


Figura 9: Emisiones de COV de Fuentes Móviles con Metodología Top Down en la V Región (celda 500 x 500 m)

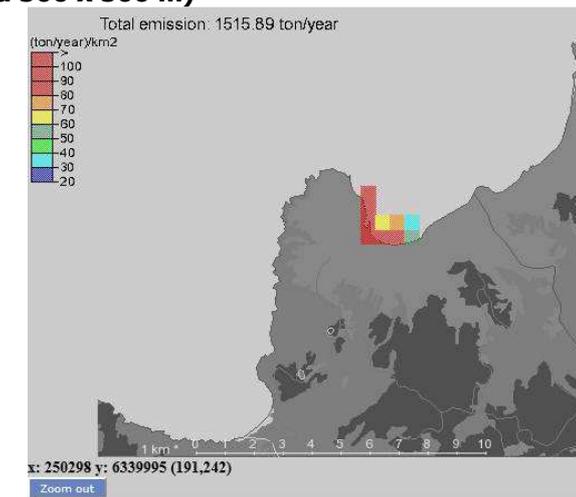
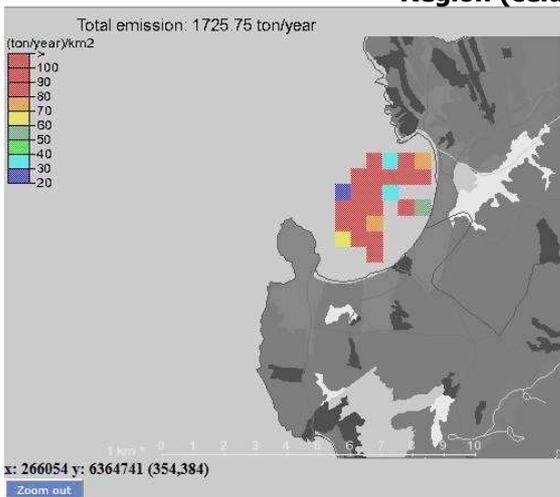


Figura 10: Fuentes de Grillas: NOx de Puertos de la V Región (celda 500 x 500 m)

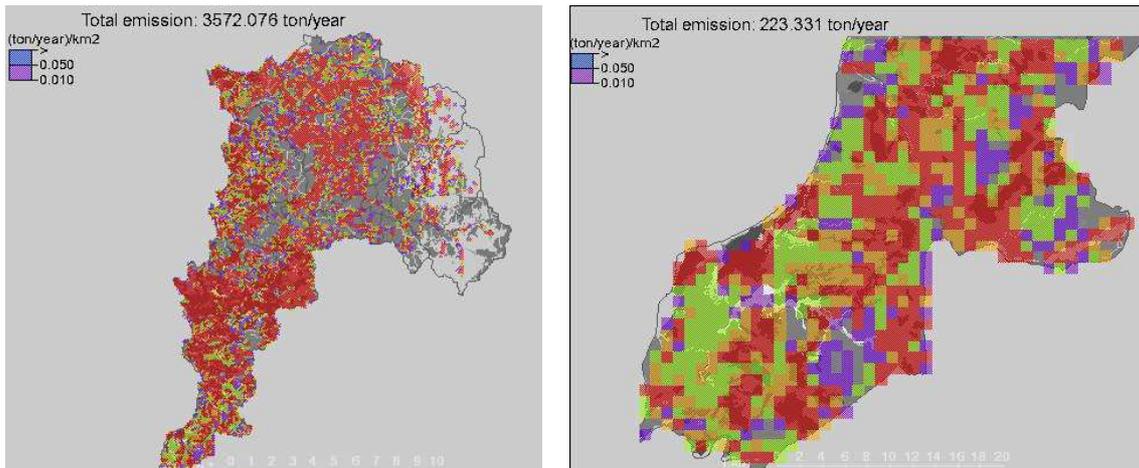


Figura 11: Fuentes de Grillas: α -pinene emisiones biogénicas de la V Región (Celda 500 x 500 m)

2 ANTECEDENTES

Correspondía a la Comisión Nacional del Medio Ambiente promover y fortalecer los procesos de control y seguimiento de las emisiones de contaminantes a la atmósfera y sus potenciales impactos en la calidad del aire, así como garantizar el cumplimiento de la normativa vigente a través de la aplicación de las herramientas de gestión ambiental contempladas en la ley, por ejemplo, Sistema de Evaluación Ambiental, Planes de Prevención y Descontaminación, Elaboración de Normas de Emisión y de Calidad Ambiental y Participación Ciudadana entre otras.

En el Marco de lo anterior es que se suscribió un Convenio de Mandato con el Gobierno Regional con el fin de realizar un Diagnóstico Plan de Gestión Atmosférica de la V Región, dentro del cual se enmarca el presente estudio.

En la Región de Valparaíso existe actualmente una declaración de zona saturada por Anhídrido Sulfuroso (SO_2) y Material Particulado (MP_{10}) en el área circundante al complejo industrial Ventanas, declarada por el D.S. N°346/94 de Ministerio de Agricultura. También existe una declaración de zona latente por Anhídrido Sulfuroso (SO_2) en localidad de Chagres, declarada en el 1° artículo transitorio del D.S. N° 185/92 del Ministerio de Minería.

Cabe señalar que nivel de latencia se refiere al monitoreo de concentraciones de calidad del aire sobre el 80% del nivel la Norma, y nivel de saturación a niveles sobre el 100% de la misma. Sin embargo, la condición de zona latente o saturada no es automática, debiendo ser declarada a través de un proceso que se inicia con la solicitud de declaración de zona por la COREMA regional.

Para el caso de la zona saturada, existe el Plan de Descontaminación del Complejo Industrial las Ventanas, aprobado por el D.S. N°252/92 del Ministerio de Minería, en el cual se define un cronograma de reducción de emisiones para SO_2 y Material Particulado hasta el año 1998 y 1999 respectivamente, para las dos empresas asociadas al plan, el cual ha sido cumplido.

Sin embargo, en lo que respecta a la calidad del aire, la reducción de emisiones sólo ha permitido su recuperación parcial observándose a la fecha niveles de latencia para Norma Primaria Anual de Material Particulado Respirable (MP_{10}) y Norma Primaria Diaria de SO_2 , como asimismo de saturación para la Norma Secundaria Horaria de SO_2 .

El último inventario de emisiones de la región fue confeccionado el año 2000 como parte de la 2ª Fase del Estudio de La Calidad del Aire en Regiones Urbano-

Industriales de Chile "INVENTARIOS DE EMISIONES DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS EN LAS REGIONES V, VI Y IX DE CHILE" realizado por CONAMA – CENMA, sin embargo, este inventario debe ser mejorado y actualizado para que pueda ser una herramienta efectiva en la gestión ambiental de la Región, por lo menos en los siguientes aspectos:

- 1 La información base empleada en la estimación de emisiones vehiculares (generada por SECTRA cada 10 años) data básicamente del año 1989, al presente esta información está actualizada por lo que la información base debe mejorarse.
- 2 El área cubierta para la estimación de emisiones vehiculares sólo considera el Gran Valparaíso que incluye las ciudades de Valparaíso, Viña del Mar, Concón, Quilpué y Villa Alemana. Es necesario hacer estimaciones de otras ciudades de importancia en la región como son Quillota, La Calera, San Felipe, Los Andes, San Antonio, entre otras.
- 3 No estima emisiones de vías Interurbanas (Carreteras).
- 4 Respecto a las fuentes industriales, éstas no están georreferenciadas.
- 5 Los datos de emisión no están implementados en los sistemas computacionales con que cuenta CONAMA, Sistema de Administración de Inventarios de Emisiones (SAIE), Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) y SINCA. Que permiten una actualización periódica del inventario, análisis de escenarios y la generación de archivos para alimentar modelos de dispersión de contaminantes, como primera etapa en la definición de responsabilidades en el impacto en la calidad del aire de las fuentes emisoras.
- 6 No cuenta con estimaciones de emisiones de hidrocarburos procedentes de la vegetación (emisiones biogénicas) los cuales participan activamente en la formación de O₃.
- 7 No cuenta con información que permita hacer una distribución temporal de las emisiones, mostrando así sus fluctuaciones durante el día y la noche, y por lo tanto la superposición de emisiones en el tiempo.

El Estudio Diagnóstico Plan de Gestión contempla la modelación de la dispersión de las emisiones para la correcta definición de las zonas latentes o saturadas, sin embargo, para un adecuado empleo de los modelos es indispensable un inventario de las emisiones de la región, así como la correcta generación de las entradas a utilizar en la modelación, las cuales suelen tener un alto nivel de incerteza.

En virtud de la experiencia internacional en el tema de emisiones, se está generando información que facilitará la actualización periódica de un inventario estructurado para ello, entre dichas iniciativas se encuentra el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) establecido como parte del tratado de libre comercio con Estados Unidos, y la declaración de emisiones de fuentes estacionaria exigida por el D.S. 138/05 del Ministerio de Salud. Sin embargo, dichas iniciativas constituyen herramientas y mecanismos de apoyo para generar un inventario e ir actualizándolo con el tiempo.

La información más reciente con la que se cuenta es la que fue levantada para la actualización del inventario de la zona industrial de Ventanas, realizada por DICTUC, 2008. Que incluyó medición en terreno, estimación de emisiones portuarias, estimación de emisiones fugitivas entre otras.

Se debe mencionar que el estudio antes nombrado arrojó valores de emisión bastante altas en la zona portuaria de la bahía de Quintero, lo que refuerza la necesidad de elaborar una iniciativa similar para los demás puertos de la Región como son el Puerto de Valparaíso y San Antonio y la V Región en General.

Debe tenerse presente que la Comisión Nacional del Medio Ambiente, El Servicio Agrícola y Ganadero y la Secretaría Regional Ministerial de Salud de la Región de Valparaíso, en el marco del Comité Técnico del Aire que fue creado mediante la Resolución Exenta N°914 del 5 de mayo del 2004, tienen dentro de sus objetivos específicos el "Impulsar un sistema de gestión que permita mantener actualizada la información de los inventarios de emisión realizados en la región", es por esto que este comité también tiene interés prioritario en el desarrollo de este estudio.

3 OBJETIVO GENERAL

Se identifica como objetivo principal del presente estudio, la mejora y actualización del inventario de emisiones en la Región de Valparaíso considerando emisiones de SO_x , MP_{10} , $\text{MP}_{2.5}$, NO_x , CO , NH_3 y precursores de O_3 (COVs, en particular Emisiones Biogénicas).

Una vez mejorado e implementado el inventario deberá permitir tanto la identificación de las responsabilidades en emisiones de contaminantes primarios de las fuentes de la región, como generar archivos que alimenten modelos de dispersión con miras a definir zonas saturadas y latentes, así como apoyar la implementación y evaluación de planes de prevención y descontaminación.

Las fases de elaboración e implementación del presente inventario deberán realizarse en estrecha coordinación con el proyecto SINCA y las especificaciones emanadas de él en relación a Inventarios de Emisiones y Modelación.

4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Comenzando las actividades en las zonas prioritarias con problemas de calidad de Aire, los objetivos específicos del estudio son:

- 1 Generación de un inventario de MP_{10} , $MP_{2.5}$, NO_x , SO_x , CO , NH_3 , especies químicas del material particulado y COVs que considere tanto las fuentes naturales como antropogénicas.
- 2 Actualización y Generación de un inventario de fuentes móviles, en vías urbanas e interurbanas basándose en modelaciones SECTRA, mediciones en terreno u otras fuentes de información.
- 3 Estimación de emisiones fugitivas, emisiones portuarias, estimación de emisiones por consumo residencial de leña, estimación de emisiones biogénicas y de otras emisiones de fuentes de área relevantes en la región.
- 4 Diseño metodológico y estimación de quemas agrícolas (incluyendo quemas en plantaciones para mitigar el efecto de las "heladas") e incendios forestales.
- 5 Generación de un mapa de actividades y fuentes emisoras georreferenciados con su nivel de emisiones.
- 6 Contar con archivos de base de datos (grillas a nivel regional) que permitan el traspaso de inventarios a SINCA de CONAMA.
- 7 Realización de una capacitación para el sector público y un seminario de presentación del proyecto y los resultados del estudio.

5 METODOLOGÍA GENERAL PARA EL DESARROLLO DEL INVENTARIO DE EMISIONES

A continuación se describe el enfoque general para el desarrollo del inventario de emisiones, y el detalle de la metodología aplicada para el desarrollo de cada una de las actividades contenidas en los Términos de Referencia.

Partiendo de la premisa que las necesidades para el control de la contaminación atmosférica en Chile son crecientes y apartir de la experiencia recogida en muchos años apoyando el desarrollo de planes de descontaminación en la Región Metropolitana, otros estudios de calidad del aire en distintas ciudades y regiones del país y en función de los resultados que se han obtenido en el estudio SINCA, se recomienda el uso de sistemas dinámicos para abordar la gestión atmosférica, ocupando para esto la infraestructura disponible en el Minsiterio del Medio Ambiente dada principalmente por el sistema SINCA y los formatos de la estructura de los archivos de AIRVIRO con el objeto de poder efectuar evaluaciones de escenarios y dejar a disposición de multiples investigadores los inventarios desarrollados.

Según la experiencia del equipo consultor en proyectos similares desarrollados en la Región Metropolitana de Santiago, Temuco y Padre las Casa, Tocopilla y la Zona Metropolitana de Lima-Callao, VI Región, Zona Industrial de Ventanas en la V región, Calama, Talca y Sector La Negra Antofagasta, el foco en un proyecto como este debe estar puesto en la construcción de las bases necesarias para sustentar la elaboración de Planes de Descontaminación Atmosféricos. Esto contempla según los alcances de este estudio la generación de un escenario base de emisiones que permita además la implementación de una herramienta de modelación de dispersión de contaminantes, lo que integrado a un modelo dinámico de emisiones, permitirá a la autoridad la evaluación de escenarios presentes y futuros, definición de metas de calidad del aire y evaluación de medidas. En este sentido según las especificaciones de SINCA la herramienta dinámica a ser utilizada por CONAMA corresponde al sistema IAIRVIRO.

Para este estudio se plantea la siguiente secuencia de actividades principales:

Recopilación de Datos:

- Recopilación de estudios de inventarios de emisiones previos

- Recopilación de estudios de Impacto Ambiental
- Recopilación de datos del sector industrial dados principalmente por la aplicación del D.S. 138/2005 del MINSAL año 2005, 2006 y 2007.
- Recopilación de información de tráfico e inventarios previos, especialmente:
 - Disponible en MOP para caracterizar adecuadamente carreteras.
 - Información disponible en SECTRA en los estudios PACIN.
- Estadísticas, catastros sectoriales, destacando la encuesta ENIA de INE para el caso del consumo de combustibles por parte de la industria manufacturera entre ellos la biomasa.
- Inventarios previos, en especial el diagnóstico efectuado en el marco del estudio SINCA a todos los inventarios disponibles en el país.
- Recopilación de información meteorológica.
- Recopilación de información topográfica y de uso de suelos.
- Análisis de toda la información recopilada y generación de un diagnóstico previo.
- Etc.

Elaboración de Inventarios de Emisiones:

- Análisis de la información disponible para estimar emisiones
- Actualización de metodologías de estimación de emisiones:
- Transporte
- Industria
- Otras fuentes
- En el caso de los consumos de combustible residencial se diseñará y aplicará una encuesta para caracterizar los sectores urbanos y rurales, en este último caso se contempla el uso de la información de la superintendencia de electricidad y combustibles y la encuesta ENIA para verificar el consumo total del sector en la zona.
- Recopilación de factores de emisión disponibles tanto a nivel internacional como nacional (principalmente transporte).
- Levantamiento en terreno de información industrial y comercial.

- Integración y procesamiento de datos.
- Cálculo de emisiones, análisis de resultados.
- Generación de bases de datos principalmente EDB de IARVIRO (parametrizada mediante el uso de sustancias) con el objeto de facilitar al máximo el uso del inventario de emisiones para evaluación de escenarios múltiples a usuarios no especialistas en el cálculo de emisiones (directriz señalada en el marco del estudio SINCA para la generación de inventarios de emisiones).

Generación de archivos para modelación de dispersión de contaminantes:

- Procesamiento de información de entrada para el modelo.
- Coordinación estrecha con el equipo técnico que se encuentre desarrollando la modelación de dispersión de contaminantes atmosféricos en el proyecto paralelo al desarrollo de inventario.
- Aplicar correcciones sobre el inventario si se identificaran deficiencias en el proceso de comparación entre los resultados de las modelaciones realizadas y los monitoreos de la calidad del aire disponibles.

5.1 Enfoque general para desarrollar el inventario de emisiones

El desarrollo del inventario de emisiones se enmarcará dentro de la siguiente estructura o programa de Inventario, que ha adoptado este equipo de trabajo para la ejecución de los inventarios que ha desarrollado, destacándose la aplicación de medidas de aseguramiento y control de calidad en cada uno de los pasos del programa, de manera que cada Inventario desarrollado cumpla con estándares internacionales de calidad, reproducibilidad, trazabilidad a partir de la información base.

Programa de inventario de emisiones

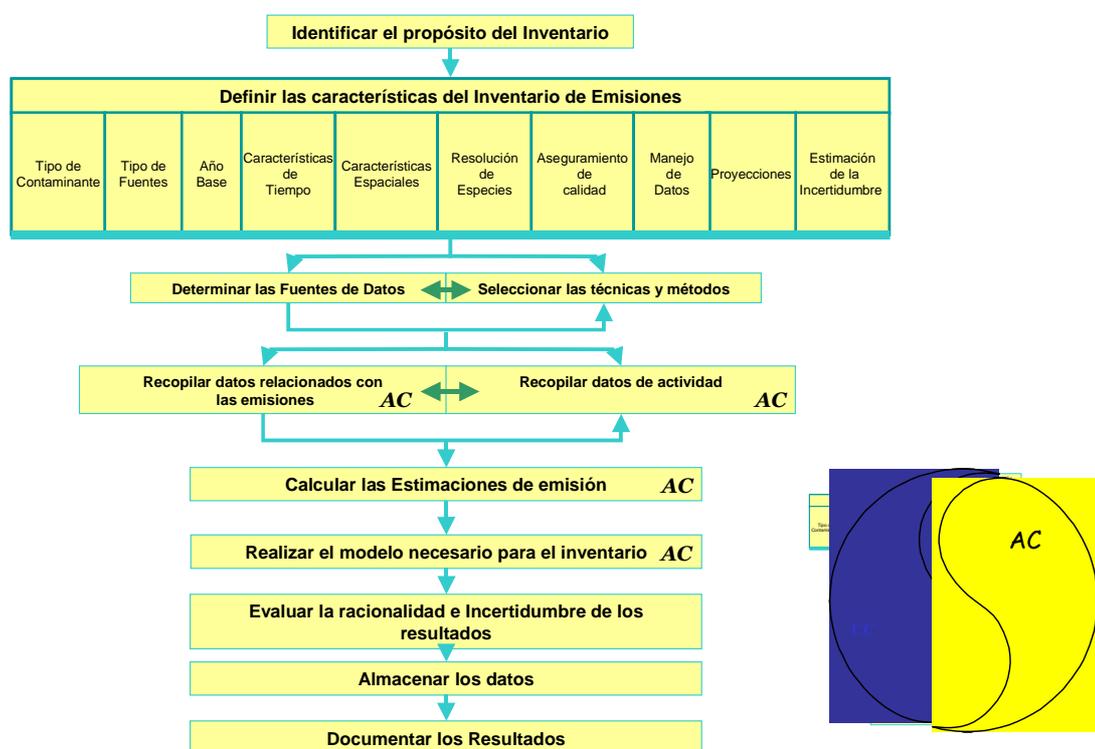


Figura 12. Enfoque adoptado por el equipo de trabajo para el desarrollo de inventarios de emisiones

Como primer paso para precisar las características del inventario a ser desarrollado se requiere identificar claramente el propósito del mismo según los TDR:

Objetivo General del Estudio: Se identifica como objetivo principal del presente estudio, la mejora y actualización del inventario de emisiones en la Región de Valparaíso considerando emisiones de SO_x, MP₁₀, MP_{2.5}, NO_x, CO, NH₃ y precursores de O₃ (COVs, en particular Emisiones Biogénicas).

Una vez implementado el inventario deberá permitir tanto la identificación de las responsabilidades en las emisiones de contaminantes, como generar archivos que alimenten modelos de dispersión con miras a definir potenciales zonas saturadas y latentes, así como apoyar la implementación y evaluación de planes de prevención y descontaminación. Toda la gestión asociada a la generación de archivos será compatible y en coordinación con el proyecto Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire (SINCA) del Ministerio del Medio Ambiente.

En términos generales, la mejor forma de hacerse cargo de las necesidades descritas en el TDR, es disponer de una herramienta para modelar emisiones, más allá del inventario propiamente tal, que es sólo una "fotografía" del corte temporal en que se realizan los cálculos.

Disponer de una herramienta dinámica como AIRVIRO para la estimación de emisiones permite hacerse cargo adecuadamente de los siguientes requerimientos inherentes a la gestión de la calidad del aire en una zona determinada:

- Estimación del aporte de cada uno de los sectores a la contaminación por $MP_{10}/MP_{2.5}$ y otros contaminantes (NO_x , CO , $COV's$, SO_x y Ozono troposférico)
- Evaluación de medidas de descontaminación a ser incorporadas en planes de gestión y de descontaminación de la calidad del aire. Esto requiere necesariamente que las metodologías de estimación de emisiones contemplen la incorporación de los parámetros viables de ser modificados por las medidas que se puedan plantear, de manera de disponer de un 'lazo de control'.
- Proyección de emisiones para escenarios futuros/escenarios con medidas.
- Modelación de dispersión de contaminantes, que requiere inventarios complejos geo-referenciados y temporalmente distribuidos.

En tal sentido, tal como se ha dicho anteriormente un elemento clave para el éxito del presente estudio, es tener en mente los usos que se le dará a la información, de forma tal que el resultado del Inventario sea coherente con tales usos.

De esta forma estamos seguros que los productos finales del Estudio, serán una herramienta útil para el complejo proceso de definición, evaluación y modelación de las estrategias de descontaminación que se incorporarán a los planes de descontaminación de las zonas en estudio.

Otro elemento central de esta propuesta, es tener la capacidad de concentrar los esfuerzos en caracterizar adecuadamente las fuentes de emisión más relevantes (sin dejar de lado la totalidad de las fuentes que se deben incorporar a un inventario) que en el caso de la Región de Valparaíso en principio podrían ser las siguientes:

- Emisiones Industriales.
- Transporte (urbano/interurbano)

- Transporte de carga
- Transporte público
- Vehículos livianos
- Quema de biomasa (rural/urbano)
- Quema Residencial/Comercial de Leña
- Quemadas agrícolas
- Incendios Forestales
- Maquinaria Off Road (tractores, etc)
- Emisiones Biogénicas (para aplicaciones futuras)
- Emisiones de Polvo: Resuspendido por tráfico, actividades agrícolas, construcción, extracción etc.
- Otras fuentes, por definir sobre la base de las entrevistas con especialistas de Conama, otros especialistas locales (crianza de animales, uso de pesticidas, etc)

En términos generales existen dos elementos claves que se destacan del enfoque general según los usos previstos para el presente inventario que corresponde a:

- Características de tiempo o distribución temporal de emisiones: en primer lugar para modelación y su carga en AIRVRIO el inventario debe permitir la obtención de emisiones hasta una resolución horaria, para lo cual es necesario definir perfiles de distribución temporal de las emisiones según la metodología utilizada por AIRVIRO, la cual se construye a partir de un perfil semanal horario y un perfil mensual y una constante de normalización K.

Distribución espacial de las emisiones:

Otro aspecto a ser considerado es la distribución espacial de las emisiones para esto cada fuente puntual debe ser individualizada con su coordenada X,Y, los arcos viales con un conjunto de coordenadas y para las fuentes de área se debe contemplar una metodología de distribución espacial de las emisiones que permitan llevarlas a una grilla en AIRVIRO.

Según esto tenemos los siguientes tipos de fuentes en IARVIRO:

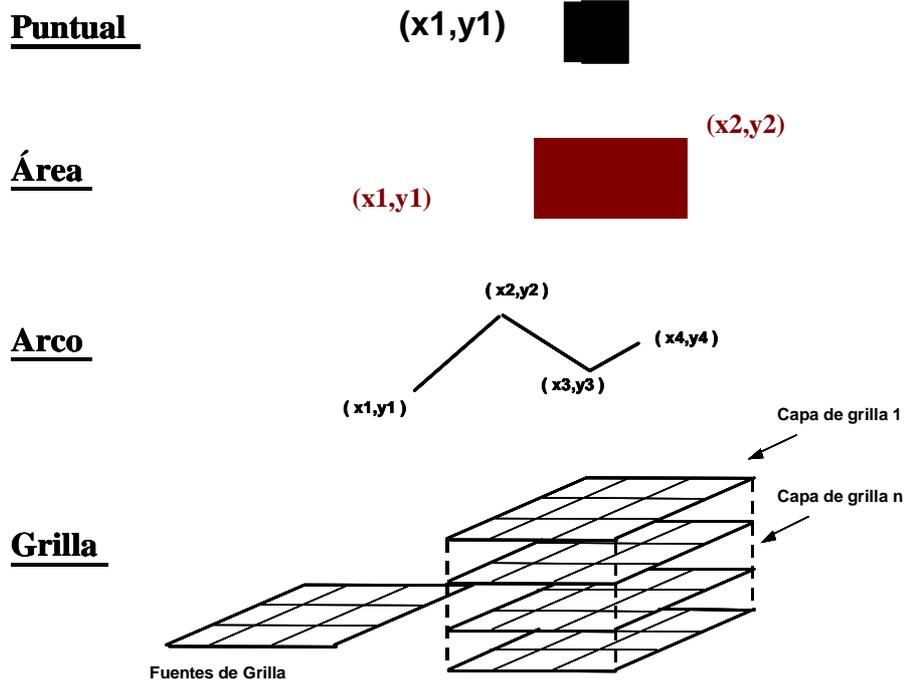


Figura 13: Tipos de Fuentes Manejadas por el Sistema IARVIRO

En la siguiente figura se presenta un mapa de emisiones que es posible obtener desde el sistema AIRVIRO:

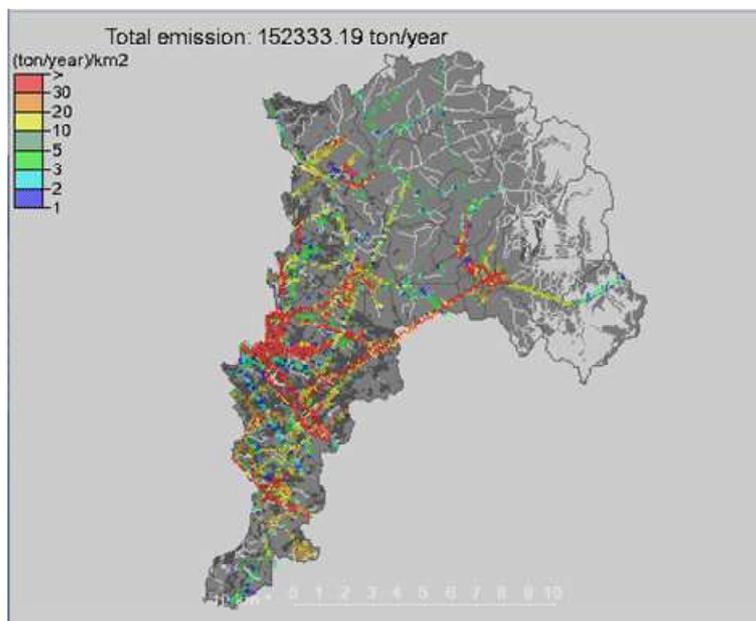


Figura 14: Ejemplo de Emisiones de CO de FuentesMóviles en la V Región

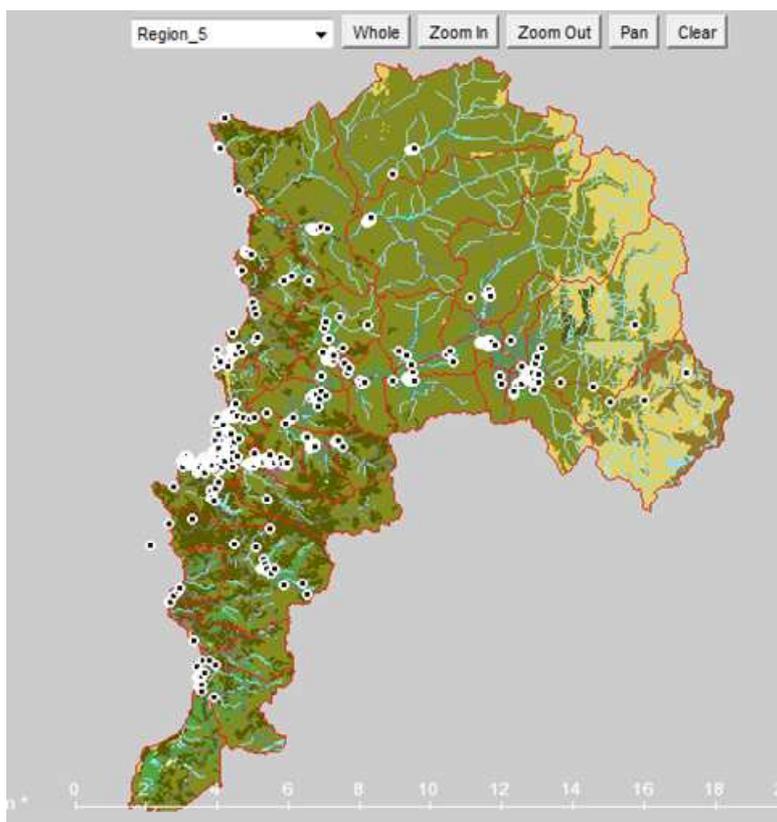


Figura 15: Ejemplo de distribución espacial de las emisiones de fuentes fijas en la V Región obtenidas del sistema IAIRVIRO

Otro aspecto importante del enfoque metodológico para abordar el presente estudio y asegurar el cumplimiento de los objetivos planteados se basó en la utilización intensiva de sistemas de información ya desarrollados.

El cuadro siguiente resume los modelos usados para cada tipo de emisiones, los productos esperados del inventario de emisiones para la Región de Valparaíso. En este punto es importante aclarar que los modelos señalados funcionarán como pre procesadores para la generación de los archivos requeridos por IAIRVIRO según su estructura definida.

Tabla 6. Modelos usados en cada tipo de fuente emisora, Productos Elaborados

Tipo de Fuente Emisora	Modelo/Metodología a usar	Productos Esperados del Estudio en emisiones
Quema de biomasa		
<ul style="list-style-type: none"> Quema Residencial y Comercial de Leña 	Metodología de Quema Leña y carga como grupo de sustancias a IARVIRO	1) INTEGRACIÓN BASE DE DATOS DE EMISIONES EDB ENI-AIRVIRO (Georreferenciado y espacialmente distribuido) 2) INVENTARIO DE EMISIONES AGREGADO
<ul style="list-style-type: none"> Quemas Agrícolas 	Modelo en Planilla Excel y carga como grupo de sustancias a IARVIRO	
<ul style="list-style-type: none"> Incendios Forestales 	Modelo en Planilla Excel y carga como grupo de sustancias a IARVIRO	
Transporte		
<ul style="list-style-type: none"> Transporte de carga Transporte público Vehículos livianos <p>Se diferenciarán las redes urbanas, interurbanas y rurales</p>	<p>Bottom UP: AIRVIRO actualizado a la versión MODEM V5.0 de SECTRA (emisiones en ruta)</p> <p>Top Down: metodología dependiente de kilómetros recorridos² y parque vehicular</p> <p>Top Down: MODEM II (Evaporativas)</p>	4) EDB AIRVIRO PARAMETRIZADA MEDIANTE EL USO DE GRUPO DE SUBSTANCIAS Y FUENTES MOVILES EN NUEVO FORMATO DEFINIDO POR SINCA 5) DOCUMENTO DE FUNDAMENTACION DEL INVENTARIO: que indique metodologías, factores de emisión, fuentes de información de cada parámetro y nivel de actividad
Emisiones Industriales		
<ul style="list-style-type: none"> Grandes Industrias 	Formulario 138, Modelo en Planilla Excel, TANKS, IARVIRO	
<ul style="list-style-type: none"> Otras Industrias 	Formulario 138, Modelo en Planilla Excel, IARVIRO	
Emisiones Biogénicas		
GloBEIS (Global Biosphere Emissions and Interactions System) versión 3.0.		
Emisiones de Polvo		
<ul style="list-style-type: none"> Resuspendido por tráfico calles pavimentadas 	IARVIRO	
<ul style="list-style-type: none"> Resuspendido por tráfico calles sin pavimentar 	Modelo en Planilla Excel y carga como grupo de sustancias a IARVIRO	

² Para la obtención de los kilómetros recorridos se contempla efectuar encuestas en las plantas de revisión técnica.

• Actividades agrícolas,	Modelo en Planilla Excel y carga como grupo de sustancias a IARVIRO	
• Construcción	Modelo en Planilla Excel y carga como grupo de sustancias a IARVIRO	
• Otras fuentes de polvo.	Modelo en Planilla Excel y carga como grupo de sustancias a IARVIRO	
Otras Fuentes Menores		
• Móviles fuera de ruta, etc.	Modelo en Planilla Excel y carga como grupo de sustancias a IARVIRO	

5.2 Enfoque general según directrices del IPCC

A partir del estudio SINCA el enfoque tradicional del EIIP para el desarrollo de inventarios de emisiones fue complementado con el enfoque presenten en las directrices del IPCC año 2006 para el desarrollo de inventarios de gases de efecto invernadero, en donde sus principios pueden ser ampliados al desarrollo de inventarios de emisiones de otros contaminantes.

En la siguiente figura se presentan las etapas de ciclo de desarrollo de un inventario de emisiones de gases de efecto invernadero.

En general las directrices proporcionan una orientación sobre el aseguramiento de la calidad en todos los pasos de la compilación del inventario; desde la recopilación de datos hasta la generación de informes.

También suministra las herramientas para orientar los recursos a las áreas en las que resultarán más beneficios para el inventario total y se alienta a la mejora continua.

La experiencia adquirida a nivel internacional ha demostrado que utilizar un método de buenas prácticas es un medio pragmático para crear inventarios coherentes, comparables, completos, exactos y transparentes, así como para mantenerlos de forma que mejore la calidad del inventario con el transcurso del tiempo.

Las actividades de Control de Calidad (CC) comprenden métodos generales como los controles de exactitud aplicados a la adquisición de los datos y a los cálculos, y

la utilización de procedimientos normalizados aprobados para los cálculos de las emisiones y absorciones, las mediciones, la estimación de las incertidumbres, etc.

La Garantía de calidad (GC) es un sistema planificado de procedimientos de revisión efectuados por personal que no participa directamente del proceso de compilación/elaboración del inventario.

Tal como puede ser visto en la figura, el primer paso para un inventario nuevo o revisado de gases de efecto invernadero consiste en identificar las categorías principales para el inventario, para así poder priorizar los recursos en los sectores que más contribuyen al inventario general o a la incertidumbre del inventario y, de esa forma, ayuda a garantizar que se compile el mejor inventario posible con los recursos disponibles

En los casos en los que ya existe el inventario, es posible identificar las categorías principales en forma cuantitativa a partir de las estimaciones.

Para el caso de un inventario nuevo, el compilador debe realizar una evaluación preliminar basada en el conocimiento y la experiencia locales respecto de las grandes fuentes de emisión y los inventarios de los países que presentan circunstancias nacionales similares o, de ser posible, efectuar estimaciones preliminares de Nivel 1.

Una vez identificadas las categorías principales, el compilador debe identificar el método apropiado para la estimación de cada categoría, según las circunstancias del país en particular. Los árboles de decisiones específicos del sector y el árbol de decisión generalizado, brindan la orientación para seleccionar los métodos apropiados. Se determina la selección de métodos por la clasificación de una categoría como principal o no principal, y también por la disponibilidad de datos así como por los recursos disponibles.

Las directrices entregan diagramas de decisión para cada categoría de fuente: árboles de decisiones, que permiten la selección del nivel metodológico más adecuado.

Las actividades de recopilación de datos deben tener en cuenta la coherencia de la serie temporal y establecer y mantener procedimientos correctos de verificación, documentación y control (GC/CC) para minimizar los errores y las incoherencias que pudieran darse en las estimaciones del inventario. De ser posible, los datos relativos a las incertidumbres deben recopilarse al mismo tiempo.

Se deben establecer actividades formalizadas de recopilación de datos, adaptarlas a las circunstancias nacionales de los países y revisarlas en forma periódica como parte de la instrumentación de buenas prácticas.

Los principios metodológicos de la recopilación de datos que respaldan las buenas prácticas son los siguientes:

- Énfasis en la recopilación de datos necesarios para mejorar las estimaciones de las categorías principales.
- Recopilación de datos / información a un nivel de detalle adecuado al método usado.
- Inclusión de acuerdos con los proveedores de los datos para suministrar flujos de información coherentes y continuos.

Al considerar el uso de los datos de medición (para cuantificar directamente las emisiones, para determinar o revisar los factores de emisión y calibrar y verificar los modelos) constituye una buena práctica verificar si cubren una muestra representativa; es decir, que sean típicos de una proporción razonable de toda la categoría, y también si se usó un método de medición adecuado.

Es posible obtener resultados fiables y comparables siguiendo un programa de medición bien diseñado, con objetivos definidos; métodos adecuados; instrucciones claras para el personal encargado de la medición; procesamiento de datos definido y procedimientos para la generación de informes, así como documentación adecuada.

Se deben documentar en su totalidad las revisiones bibliográficas para que los datos usados para el inventario sean transparentes. Asimismo, resulta útil registrar las fuentes no utilizadas, con una explicación del por qué, para ahorrar tiempo en las actividades posteriores de revisión bibliográfica.

Se estiman las emisiones y absorciones siguiendo la opción metodológica y la recopilación de datos. Se debe tener cuidado de seguir la orientación general de mantener coherencia de la serie temporal, lo cual es fundamental para establecer la confianza en las tendencias de inventario declaradas. En las directrices se incluyen métodos para garantizar la coherencia de la serie temporal en los casos en los que no es posible utilizar el mismo método y/o los mismos datos para todo el período.

El paso siguiente consiste en realizar un análisis de incertidumbre y un análisis de categoría principal. Estos análisis pueden identificar categorías para las cuales se deba utilizar un nivel metodológico superior y recopilar datos adicionales.

Las estimaciones de incertidumbre constituyen un elemento esencial de un inventario exhaustivo de emisiones y absorciones de gases. Se las debe obtener tanto para el nivel nacional como para la estimación de la tendencia, así como para tales componentes como los factores de emisión, los datos de la actividad y otros parámetros de estimación correspondientes a cada categoría.

Una vez terminados los controles finales de garantía de calidad (GC), el paso último del proceso del inventario consiste en generar el informe. Aquí, el objetivo es presentar el inventario de la forma más clara y concisa posible, para permitir a los usuarios entender los datos, métodos y las hipótesis utilizados en el inventario. Las explicaciones y la información concisa y pertinente a modo de antecedentes que se incluyen en los informes ayudan a garantizar la transparencia del inventario (incluido el informe).

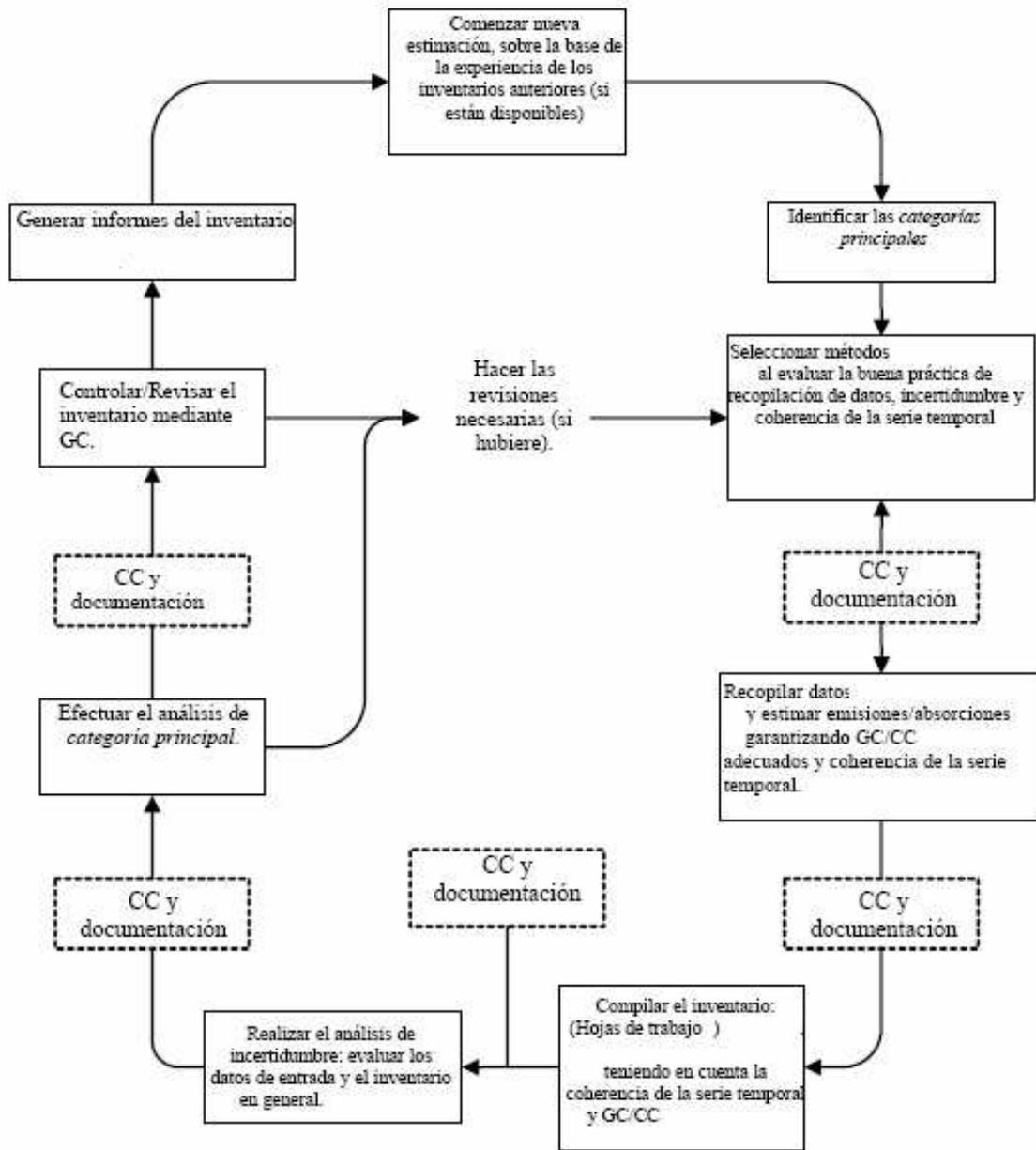


Figura 16: Ciclo de Desarrollo de un Inventario de Emisiones según directrices del IPCC

5.3 Infraestructura básica para la construcción del Inventario

La solución propuesta incluye la generación de archivos para IAIRVIRO a partir de los cuales será posible obtener la información requerida para correr el modelo de calidad del aire a ser utilizado en el estudio: "ESTUDIO DIAGNÓSTICO PLAN DE GESTIÓN ATMOSFÉRICA- REGIÓN DE VALPARAISO IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO ATMOSFÉRICO".

Otro aspecto importante es que la EDB del inventario será construida usando grupos de sustancias de tal forma de trasladar a AIRVIRO tanto los factores de emisión como los niveles de actividad de manera que usuarios de IAIRVIRO puedan manejar escenarios y por su parte la autoridad pueda hacer comparación de escenarios y hacer un correcto seguimiento de las emisiones en el tiempo.

Con respecto a la estructura de los archivos AIRVIRO este equipo de trabajo definió para la guía de SINCA la estructura de los archivos AIRVIRO en el marco del presente estudio deberá ser actualizada la estructura para los archivos de fuentes móviles en base a la nueva estructura de AIRVIRO.

5.3.1 Infraestructura y base metodológica para el estudio de fuentes fijas

La elaboración del inventario de emisiones del sector industrial contempló un levantamiento de la siguiente información: revisión de las declaraciones de emisiones (formularios 138 WEB) de años anteriores, revisión de los proyectos presentados al sistema de evaluación de impacto ambiental, visitas a terreno a establecimientos de industriales definidas en conjunto con la contraparte técnica del estudio y revisión de otros estudios disponibles.

Tabla 7: Información requerida en los formularios de declaración de emisiones del sistema 138 WEB.

Formulario 1	Identificación de la empresa y el establecimiento
Formulario 2	Niveles de actividad, unidades de emisión, ductos de descarga y equipos de control asociados a cada CIU del establecimiento
Formulario 3-A	Fuentes asociadas a cada unidad de emisión del tipo calderas (Industriales, generación eléctrica y calefacción).
Formulario 3-B	Fuentes asociadas a cada unidad de emisión del tipo hornos de panadería.
Formulario 3-C	Fuentes asociadas a cada unidad de emisión del tipo proceso con combustión, turbinas y grupos electrógenos.
Formulario 3-D	Fuentes asociadas a cada unidad de emisión del tipo proceso sin combustión.
Formulario 4	Mediciones en ductos y/o chimeneas y estimaciones correspondientes a fuentes emisoras declaradas para cada CIU asociado al establecimiento.

Una vez recopilada la información esta fue ingresada en una base y procesada en planillas Excel para su posterior traspaso a Webbed y carga al sistema AIRVIRO.

Los factores de emisión utilizados para la estimación de emisiones, están indicados en la Guía Metodológica desarrollada en el marco del presente informe.

5.3.2 Fuentes Móviles en Ruta

En el caso de emisiones de fuentes móviles en ruta, actualmente se cuenta con el sistema MODEM II el cual presenta una metodología equivalente a la utilizada por SECTRA en su sistema MODEM v 4.0³, pero MODEM II permite en forma adicional generar archivos para modelos de calidad del aire y AIRVIRO y ha sido utilizado para el desarrollo de los inventarios de emisiones del sector por parte de CONAMA, no obstante, es importante destacar que actualmente la metodología MODEM ha sido actualizada por SECTRA en el marco del estudio: "ACTUALIZACIÓN METODOLÓGICA MODEM – MODEC PARA EL GRAN SANTIAGO". Como resultado de este estudio se generó la versión 5.0 de dicho sistema.

³ Esta versión de MODEM ha sido utilizada por SECTRA en sus estudios "Investigación de Instrumentos de Planificación Ambiental para Ciudades Intermedias, Etapa I, II y III."



Figura 17: Pantalla de Ingreso al sistema Modem V 5.0 de Sectra

En términos generales esta nueva versión del sistema presentará las siguientes actualizaciones con respecto a la versión 4.0:

- Posibilidad de incorporar una corrida punta tarde (18:00-19:00hrs) al sistema MODEM en el caso que esta esté disponible. En la actualidad la versión 4.0 sólo permite la lectura de una corrida punta (7:30-8:30 hrs) y fuera punta (10:00-12:00 hrs).
- Consideración de la información de velocidades de operación en corredores segregados del transporte público, entregados por los modelos de transporte (ESTRAUS o VIVALDI), la cual será constante durante todo el día. Este campo no se encontraba disponible en el archivo prepara emisiones del MODEM V 4.0.
- Estimación de velocidades promedio por arco para las distintas horas de un día laboral, día Sábado y día Domingo; con el propósito de realizar estimaciones de las emisiones hora a hora⁴, utilizando para estos fines una matriz de decisión que combina los siguientes tipos de velocidades según el día y el horario:

⁴ En la actualidad **MODEM** sólo considera para el cálculo de la emisión hora a hora, tres valores constantes de velocidad, correspondientes al periodo punta mañana, fuera punta y flujo libre, entregadas por los modelos de transporte. Con estas tres velocidades **MODEM** debe representar las velocidades para las 24 horas de un día.

- Velocidades obtenidas directamente de las salidas de los modelos de transporte en el caso de los horarios: punta, fuera de punta y punta tarde. Esto incluye tanto vehículos de flujo variable como de ruta fija.
 - Velocidad libre obtenida directamente de la corrida punta para el caso de horarios nocturnos de bajo flujo vehicular.
 - Para otros horarios se utilizarán las curvas flujo-demora (BPR) que entregan el tiempo de circulación de los vehículos en el arco en función del flujo equivalente de vehículos.
- Nuevas restricciones a las velocidades manejadas por el modelo de emisiones:
 - Restricciones de velocidades mínimas: El sistema permitirá el uso de velocidades mínimas de 5 km/hr, en caso de ser obtenido un valor menor esta se iguala a 5 km/hr.
 - Restricción de velocidades máximas: El sistema permitirá velocidades máximas de 100 y 120 km/hr en caso de arcos pertenecientes a la red urbana e interurbana respectivamente.
- Adecuación del modelo MODEM, para que utilice información de velocidades promedio para los 5 tipos de vehículo (buses urbanos, buses rurales e interurbanos, camiones, taxis colectivos, vehículos livianos y medianos). Esta información de velocidades será leída directamente del archivo de entrada denominado "entrada emisiones" provenientes de las modelaciones del ESTRAUS (o VIVALDI) y generados por el programa "prepara_emisiones", que es un utilitario del modelo de transporte.
- Incorporación al modelo la capacidad de reportar en forma opcional las emisiones hora-hora para un día laboral (Lunes a Viernes) y días de fin de semana (Sábado y Domingo). En la actualidad, aunque el modelo calcula internamente las emisiones hora a hora, sólo se reportan las emisiones para la hora punta mañana, hora fuera punta, día laboral y anual.
- Incorporación en los reportes de emisiones por arco vial de las emisiones evaporativas durante el recorrido.
- Modificación de la estructura de la sectorización que utiliza MODEM, de acuerdo a lo definido por el Plan de Transantiago, dividiendo la ciudad de Santiago en 10 áreas.
- Adecuación de MODEM para utilizar, opcionalmente, información de flujos por arco y por unidad de negocio de los servicios Troncales y Alimentadores.

- Consideración de flujo de vehículos livianos comerciales obtenidos a partir del flujo variable entregado por el modelo de transporte.
- En el caso que el flujo sea mayor a la capacidad se asume flujo = capacidad, es decir el flujo nunca supera su capacidad del arco y por tanto nunca se utilizará la función Xslope que complementaba a la BPR en caso que el flujo fuera mayor a la capacidad del arco.
- Actualización de categorías vehiculares, principalmente la incorporación de vehículos particulares diesel y buses particulares divididos según norma de ingreso.
- Incorporación de nuevos factores de emisión por tubo de escape, proveniente de los siguientes estudios:
 - "Actualización de Factores de Emisión para Vehículos Livianos y Medianos" e "Investigación de Factores de Emisión para Vehículos de Carga", ambos desarrollados por la Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, para SECTRA, año 2007.
 - "Actualización de Factores de Emisión para Buses y Transporte de Carga de la Región Metropolitana" y "Generación de Factores de Emisión para Vehículos Livianos, Medianos y Pesados de La Región Metropolitana" ambos desarrollados por la Fundación para la Transferencia Tecnológica de la Universidad de Chile, para CONAMA RM, año 2007 y 2008, respectivamente.

Además el sistema permitirá aplicar factores de corrección en función de las características de los combustibles locales y factores de deterioro.

- Asignación de códigos de clasificación de fuentes (CCF) a los vehículos.
- Ajustes al programa ya que el flujo camiones entregados por el modelo de transporte corresponde a camiones livianos, medianos y pesados. En la versión 4.0 este flujo sólo se atribuía a camiones pesados.
- Mejoras a la expansión temporal de los flujos: En la versión 4.0 de MODEM para obtener los flujos vehiculares en todas las horas del día y todos los días de una semana se utilizaba exclusivamente el flujo de la corrida punta en combinación al perfil temporal. En la nueva versión de MODEM, el flujo del horario fuera de punta y punta tarde, no será obtenido del perfil temporal, el cual será tomado directamente de la corrida del modelo de transporte para el horario específico.

Del análisis de las modificaciones que experimentará el sistema MODEM es posible concluir lo siguiente:

- En el caso de emisiones evaporativas y partidas en frío, la nueva versión de MODEM no presenta actualizaciones metodológicas, por tanto es posible seguir utilizando el sistema MODEM II para el cálculo de emisiones y para la generación de archivos para I-AIRVIRO.
- Las principales actualizaciones de la metodología corresponden a la determinación de velocidades y expansión de flujos vehiculares. Lo cual afecta principalmente a las emisiones tipo ruta.
- En el caso de redes modeladas, principalmente Gran Valparaíso, se contará con la información necesaria para correr la metodología actualizada de SECTRA. Para esto en el estudio se contempla actualizar el sistema AIRVIRO y correr aquí el cálculo de emisiones. En este caso el sistema MODEM II será utilizado sólo como pre-procesador de información de entrada para generar los archivos requeridos por el modelo de emisiones AIRVIRO actualizado⁵. Es importante destacar que MODEM 5.0 no permite la generación de archivos para AIRVIRO ni la especiación del material particulado y los COVs y por tanto no será utilizado para el presente proyecto.
- En el caso de redes no modeladas, dadas principalmente por la red interurbana y otros centros poblados sin modelo de transporte ya sea Etraus o Vivaldi, en general no se cuenta con la información necesaria de velocidades (funciones BPR) que permitan utilizar la nueva metodología de MODEM 5.0. En estos casos se estimarán las emisiones en MODEM II y se generaran los archivos para el sistema AIRVIRO en donde también se estimarán las emisiones pero utilizando en este caso sólo velocidades de horario punta fuera de punta y libre, para lo cual los parámetros de la BPR a ser traspasados a AIRVIRO deberán ser determinados de tal forma que en el horario punta la BPR siempre entregue el tiempo en horario punta y en el horario fuera de punta siempre entregue el tiempo en horario fuera de punta, para esto se utilizará $\beta=0$ y se determinará un α que cumpla la siguiente condición $t_{AM}(\text{tiempo hora punta}) = t_0 (\text{tiempo de flujo libre}) * (1 + \alpha)$ equivalentemente se obtendrá un α para el horario fuera de punta.

Es importante destacar que en los estudios SINCA desarrollados por CONAMA ya fue incorporada la metodología de MODEM II basada en salidas de modelos de transporte de SECTRA, no obstante, esta debió ser actualizada según las últimas actualizaciones del estudio de SECTRA. En la Figura 18 y Figura 19, se presenta la

⁵ Es importante aclarar que el sistema IARVIRO posee un módulo propio de cálculo de emisiones el cual será actualizado en el presente estudio con el objeto de dejarlo equivalente a la metodología MODEM actualizada V 5.0.

estructura anterior y la estructura actualizada en SINCA para la metodología de fuentes móviles en Airviro. En términos generales la nueva estructura implicó una optimización de la información de fuentes móviles en ruta con respecto a la versión anterior.

Las principales mejoras incorporadas a AIRVIRO durante los estudios SINCA corresponden a:

- Incorporación del modelo de velocidades BPR de proveniente de los modelos de transporte de SECTRA, no obstante, su uso dentro del modelo debe ser actualizado según las últimas directrices de SECTRA.
- Incorporación de un método especial para el manejo de polvo de calles.
- Manejo de velocidades distintas para cada hora del día.
- Simplificación de la entrada de flujos y composiciones vehiculares. En la versión anterior de AIRVIRO era necesario calcular flujo promedio diario y composición promedio diario antes de generar el archivo AIRVIRO y en la nueva versión se incorpora directamente el flujo y composición del horario punta tal como lo entrega MODEM, lo cual evita complejos procesamientos fuera de AIRVIRO.
- Eliminación de los Roadtype y la posibilidad de incorporar un número mayor de vehículos a cada arco, asignación de perfiles temporales de flujo específicos para cada vehículo en un arco y composiciones específicas para cada arco.

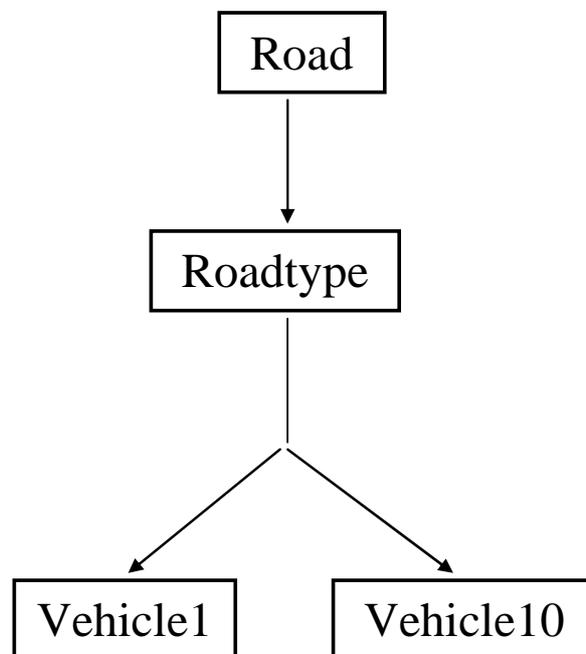


Figura 18: Vieja estructura de AIRVIRO

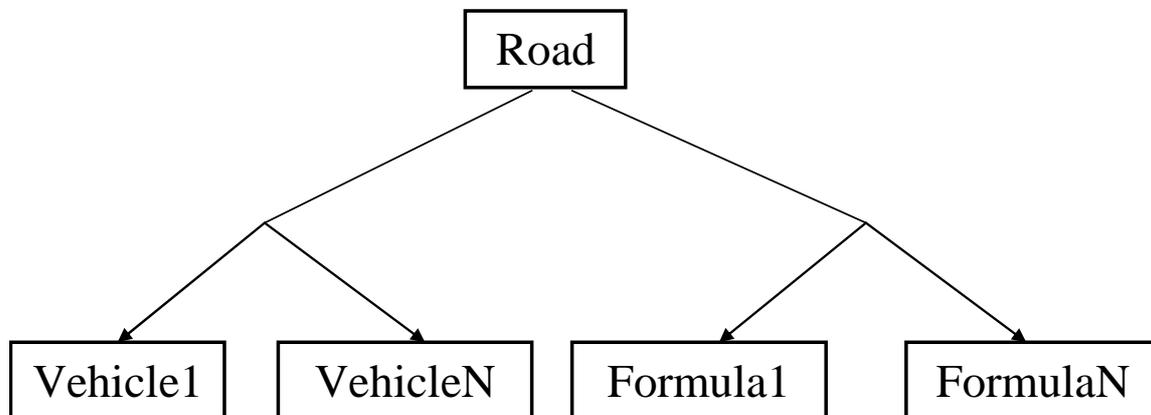


Figura 19: Nueva estructura de AIRVIRO (Estudio SINCA)

En el marco del presente estudio se incorporaron a AIRVIRO las mejoras de la versión de MODEM 5.0 de SECTRA descritas anteriormente. En la guía metodológica desarrollada en el presente estudio se describe la estructura de los archivos Airviro requeridos para correr el nuevo modelo de emisiones.

Finalmente en la Figura 20 se presenta en forma gráfica la infraestructura utilizada para el cálculo de emisiones de fuentes móviles.

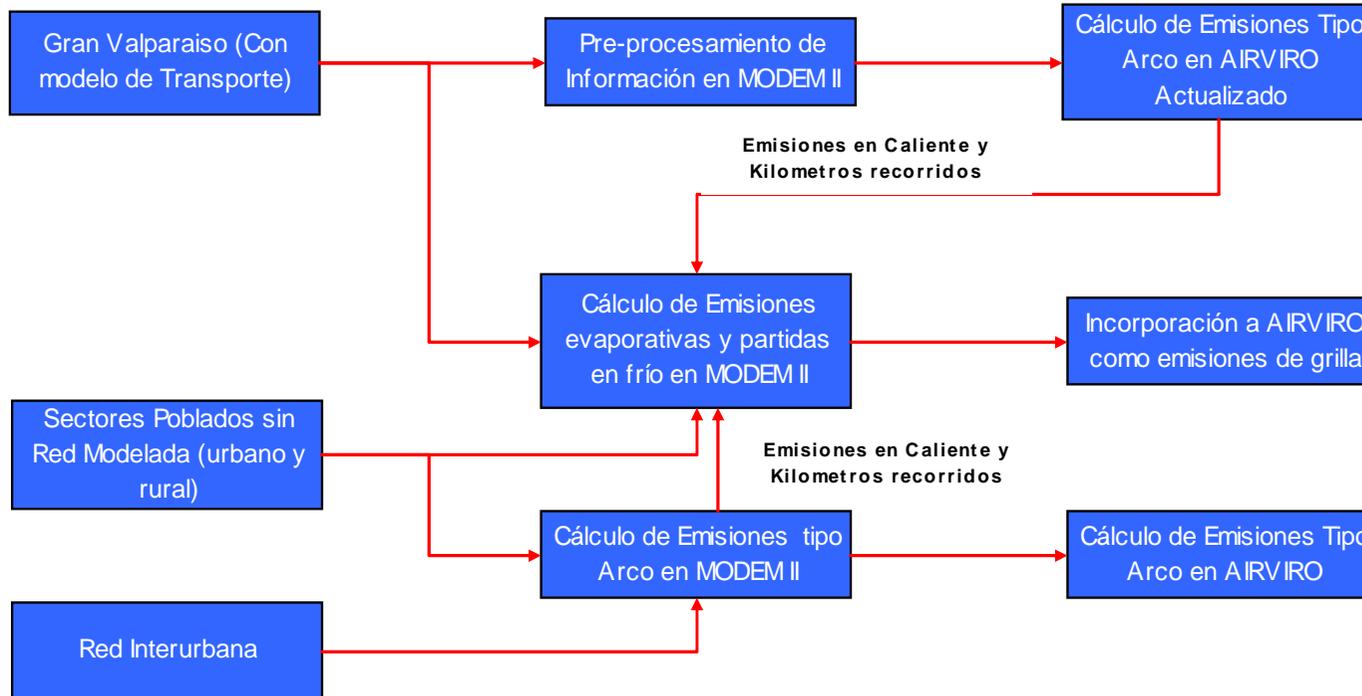


Figura 20: Esquema de infraestructura utilizada para Fuentes Móviles en Ruta Modelo Bottom UP y emisiones evaporativas y partidas en frío.

5.3.3 Otras fuentes para grillas en AIRVIRO

Este tipo de fuentes fueron estimadas principalmente empleando planillas de cálculo en Excel a excepción de las fuentes para las cuales existen modelo de emisiones externos como: TANKS para estanques y GLOBEIS para biogénicas. Posteriormente se generó la información requerida por IAIRVIRO para estimar las emisiones mediante el uso de grupo de sustancias.

6 FUENTES FIJAS

6.1 Metodología

Para el presente estudio se ha utilizado la metodología de estimación de emisiones incluida en la guía metodológica desarrollada en el marco del presente estudio. En términos generales en ella se recoge principalmente los factores de emisión del AP-42 y perfiles de especiación del sistema Speciate, ambos de la EPA.

La metodología general empleada para la estimación de emisiones de este tipo de actividades es la siguiente:

$$E = fe * Na * \left(1 - \frac{Ea}{100}\right)$$

Ecuación 1

Donde:

E: Emisión.

Fe: Factor de emisión.

Na: Nivel de actividad diaria, semanal y mensual de la fuente estimada.

Ea: Eficiencia de abatimiento

6.2 Niveles de actividad de las fuentes industriales.

Para el desarrollo del inventario de emisiones atmosféricas provenientes de fuentes estacionarias, se revisaron las siguientes fuentes de información:

- Para fuentes industriales, se procesó la información declarada mediante el D.S. N°138/05, del año 2008, para toda la Quinta Región. Se dispone previamente la base de datos del inventario 2006 y 2007 generada por el MINSAL que fue publicada en el Registro de emisiones y transferencia de contaminantes (RETC), donde se incluyen también las fuentes incluidas en la base de datos de calderas de la SEREMI de Salud.
 - Para la Quinta Región, se identifican 1.143 fuentes declaradas por el DS 138.

- Para estas fuentes identificadas previamente, se desarrolló un proceso de identificación de las localizaciones geográficas mediante búsqueda en base de datos, uso de herramientas de localización Google Earth lográndose contar con antecedentes de localización geográfica para la totalidad de las fuentes.
 - En general la información disponible tiene una buena cobertura de antecedentes para las fuentes industriales grandes, enfocadas principalmente en las emisiones de PM₁₀, la cobertura de calderas de calefacción es muy limitada.
 - El inventario cuenta con identificación de fuentes de emisión de VOC en forma parcial, se identifican principalmente estanques de almacenamiento de combustibles y algunos procesos de la industria química emisores, producción de vinos y licores y fermentación de alimentos.
- Se recopilaron y procesaron los antecedentes disponibles en la SEREMI de Salud respecto a las panaderías, calderas de calefacción y procesos con emisiones fugitivas que se encuentran en operación en la región, en especial aquellas que operan con leña como combustible o son fuentes de VOC, la información fue completada con una búsqueda amplia en los listados de asociaciones gremiales o medios publicitarios.
 - Se realizaron visitas a terreno con objeto de identificar fuentes emisoras y constatar condiciones de operación de las mismas, se recopilaron las horas de funcionamiento, consumos de combustible y datos de las chimeneas del sector asociado a calderas industriales, de calefacción, panaderías y procesos. Se georreferenciaron las fuentes mediante un localizador satelital (GPS).
 - Se dispuso del tiempo necesario para el levantamiento de información en terreno, donde se priorizan las fuentes de mayor tamaño, las que utilizan leña como combustible y las que se encuentren más cercanas a las zonas habitadas.
 - Se identifican procesos industriales con emisiones fugitivas tales como procesamiento de granos, barracas de madera, plantas de áridos, etc.
 - Se completan y actualizan el inventario de emisiones de VOC proveniente de estanques de almacenamiento de combustibles y productos químicos existentes en la región.
 - Se recopilan los inventarios realizados por empresas o informes de medición, disponibles por la contraparte.

6.3 Resumen de resultados fuentes fijas industriales

Las fuentes fijas industriales son identificadas inicialmente cruzando la información disponible en las siguientes fuentes de información:

- Base de datos del inventario de emisiones de fuentes fijas V región, año 2000, realizado por CENMA para CONAMA.
- Base de datos del inventario de emisiones de fuentes fijas V región, años 2005, 2006 y 2007 realizado por Ambiosis para MINSAL, a partir de la declaración de emisiones del DS 138, realizada mediante programa cliente.
- Declaración de emisiones 2009 del DS 138 del MINSAL, desarrollada en la página WEB: <http://www.declaracionemision.cl>, donde se declaran los niveles de actividad año 2008.

La tabla siguiente muestra un resumen del número de empresas o razones sociales para las cuales se cuenta con información en la actualidad, catastradas durante el presente inventario.

Tabla 8. Número de empresas catastradas.

CLASIFICACION DEL INVENTARIO	Cantidad fuentes
PRODUCCION PRIMARIA DE COBRE	5
PRODUCCION Y ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLES	7
GRUPOS ELECTROGENOS	96
CALDERAS INDUSTRIALES	63
TERMOELECTRICAS	5
TERMINAL PORTUARIO	1
FABRICACION DE CEMENTO	2
INDUSTRIA QUIMICA	9
FABRICACION DE HORMIGON Y MANEJO DE ARIDOS	1
ESTAMPADO Y TEÑIDO DE TELAS	1
FABRICACION DE ARTICULOS PLASTICOS	2
FABRICACION DE ASFALTOS	2
FABRICACION DE ALIMENTOS	5
PRODUCTOS DE COBRE Y BRONCE	1
CALDERAS CALEFACCIÓN	20
PRODUCCION DE VIDRIO	1
MISCELANEAS	5
RECUBRIMIENTO INDUSTRIAL DE SUPERFICIES	2
TOTAL	228

Fuente: elaboración propia.

Las razones sociales corresponden a las empresas catastradas, el mayor número corresponde a las que cuentan con generadores eléctricos de emergencia, sin embargo estas fuentes tienen un aporte muy menor a las emisiones, dado que solo operan cuando hay cortes de energía.

La tabla siguiente muestra un resumen del número de fuentes para las cuales se cuenta con información en la actualidad, catastradas durante el presente inventario. Las fuentes con mayor cantidad identificadas corresponden también a los generadores eléctricos.

Tabla 9. Numero de fuentes catastradas.

CLASIF. INVENTARIO	Total
CALDERAS CALEFACCIÓN	37
CALDERAS INDUSTRIALES	256
ESTAMPADO Y TEÑIDO DE TELAS	8
FABRICACION DE ALIMENTOS	7
FABRICACION DE ARTICULOS PLASTICOS	14
FABRICACION DE ASFALTOS	26
FABRICACION DE CEMENTO	39
FABRICACION DE HORMIGON Y MANEJO DE ARIDOS	8
GRUPOS ELECTROGENOS	404
INDUSTRIA QUIMICA	197
MISCELANEAS	5
PRODUCCION DE VIDRIO	1
PRODUCCION PRIMARIA DE COBRE	105
PRODUCCION Y ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLES	171
PRODUCTOS DE COBRE Y BRONCE	25
RECUBRIMIENTO INDUSTRIAL DE SUPERFICIES	1
TERMINAL PORTUARIO	16
TERMoeLECTRICAS	22
TOTAL	1.342

Fuente: elaboración propia.

Para completar la información que se obtiene de la declaración de emisiones del DS 138, se realizaron las siguientes actividades:

- Revisión de la información declarada para verificar unidades de los consumos de combustible declarados, diferencias en las cantidades de unidades de emisión, falta de datos de localización geográfica, el contacto con las empresas es mediante correos electrónicos, llamadas telefónicas o visitas a las empresas de ser necesario.
- Contacto con empresas que no declararon sus emisiones mediante el DS 138, pero estaban incluidas en el inventario 2000 de CENMA, el contacto con las empresas requiere de la colaboración de la SEREMI de Salud y la definición de si son empresas que les corresponde declarar sus emisiones por el DS 138.
- Identificación de empresas no incluidas en el inventario 2000, que estaban en operación el año 2008 y que no han declarado sus emisiones, se están revisando información proveniente de otras fuentes tales como catastros de empresas del sector vitivinícola, visitas a terreno a sectores geográficos de la región, entrevistas con empresas visitadas, se realizara posteriormente un plan de visitas con la

SEREMI de Salud con el fin de mejorar la cobertura del inventario y de fuentes declaradas a futuro en el DS 138.

Se realizaron las siguientes visitas a empresas:

- AGA S.A., contacto Gonzalo Young, 17 Diciembre 2010.
- Tecnored, Contacto Yennie Reyes, 21 de Abril 2010.
- Cambiazo Hermanos, contacto María Carolina Gil, 22 de Abril 2010.
- ENAP Con-Con, contacto Anselmo Flores, 18 de Mayo 2010.
- Conservera Pentzke, contacto Patricio Pentzke.
- Cerámicas Diamant, contacto Ángelo Soto.
- Fundación Chagres, contacto Carlos Salvo.
- Calderas Arrical, fuera de operación.
- Agrícola Lafken, fuera de operación.
- Liceo Meneciano, contacto Mónica Herrera.
- Viña Errázuriz, contacto Sergio Olivares.
- Agroprodex, contacto Ricardo Pérez.
- Santis Fruit, contacto Pilar Yoshicawa Yamasaky.
- Frutex S.A., contacto Luis Fuenzalida.
- Pablo Molfano, contacto Edison Coronado.
- Hospital Los Andes, contacto Luis Garay.
- Hospital San Camilo, contacto Víctor Lucero.

La siguiente tabla indica las emisiones estimadas para las fuentes industriales catastradas:

Tabla 10. Emisiones fuentes industriales 2008 por categoría (ton/año).

Clasificación de fuentes	PTS	MP ₁₀	MP _{2,5}	CO	NOx	COV	SOx
PRODUCCION PRIMARIA DE COBRE	2.692,47	1.700,50	1.073,47	36,77	169,51	2,24	33.015,89
PROD. Y ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLES	1.462,33	1.457,60	1.454,03	207,75	1.054,99	936,15	209,17
GRUPOS ELECTROGENOS	73,42	36,71	8,81	225,74	1.045,18	82,99	55,42
CALDERAS INDUSTRIALES	402,63	309,45	251,32	652,72	1.699,80	20,19	2.243,10
TERMoeLECTRICAS	6.068,86	3.436,22	2.465,83	1.037,59	15.997,50	77,93	15.587,29
TERMINAL PORTUARIO	63,81	21,73	4,01	34,32	137,29	0,13	287,48
FABRICACION DE CEMENTO	670,30	372,65	188,38	319,47	429,87	0,03	12,13
INDUSTRIA QUIMICA	29,62	14,17	6,62	95,07	238,44	218,79	92,96
FABRICACION DE HORMIGON Y MANEJO DE ARIDOS	120,79	60,39	60,39	0,00	0,00	0,00	0,00
FABRICACION DE ARTICULOS PLASTICOS	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	1,56	0,00
FABRICACION DE ASFALTOS	0,44	0,36	0,30	1,00	2,51	0,08	5,07
FABRICACION DE ALIMENTOS	6,55	6,19	6,18	9,19	1,62	1,84	0,10
PRODUCTOS DE COBRE Y BRONCE	31,98	3,86	3,64	0,87	1,72	0,04	0,09
CALDERAS CALEFACCIÓN	2,30	1,68	1,21	2,73	10,30	0,13	20,89
PRODUCCION DE VIDRIO	12,53	11,27	9,52	6,10	67,12	0,35	193,23
MISCELANEAS	5,77	5,19	4,39	12,29	1,62	0,20	0,09
RECUBRIMIENTO INDUSTRIAL DE SUPERFICIES	0,01	0,01	0,00	0,07	0,08	0,00	0,01
PRODUCCION DE CERAMICAS	1,97	1,97	1,97	2,28	0,37	0,30	2,13
TOTAL	11.645,75	7.439,97	5.540,08	2.643,95	20.857,93	1.342,95	51.725,05

Fuente: elaboración propia.

La figura siguiente muestra gráficamente las emisiones por categorías de fuentes estimadas en la Región, destacan las emisiones de SOx donde la producción primaria de cobre y las termoeléctricas son las fuentes con mayor aporte relativo.

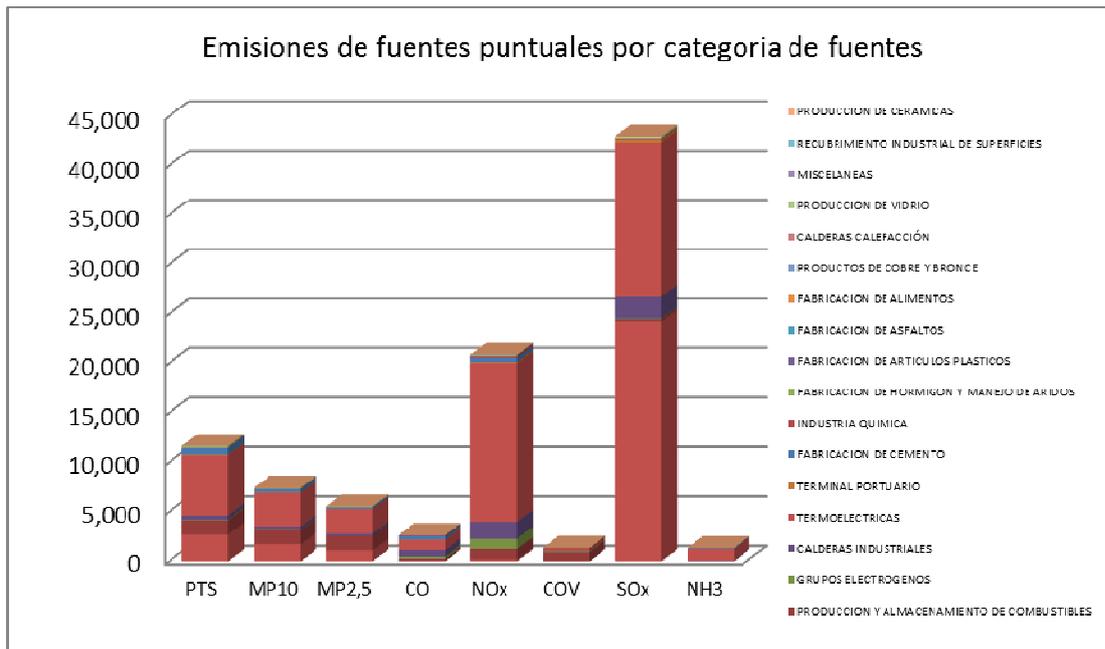


Figura 21: Emisiones por Categorías de fuentes.

La figura siguiente muestra gráficamente las emisiones estimadas por tipo de combustible, destacando las emisiones de todos los contaminantes generadas por la generación eléctrica a carbón.

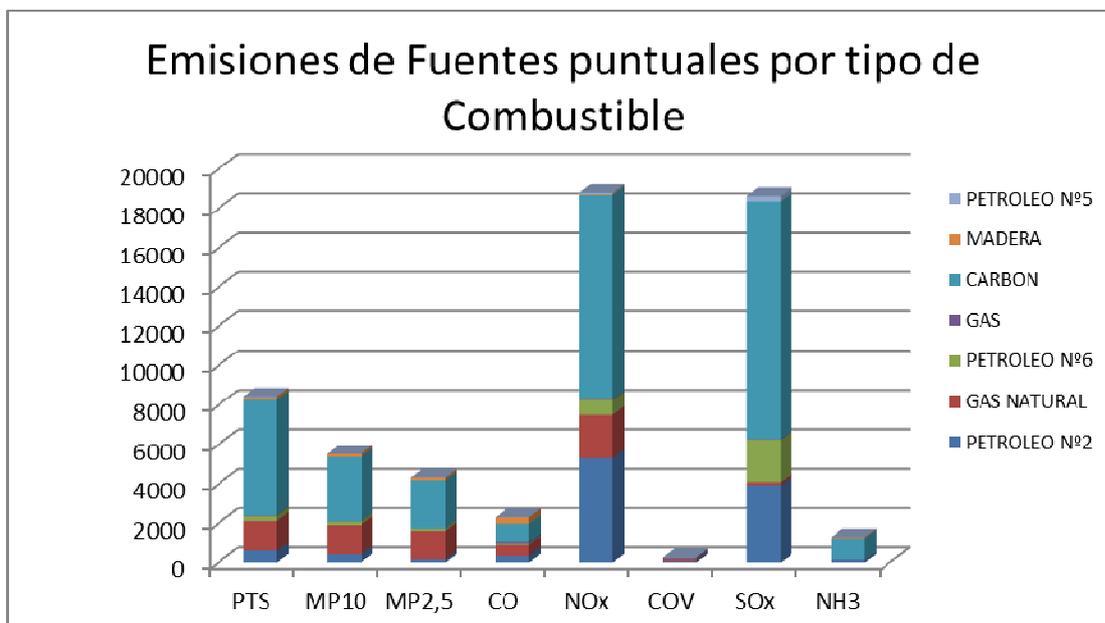


Figura 22: Emisiones por tipo de combustible.

Considerando las categorías de fuentes, en el caso del MP₁₀, las fuentes con mayor aporte son las termoeléctricas, donde en forma especial destaca la localizada en Laguna Verde, como la de mayor emisión individual, seguidas por la producción primaria de cobre en Ventanas, en tercer lugar se encuentra la producción y almacenamiento de combustible en Con Con, las demás categorías de fuentes tienen emisiones relativas menores.

En la figura siguiente se puede ver gráficamente los aportes relativos de las categorías con mayor aporte de MP₁₀ en la Región.

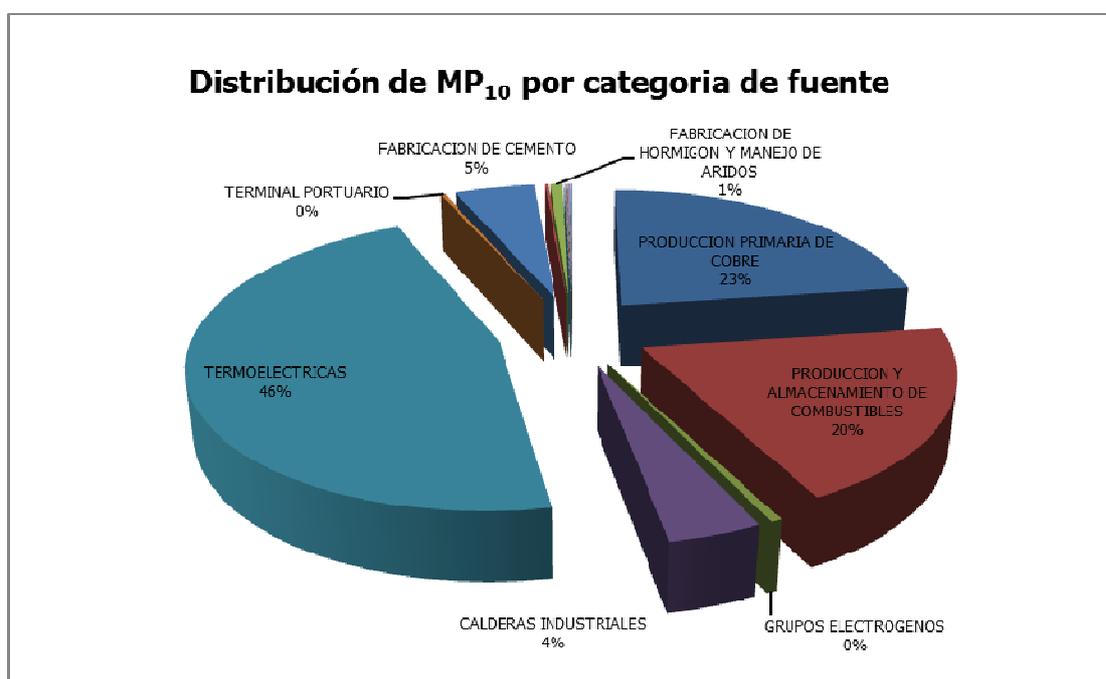


Figura 23: Distribución de Emisiones de MP₁₀ por Categorías (%).

Considerando las categorías de fuentes, en el caso del MP_{2,5}, las fuentes con mayor aporte son las termoeléctricas, donde en forma especial destaca la localizada en Laguna Verde, como la de mayor emisión individual, seguidas por la producción y almacenamiento de combustible en Con Con, en tercer lugar se encuentra la producción primaria de cobre en Ventanas, las demás categorías de fuentes tienen emisiones relativas menores.

En la figura siguiente se puede ver gráficamente los aportes relativos de las categorías con mayor aporte de MP_{2,5} en la Región.

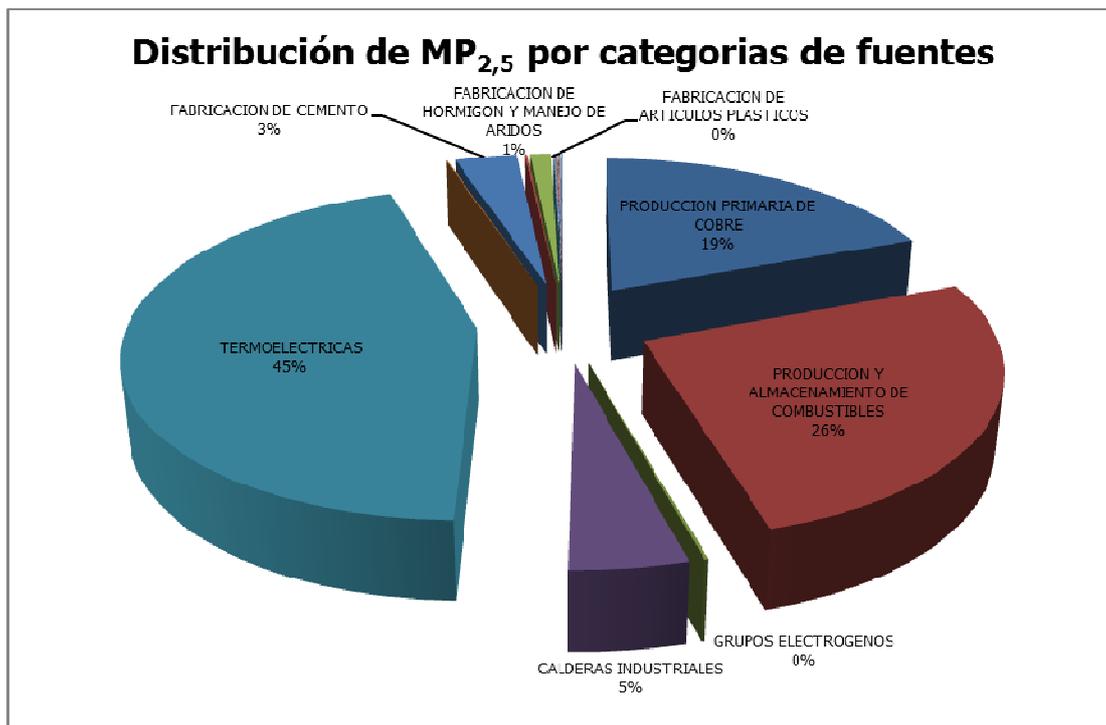


Figura 24: Distribución de Emisiones de MP_{2,5} por Categorías (%).

En el caso de CO son las termoeléctricas y las calderas industriales las que tienen el mayor aporte a las emisiones anuales en la Región.

En la figura siguiente se puede ver gráficamente los aportes relativos de las categorías con mayores aportes de CO en la Región.

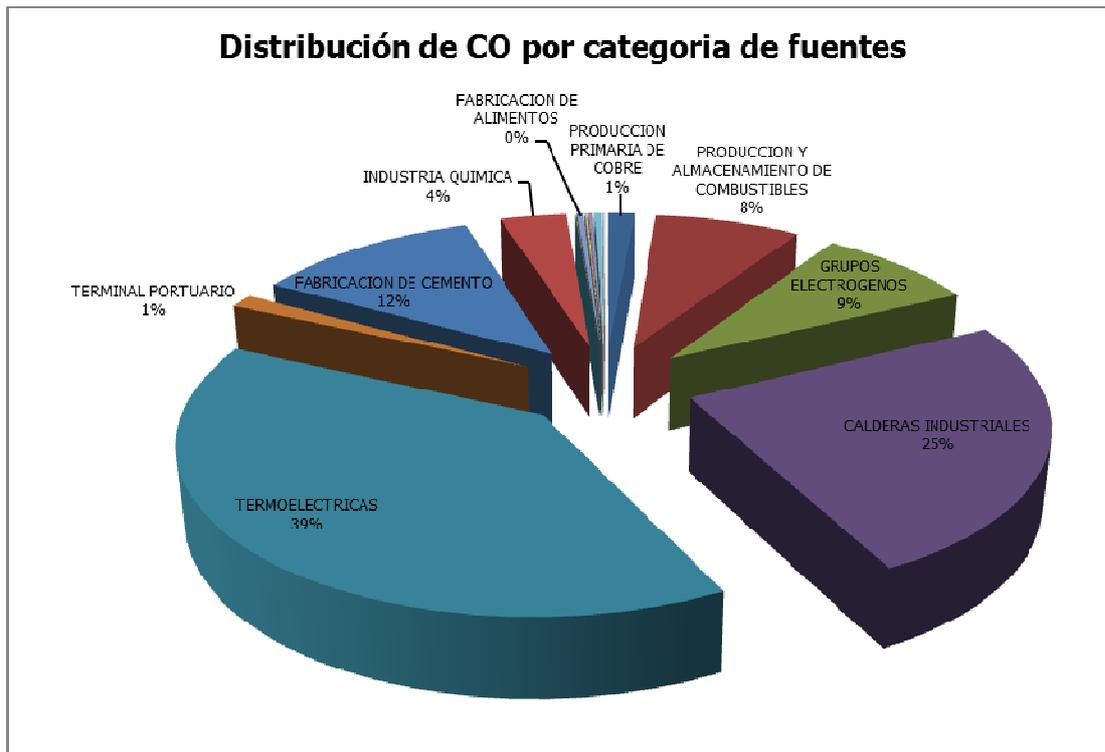


Figura 25: Distribución de Emisiones de CO por Categorías (%).

En el caso de los NO_x son las termoeléctricas y las calderas industriales las que tienen el mayor aporte a las emisiones anuales en la Región.

En la figura siguiente se puede ver gráficamente los aportes relativos de las categorías con mayor aporte de NO_x en la Región.

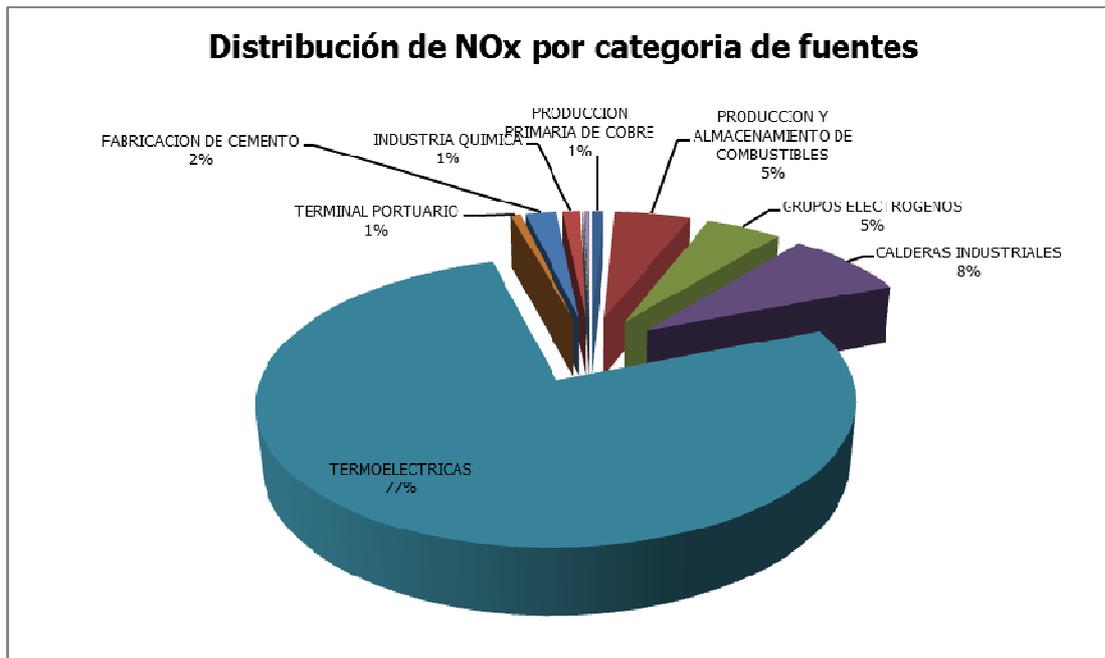


Figura 26: Distribución de Emisiones de NOx por Categorías (%).

En el caso de los COVs es la producción y el almacenamiento de combustible la categoría con mayor aporte de emisiones, en este caso corresponde a la refinería de petróleo de Con Con, esta fuente tiene también aportes significativos de NOx, MP, CO y SO₂.

En la figura siguiente se puede ver gráficamente los aportes relativos de las categorías con mayor aporte de NOx en la Región.

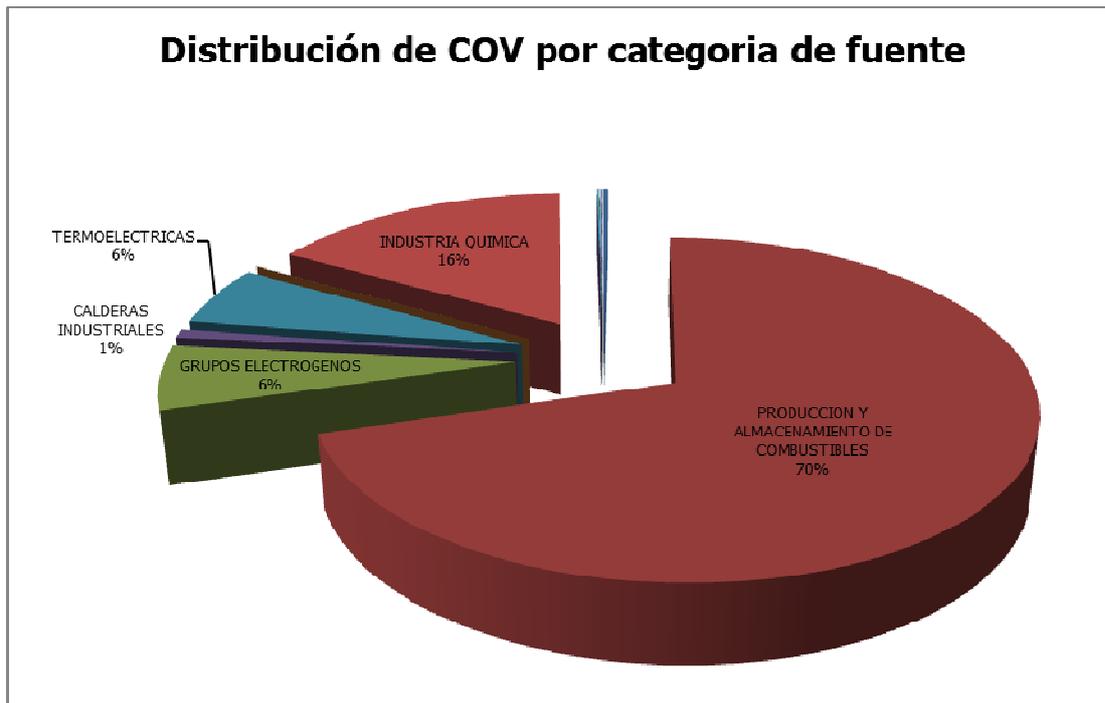


Figura 27: Distribución de Emisiones de COV por Categorías (%).

En el caso del SO_2 las fuentes con mayor aporte resultan ser la producción primaria de cobre, las que corresponden a las fundiciones de Ventanas y Chagres, en segundo lugar se encuentran las termoeléctricas de generación que usan carbón como combustible.

En la figura siguiente se puede ver gráficamente los aportes relativos de las categorías con mayor aporte de SO_x en la Región.

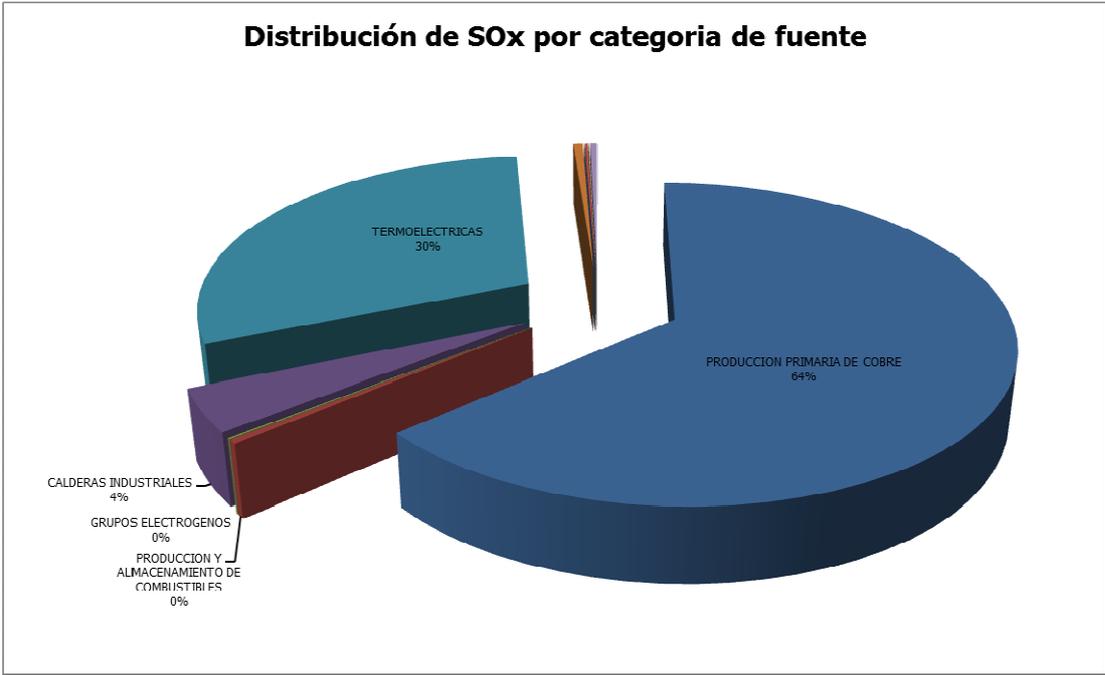


Figura 28: Distribución de Emisiones de SOx por Categorías (%).

Tabla 11. Emisiones MP₁₀ por comuna (ton/año).

COMUNA	PM ₁₀
VALPARAISO	2989,14
CON CON	1582,96
PUCHUNCAVI	1224,14
CATEMU	800,80
LA CALERA	386,86
QUILLOTA	146,46
VINA DEL MAR	65,69
VILLA ALEMANA	54,28
LLAYLLAY	42,02
QUINTERO	32,63
SAN FELIPE	31,75
LOS ANDES	29,89
CASABLANCA	29,29
SAN ANTONIO	9,45
QUILPUE	5,51
CALLE LARGA	2,31
LIMACHE	1,87
NOGALES	1,24
HIJUELAS	0,81
PUTAENDO	0,63
CARTAGENA	0,52
CABILDO	0,33
LA LIGUA	0,32
EL TABO	0,28
SAN ESTEBAN	0,24
PANQUEHUE	0,17
ZAPALLAR	0,07
PAPUDO	0,07
SANTA MARÍA	0,06
EL QUISCO	0,04
ALGARROBO	0,04
PETORCA	0,03
LA CRUZ	0,03
RINCONADA	0,02
CATEMU	0,01
OLMUE	0,00
TOTAL	7439,97

Fuente: elaboración propia.

En esta tabla se puede apreciar que las comunas con mayor emisión de PM₁₀ anual corresponden a las Comunas de Valparaíso, Con Con y Puchuncaví.

En el caso de Valparaíso, el aporte de la central de generación eléctrica de Laguna Verde es la de mayor magnitud, las fuentes corresponden a cuatro unidades de calderas a carbón sobre parrilla, con ciclón simple como equipo de control de emisiones.

En el caso de Con Con, los aportes de mayor magnitud corresponden a los generados por la refinera de petrleo, donde las fuentes ms relevantes corresponden a la caldera de gases de cola de craking cataltico, el rea de coker, las torres de enfriamiento y calderas de planta de fuerza.

En el caso de Puchuncav, los aportes de mayor magnitud corresponden a la fundicin de cobre, donde las fuentes principales son las emisiones fugitivas desde los hornos Convertidores Teniente y Pierce-Smith. Como segundo aporte de relevancia se encuentran las emisiones generadas por la central de generacin elctrica Ventanas, donde las fuentes corresponden a dos calderas a carbn pulverizado con precipitadores electrostticos como equipos de control de emisiones.

En la figura siguiente se puede ver grficamente los aportes relativos de las comunas con mayor aporte de PM₁₀ en la Regin.

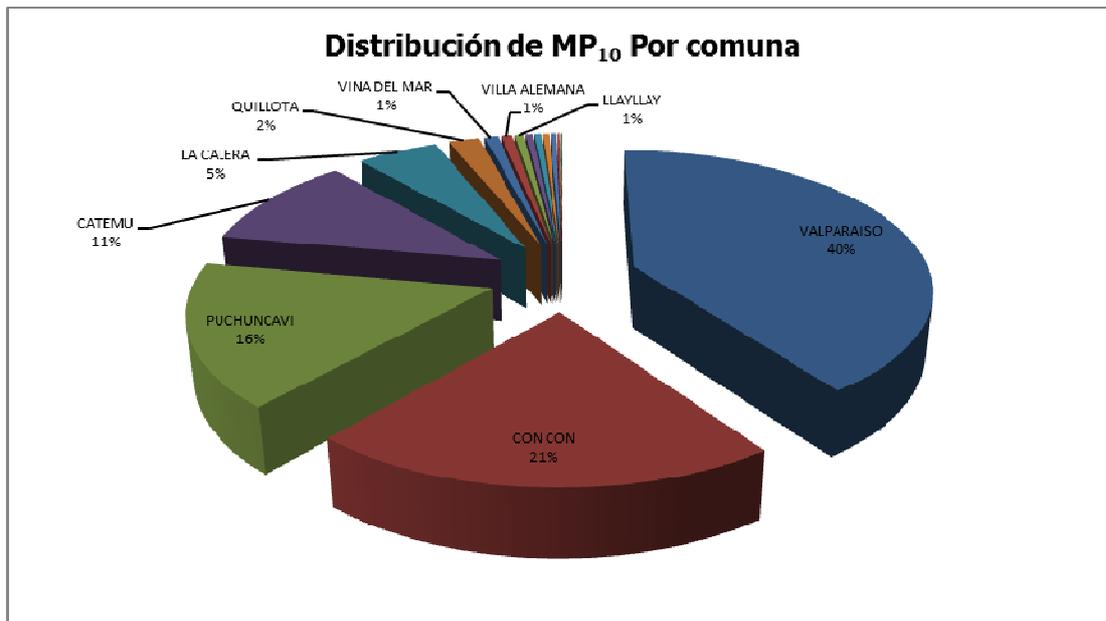


Figura 29: Distribución de Emisiones de MP₁₀ por Comuna (%).

Tabla 12. Emisiones PM_{2,5} por comuna (ton/año).

COMUNA	PM _{2,5}
VALPARAISO	2.333,53
CON CON	1.561,84
PUCHUNCAVI	749,77
CATEMU	441,96
LA CALERA	198,87
VINA DEL MAR	63,61
VILLA ALEMANA	45,60
QUINTERO	27,18
QUILLOTA	24,07
LOS ANDES	23,39
LLAYLLAY	20,53
CASABLANCA	18,63
SAN FELIPE	12,86
SAN ANTONIO	7,17
QUILPUE	4,80
CALLE LARGA	2,44
NOGALES	1,21
LIMACHE	1,01
HIJUELAS	0,54
PUTAENDO	0,49
CARTAGENA	0,12
PANQUEHUE	0,08
CABILDO	0,08
LA LIGUA	0,08
EL TABO	0,07
SAN ESTEBAN	0,06
ZAPALLAR	0,02
PAPUDO	0,02
SANTA MARÍA	0,01
EL QUISCO	0,01
ALGARROBO	0,01
PETORCA	0,01
LA CRUZ	0,01
RINCONADA	0,01
CATEMU	0,00
OLMUE	0,00
TOTAL	5.540,08

Fuente: elaboración propia.

En esta tabla se puede apreciar que las comunas con mayor emisión de PM_{2,5} anual corresponden a las Comunas de Valparaíso, Con Con y Puchuncaví, al igual que en el caso del PM₁₀.

En el caso de Valparaíso, el aporte de la central de generación eléctrica de Laguna Verde es la de mayor magnitud, las fuentes corresponden a cuatro unidades de calderas a carbón sobre parrilla, con ciclón simple como equipo de control de emisiones.

En el caso de Con Con, los aportes de mayor magnitud corresponden a los generados por la refinería de petróleo, donde las fuentes más relevantes corresponden a la caldera de gases de cola de cracking catalítico, el área de coker, las torres de enfriamiento y calderas de planta de fuerza.

En el caso de Puchuncaví, los aportes de mayor magnitud corresponden a la fundición de cobre, donde las fuentes principales son las emisiones fugitivas desde los hornos Convertidores Teniente y Pierce-Smith. Como segundo aporte de relevancia se encuentran las emisiones generadas por la central de generación eléctrica Ventanas, donde las fuentes corresponden a dos calderas a carbón pulverizado con precipitadores electrostáticos como equipos de control de emisiones.

En la figura siguiente se puede ver gráficamente los aportes relativos de las comunas con mayor aporte de $PM_{2,5}$ en la Región.

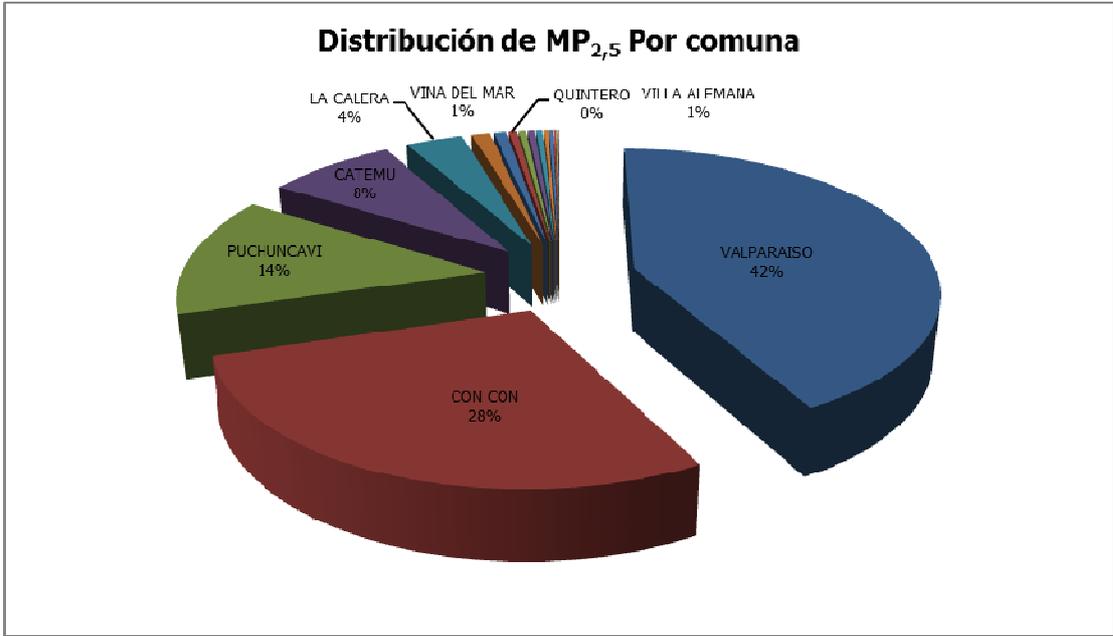


Figura 30: Distribución de Emisiones de $MP_{2,5}$ por Comuna (%).

Tabla 13. Emisiones NOx por COMUNA (ton/año).

COMUNA	NOx
PUCHUNCAVI	9.793,22
QUILLOTA	5.533,46
CON CON	2.561,90
VALPARAISO	893,93
LLAYLLAY	706,37
LA CALERA	517,45
CASABLANCA	298,44
CATEMU	103,03
LOS ANDES	90,95
VINA DEL MAR	68,71
SAN FELIPE	50,84
SAN ANTONIO	38,67
NOGALES	32,18
QUINTERO	30,22
LIMACHE	27,28
VILLA ALEMANA	25,00
CARTAGENA	14,78
QUILPUE	12,94
CABILDO	9,27
LA LIGUA	9,06
EL TABO	8,05
HIJUELAS	6,84
SAN ESTEBAN	6,78
PANQUEHUE	4,55
PUTAENDO	2,19
ZAPALLAR	2,04
PAPUDO	1,87
SANTA MARÍA	1,59
CALLE LARGA	1,23
EL QUISCO	1,13
ALGARROBO	1,03
PETORCA	0,98
LA CRUZ	0,85
RINCONADA	0,64
CATEMU	0,41
OLMUE	0,02
TOTAL	20.857,93

Fuente: elaboración propia.

En esta tabla se puede apreciar que las comunas con mayor emisión de NOx anual corresponden a las Comunas de Quillota, Puchuncaví y Con Con.

En el caso de Quillota, el mayor aporte corresponde a las centrales de generación eléctrica Nehuenco y San Isidro, que corresponden a turbinas de gas.

En el caso de Puchuncaví, los aportes de mayor magnitud corresponden a las emisiones generadas por la central de generación eléctrica Ventanas, donde las fuentes corresponden a dos calderas a carbón pulverizado con precipitadores electrostáticos como equipos de control de emisiones.

En el caso de Con Con, los aportes de mayor magnitud corresponden a los generados por la refinería de petróleo, donde las fuentes más relevantes corresponden a las calderas de planta de fuerza.

En la figura siguiente se puede ver gráficamente los aportes relativos de las comunas con mayor aporte de NOx en la Región.

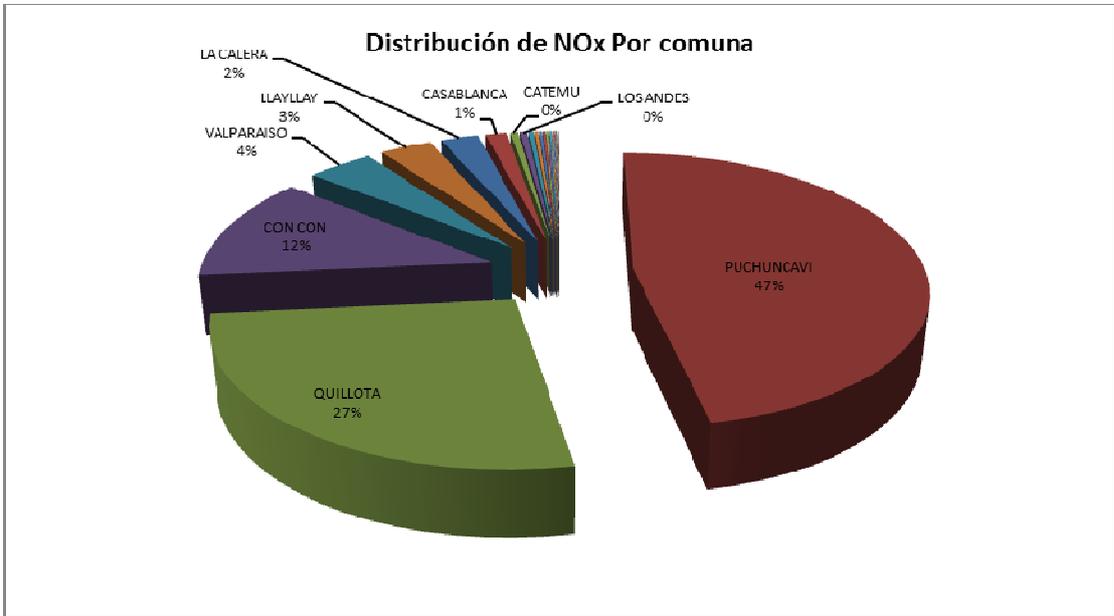


Figura 31: Distribución de Emisiones de NOx por Comuna (%).

Tabla 14. Emisiones COV por COMUNA (ton/año).

COMUNA	Total
CON CON	531,26
QUINTERO	416,55
PUCHUNCAVI	259,78
QUILLOTA	40,80
VALPARAISO	23,57
CASABLANCA	20,62
VINA DEL MAR	11,06
LLAYLLAY	10,94
LOS ANDES	6,56
CATEMU	4,58
VILLA ALEMANA	2,92
LIMACHE	2,18
SAN ANTONIO	2,05
LA CALERA	1,67
SAN FELIPE	1,36
CARTAGENA	1,17
QUILPUE	0,93
CABILDO	0,74
LA LIGUA	0,72
EL TABO	0,64
NOGALES	0,62
SAN ESTEBAN	0,54
HIJUELAS	0,28
PANQUEHUE	0,26
PUTAENDO	0,18
ZAPALLAR	0,16
PAPUDO	0,15
CALLE LARGA	0,14
SANTA MARÍA	0,13
EL QUISCO	0,09
ALGARROBO	0,08
PETORCA	0,08
LA CRUZ	0,07
RINCONADA	0,05
CATEMU	0,03
OLMUE	0,00
TOTAL	1.342,95

Fuente: elaboración propia.

En esta tabla se puede apreciar que las comunas con mayor emisión de VOC anual corresponden a las Comunas de Con Con y Quintero.

En ambos casos las emisiones se generan por las actividades de la refinería de petróleo, donde las fuentes con mayor aporte corresponde a la planta de tratamiento de riles, las torres de enfriamiento y el almacenamiento de combustibles.

En la figura siguiente se puede ver gráficamente los aportes relativos de las comunas con mayor aporte de VOC en la Región.

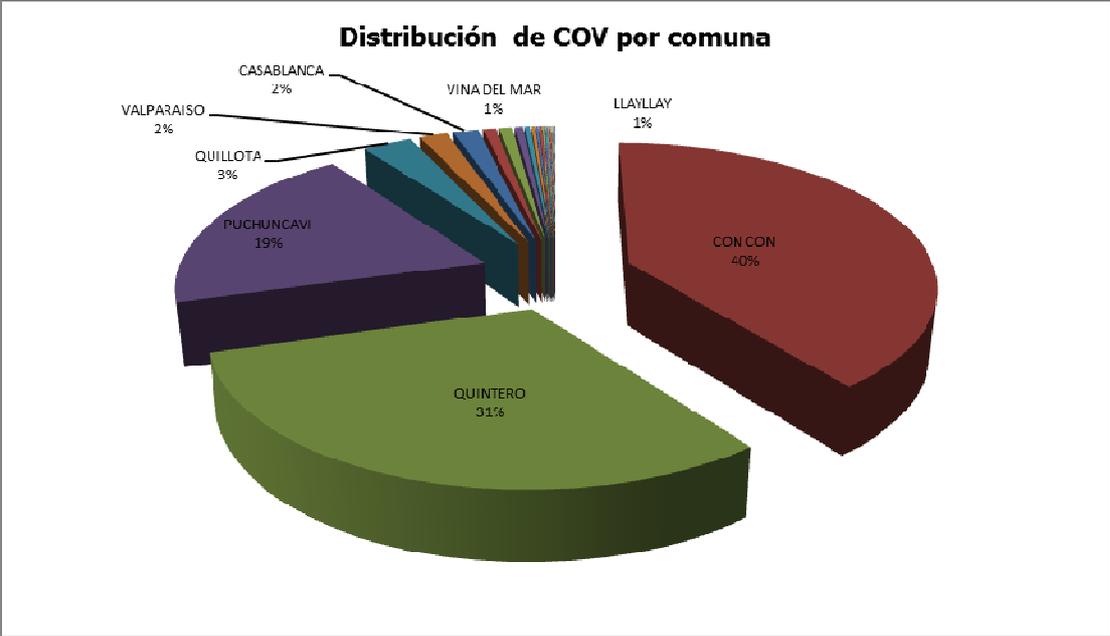


Figura 32: Distribución de Emisiones de COV por Comuna (%).

Tabla 15. Emisiones SO₂ por COMUNA (ton/año).

COMUNA	Total
PUCHUNCAVI	31341,94
CATEMU	11669,81
QUILLOTA	3529,95
VALPARAISO	2022,82
CON CON	1245,29
LLAYLLAY	756,67
SAN FELIPE	546,97
LA CALERA	261,21
CASABLANCA	155,29
VINA DEL MAR	64,96
SAN ANTONIO	50,87
LOS ANDES	38,11
QUINTERO	18,06
HIJUELAS	12,79
NOGALES	2,38
LIMACHE	1,45
QUILPUE	1,30
VILLA ALEMANA	1,28
CARTAGENA	0,78
PANQUEHUE	0,58
CABILDO	0,49
LA LIGUA	0,48
EL TABO	0,43
SAN ESTEBAN	0,36
PUTAENDO	0,19
ZAPALLAR	0,11
PAPUDO	0,10
SANTA MARÍA	0,08
CALLE LARGA	0,06
EL QUISCO	0,06
ALGARROBO	0,05
PETORCA	0,05
LA CRUZ	0,05
RINCONADA	0,03
OLMUE	0,00
TOTAL	51.725,05

Fuente: elaboración propia.

En esta tabla se puede apreciar que las comunas con mayor emisión de SO₂ anual corresponden a las Comunas de Puchuncaví y Catemu.

En ambos casos los mayores aportes corresponden a las fundiciones de cobre, donde el aporte individual de las emisiones fugitivas son las fuentes más relevantes, este tipo de

emisiones se generan en las naves de conversión. En segundo nivel de aporte se encuentran las centrales termoeléctricas a carbón y petróleo diesel.

En la figura siguiente se puede ver gráficamente los aportes relativos de las comunas con mayor aporte de SO₂ en la Región.

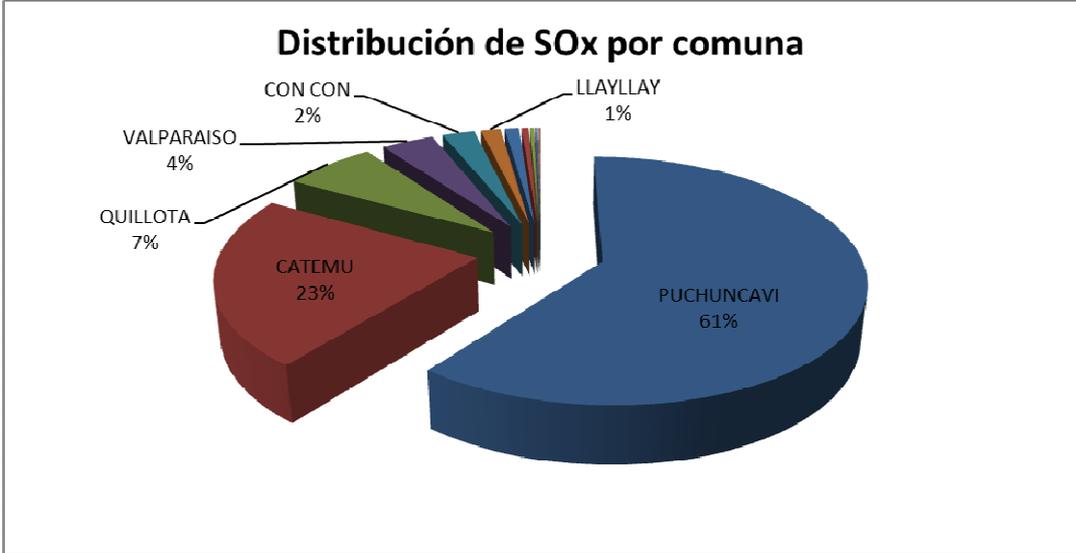


Figura 33: Distribución de Emisiones de SO₂ por Comuna (%).

7 FUENTES MÓVILES EN RUTA

7.1 Metodología de Estimación de Fuentes Móviles en Ruta.

Para el desarrollo del inventario de emisiones se ha utilizado la metodología de estimación de emisiones incluida en la guía metodológica desarrollada en el marco del presente estudio. En ella se incluye una metodología Bottom UP a nivel de arco equivalente a la utilizada por SECTRA en su sistema MODEM 5.0 pero en este caso implementada en el sistema I-AIRVIRO del ministerio del Medio Ambiente y una metodología Top Down a nivel de zona geográfica, tomada desde la guía metodológica para la estimación de emisiones atmosféricas de fuentes fijas y móviles en el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes. Para mayor información relativa a la bibliografía y la evolución de esta metodología, incluyendo los avances del presente estudio, consultar la sección: "Referencias Bibliográficas de Fuentes Móviles" al final del presente informe

En general el uso de la metodología Bottom UP demanda una gran cantidad de información de detalle, tal como la red vial a nivel de arcos, velocidades y flujos de vehículos para cada calle. Por su parte, la metodología Top Down se basa en información general de parque vehicular por zona geográfica, velocidades y kilómetros recorridos promedio. Por tanto, el uso de un método u otro depende de la disponibilidad de información y de la importancia de la zona en estudio en términos de problemas de calidad del aire.

En el presente estudio se adoptó el criterio de usar una metodología Top Down en todas las ciudades de la V Región y en forma paralela utilizar una metodología Bottom Up de detalle en todas las ciudades con un número de habitantes superior a los 25000⁶ que en suma representan más del 80% de la población de la V Región. Por tanto, en las principales ciudades, se usó en forma paralela un enfoque Top Down y Bottom UP, lo cual fué de gran utilidad para efectuar una comparación de las emisiones con ambos enfoques en forma simultánea y ajustar en la medida de lo posible los resultados obtenidos. También se incluyó la red interurbana, la cual se estimó con una metodología del tipo Bottom UP. En la siguiente tabla se presenta el enfoque utilizada en cada zona y en la siguiente figura una representación gráfica de esto:

⁶ La Agencia Ambiental Europea (EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook – 2007) recomienda modelos de emisiones detallados para ciudades por sobre los 20.000 habitantes.

Tabla 16: Tipo de metodología de cálculo utilizada.

Zonas de Estudio	Tipo Método
Valparaíso	Bottom Up y Top Down
Casablanca	Bottom Up y Top Down
Concón	Bottom Up y Top Down
Puchuncaví	Top down
Quilpué	Bottom Up y Top Down
Quintero	Top down
Villa Alemana	Bottom Up y Top Down
Viña del Mar	Bottom Up y Top Down
Los Andes	Bottom Up y Top Down
Calle Larga	Top down
Rinconada	Top down
San Esteban	Top down
La Ligua	Bottom Up y Top Down
Cabildo	Top down
Papudo	Top down
Petorca	Top down
Zapallar	Top down
Quillota	Bottom Up y Top Down
Calera	Bottom Up y Top Down
Hijuelas	Top down
La Cruz	Top down
Limache	Bottom Up y Top Down
Nogales	Bottom Up y Top Down
Olmué	Top down
San Antonio	Bottom Up y Top Down
Algarrobo	Top down
Cartagena	Top down
El Quisco	Top down
El Tabo	Top down
Santo Domingo	Top down
San Felipe	Bottom Up y Top Down
Catemu	Top down
Llaillay	Top down
Panquehue	Top down
Putendo	Top down
Santa María	Top down
Red Interurbana V Región	Bottom Up

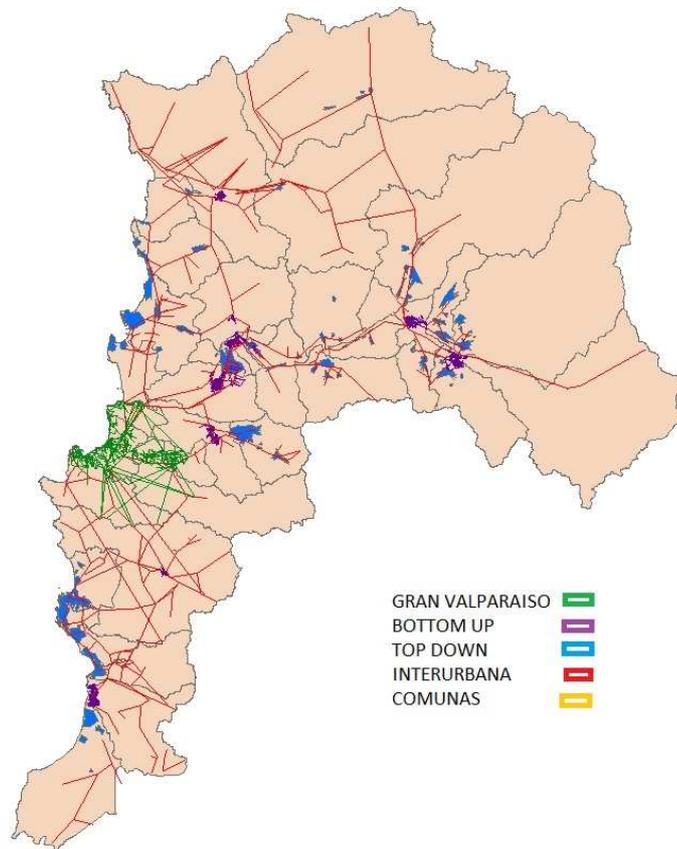


Figura 34: Zonas calculadas en el inventario de fuentes móviles.

En la siguiente figura es posible observar gráficamente la metodología descrita anteriormente:

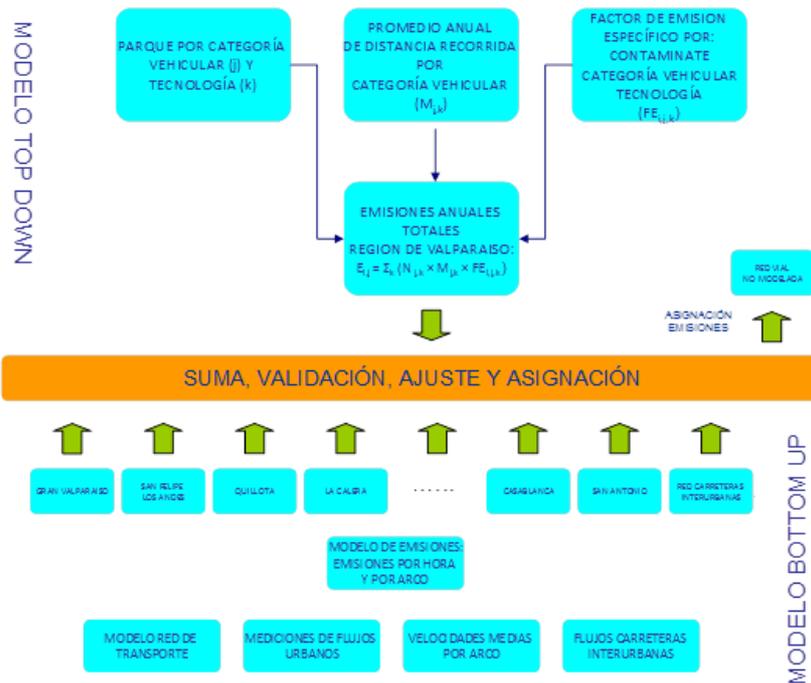


Figura 35. Esquema general del enfoque metodológico.

Tanto en la metodología Top Down como Bottom Up se estimaron los siguientes tipos de descarga:

Tabla 17: Emisiones estimadas según su tipo de descarga

Desagregación de las emisiones totales	
$E_{total} = E_{caliente} + E_{partidas\ en\ frío} + E_{evaporativas} + E_{polvo} + E_{desgastes}$	
<p>Donde:</p>	
<p>E_{total}</p> <p>$E_{caliente}$</p> <p>$E_{partidas\ en\ frío}$</p> <p>$E_{evaporativas}$</p> <p>E_{polvo}</p> <p>$E_{desgaste}$</p>	<p>: Emisiones totales del contaminante considerado.</p> <p>: Emisiones en caliente, fase estabilizada del motor</p> <p>: Emisiones por partidas en frío.</p> <p>: Emisiones por evaporación: emisiones durante el día (diurnal), emisiones por detenciones en caliente (hot soak emissions), pérdidas durante el recorrido (running losses).</p> <p>: Emisiones provenientes del polvo resuspendido por la circulación de vehículos sobre calles pavimentadas y no pavimentadas.</p> <p>: Emisiones por desgaste de frenos, neumáticos y superficie.</p>
Ecuación 2	

Es importante aclarar que en el caso de emisiones evaporativas y partidas en frío la metodología es siempre es a nivel de zona o top down y requiere información de parque vehicular y kilómetros totales recorridos a nivel comunal. En el caso del parque vehicular esta información está disponible para todas las comunas de la Región y con respecto a los kilómetros recorridos a nivel comunal, esta información es obtenida con el parque vehicular y kilómetros promedio por tipo de vehículo. Por tanto fue posible estimar este tipo de emisiones en todas las ciudades de la región usando una metodología equivalente.

Finalmente es importante destacar que para el inventario final del sector se utilizaron los resultados de la metodología Bottom UP donde estaban disponibles y Top Down para el resto de las zonas.

A continuación se entregarán los principales insumos y resultados de la metodología general aplicada.

7.2 Información de Entrada metodología Bottom UP

En la siguiente figura se explica de manera esquemática la metodología Bottom Up y las secciones siguientes se entregan los antecedentes relativos a cada componente de la información del modelo.

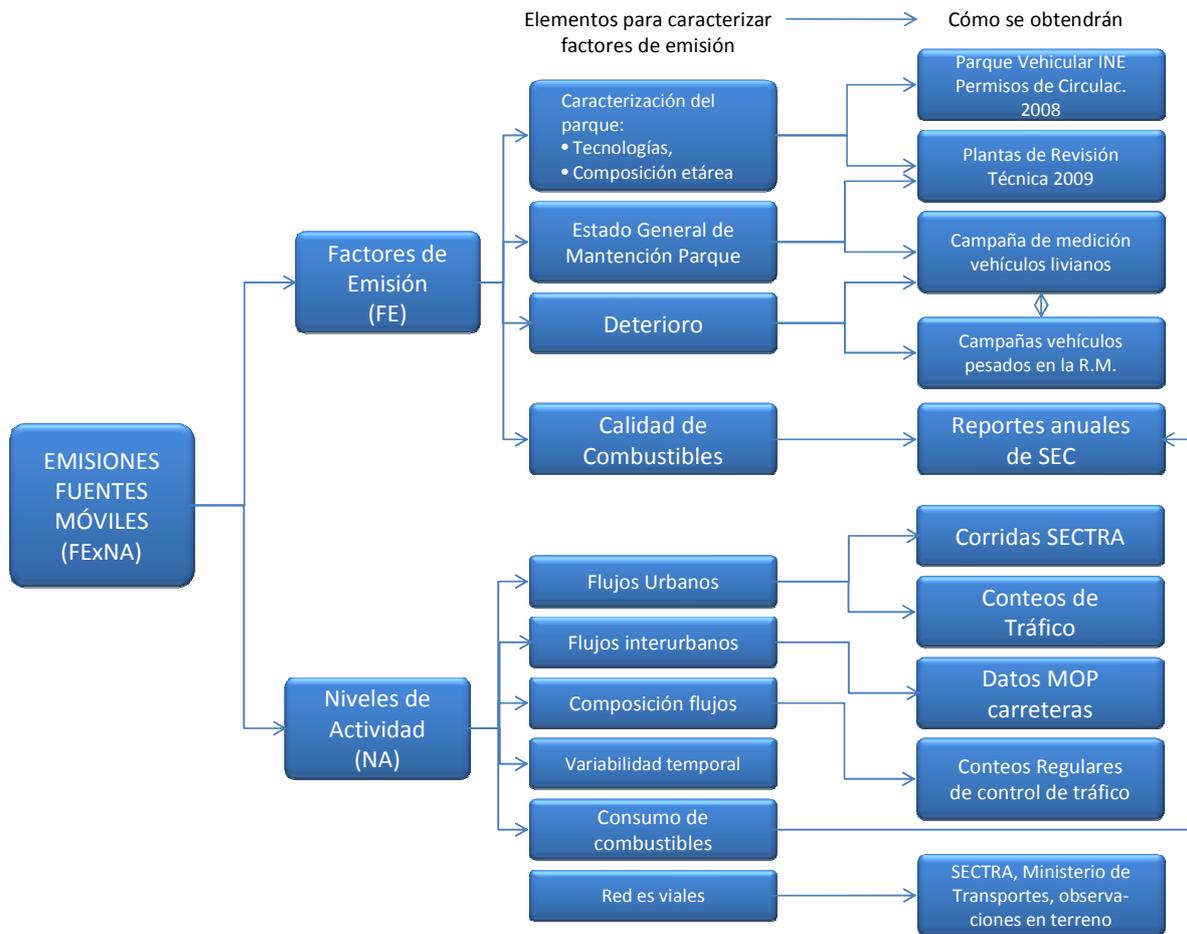


Figura 36: Esquema de información para la aplicación del enfoque metodológico.

7.2.1 Factores de Emisión (FE)

- Factores de emisión

Tal como se presenta en la guía metodológica los factores de emisión utilizados corresponden a los obtenidos desde Copert IV⁷ los cuales están diferenciados para cada una de las categorías vehiculares por tecnología agrupadas según el código CCF8⁸. En general se desestimó la posibilidad de utilizar factores medidos localmente dada su baja representatividad estadística, su falta de disponibilidad para todas las categorías requeridas y considerando además, que el uso combinado entre factores experimentales

⁷ Cuando existan excepciones se mencionará en la categoría correspondiente.

⁸ El código CCF8 es utilizado tanto por SECTRA como por los inventarios de emisiones de SINCA y el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes RETC.

y de literatura producen inconsistencias, pudiendo en algunos casos una tecnología más avanzada representar mayores emisiones que su antecesora.

El caso de la especiación de los compuestos orgánicos volátiles, ésta provino del COPERT IV y la especiación del material particulado del sistema espeeiate de la EPA.

En general estos factores de emisión fueron utilizados tanto en la metodología Top Down como Bottom UP.

- Deterioro

Otro aspecto de mucha importancia a considerar, es que los factores de emisión modelados por COPERT, son el resultado de cientos de mediciones realizadas en programas de investigación tal como ARTEMIS⁹, en múltiples ciclos de conducción¹⁰. De esta forma el modelo consiguió cubrir con una gran cantidad de mediciones y modos de conducción, los valores de FE para las distintas categorías vehiculares.

No obstante dichas mediciones, al efectuarse respecto de flotas vehiculares europeas llevan implícitas dos variables locales: el nivel tecnológico y el deterioro de los vehículos de dicho parque.

Como se ha dicho el nivel tecnológico viene determinado por los estándares de emisión exigidos por la legislación local, la que implica la incorporación de tecnología relativamente estándar para el abatimiento de los contaminantes de los vehículos en ruta (Ejemplo: convertidor catalítico, EGR, inyección electrónica, etc.). En tal sentido con respecto a los vehículos en su condición original de fábrica, los FE definidos por COPERT según los distintos niveles normativos, tienen correspondencia con el parque local.

Respecto del deterioro de las emisiones de los vehículos se trata de una variable local que depende de aspectos tales como los hábitos de mantención y la implementación de programas locales de inspección y mantención (como la revisión técnica).

En tal sentido COPERT modela el Factor de Deterioro de las emisiones (MC), mediante la siguiente curva:

$$MC = A^M \times M^{MEAN} + B^M$$

Donde:

MC : Factor de corrección por kilometraje promedio de la flota.

A^M : Deterioro de las emisiones por kilómetro de recorrido.

⁹ Assessment and Reliability of Transport Emission Models and Inventory Systems

¹⁰ El Proyecto ARTEMIS, consideró la medición de los vehículos en al menos 15 ciclos de conducción diferentes.

B^M : Factor de corrección para obtener las emisiones de la flota nueva.
 M^{MEAN} : Kilometraje promedio de la flota.

En la siguiente tabla se muestra a manera de ejemplo los parámetros de la curva del MC, para un caso en particular. En dicha tabla se puede observar cual es el kilometraje promedio de la flota medida en COPERT y cual es el valor de MC para la flota nueva (B^M). Con dicho factor sería posible corregir los valores de los FE propuestos por COPERT para posteriormente aplicar un modelo de deterioro local que refleje las condiciones reales de mantención y de antigüedad del parque en Chile y la V Región.

Tabla 18: Factor de Deterioro por kilometraje para vehículos Euro I y Euro II.(Vel<19 km/hr)

CONTAMINANTE	TAMAÑO MOTOR [CC]	KILOMETRAJE PROMEDIO FLOTA MEDIDA	A^M	B^M (MC A O KM)	MC MÁXIMO (160.000 KM)
CO	≤1.4	32,407	7.129 E-06	0.769	1.91
	>1.4	16,993	2.670E 06	0.955	1.38
NOx	≤1.4	31,313	0	1	1
	>1.4	16,993	3.986E-06	0.932	1.57
HC	≤1.4	31,972	3.419E-06	0.891	1.44
	>1.4	17,913	0	1	1

Para la construcción de un modelo de deterioro se requiere en el óptimo contar con mediciones en ciclos de conducción para vehículos de diferente antigüedad. Sin embargo un programa de esta naturaleza resulta prohibitivo por el momento, para lo cual se trabajó en el presente estudio con las mediciones en carga (ASM) del parque de la Región Metropolitana en las PRT y se complementó con una campaña de medición en la V Región, tal como puede ser visto en la siguiente figura:



Figura 37: Instalación y puesta en marcha equipo ASM en la V Región

Para desarrollar dicho programa experimental se contó con una configuración de dinamómetro de chasis y banco de análisis de gases conforme estándar ASM¹¹. Esta metodología permite la medición en régimen estacionario del vehículo en condiciones representativas de dos puntos del ciclo FTP-75 utilizado para la homologación de emisiones.

En tal sentido se analizaron los resultados de 1 año de medición de vehículos livianos de pasajero, livianos comerciales y medianos, sometidos a la prueba ASM. Los contaminantes analizados correspondieron al CO, HC y NO. Respecto de este contaminante, se puede afirmar que cerca del 90% de las emisiones de NOx (NO+NO₂), corresponden a NO y que los mecanismos de control de emisiones para el NOx son los mismos que para el NOx, por lo cual se considera el NO un indicador de las emisiones del NOx.

Para poder utilizar los resultados de las mediciones de un año de revisiones técnicas en la estimación del deterioro de las emisiones del parque, es necesario hacer una serie de consideraciones que se enumeran a continuación.

Deterioro de las concentraciones v/s deterioro de las emisiones

Las emisiones en masa de un vehículo responden a la siguiente ecuación:

$$M = \rho * Q * C$$

Donde:

- ρ : Densidad del contaminante en estudio.
- Q : Volumen de los gases de escape.
- C : Concentración volumétrica del contaminante en estudio.

Finalmente como visto, la masa del contaminante emitido dependerá del caudal volumétrico de los gases de escape durante el ciclo de conducción y de la concentración del contaminante en estudio en cada instante del ciclo de conducción. Finalmente la masa de contaminante emitido será la integración en el tiempo del caudal y la concentración.

La prueba ASM se realiza a una velocidad constante (caudal y concentración constantes), por lo que un aumento en las concentraciones de los contaminantes implica linealmente un aumento en la masa del contaminante emitido. De esta forma es posible, a través del deterioro de las concentraciones determinar proporcionalmente el deterioro en las emisiones, en los dos puntos de medición del ASM: 40 y 24 [km/hr].

¹¹ Siglas para Acceleration Simulation Mode. Método de medición en carga empleado para la inspección de emisiones en varios estados de EEUU, en México y actualmente vigente en la Región Metropolitana.

No obstante lo anterior requiere que la comparación se realice para cada vehículo en sucesivas mediciones de ASM, para kilometrajes distintos, para obtener una curva de deterioro.

Dado que contamos con sólo un año de mediciones, lo que permite tener una radiografía de las emisiones de todo el parque de vehículos, se hace necesaria la comparación entre vehículos de distinta antigüedad asumiendo un nivel de actividad promedio por año para estimar finalmente el deterioro por kilometraje.

De esta forma se visualizarán las mayores emisiones de los vehículos más antiguos como un deterioro de las emisiones del parque.

Para que esta metodología funcione correctamente será necesario considerar el efecto normativo y el efecto tecnológico. En el gráfico que sigue se muestra el efecto en las emisiones del progreso tecnológico y normativo, en los vehículos homologados en el 3CV:

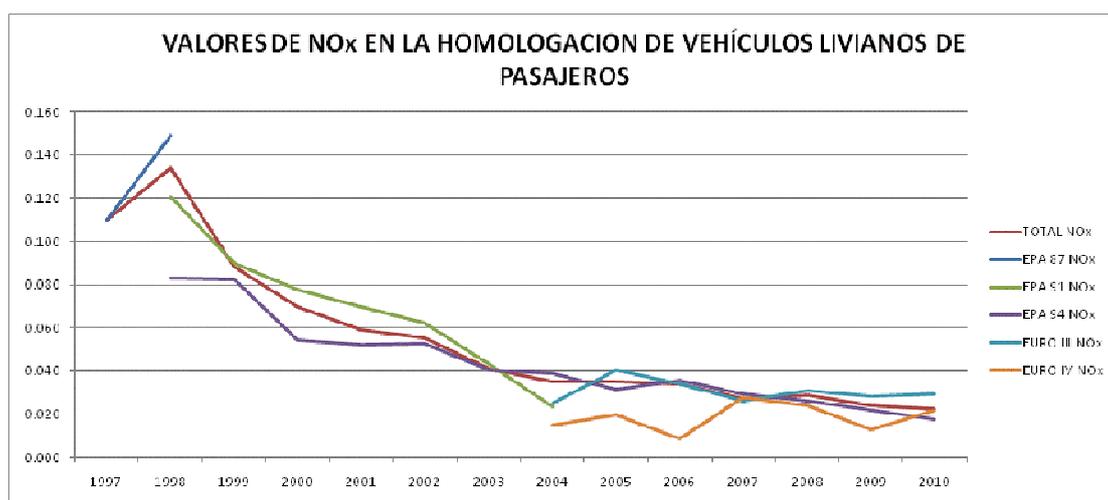


Figura 38: Valores NOx Vehículos Livianos Pasajeros

Otro efecto a considerar es el caudal de gases de escape como una función de la cilindrada u otras características como la eficiencia del motor.

Para eliminar ambos efectos se ha hecho el análisis por marca-modelo de vehículos, distinguiendo también por peso y cilindrada, comparando aquellos año-modelos que corresponden al mismo nivel tecnológico y normativo.

Por último los resultados obtenidos para la determinación del factor de deterioro difieren dependiendo del modo ASM que se analice. Este efecto tiene su origen en las diferentes cargas a las cuales esta sometido el motor del vehículo en ambos modos, es decir, dependiendo del nivel energético al cual el vehículo es sometido el deterioro es diferente.

Considerando lo anterior y con el objetivo de ponderar el factor de deterioro para los dos modos del método ASM (5015 y 2525), se propuso utilizar la metodología de los Bins de VSP (Potencia Especifica Vehicular) utilizada en el modelo IVE (www.issrc.org). La metodología del modelo IVE ha sido utilizada en diferentes estudios anteriores nacionales e internacionales. Del estudio "Análisis y Desarrollo de Ciclos de Conducción por Categoría Vial para Santiago" desarrollado por Sistemas Sustentables por encargo de Sectra se obtiene la siguiente tabla que indica la proporción del tiempo que los vehículos se mantienen en las situaciones energéticas Bin 11, Bin 12 y Bin 13 de VSP.

Tabla 19: Proporción del Tiempo de los Vehículos

Horario	Bin 11- ralentí	Bin 12-2525	Bin 13- 1550	Vel [km/h]
Punta Mañana	43 %	19 %	15 %	28
Fuera de Punta	37 %	19 %	16 %	32

La situación de Bin 11 corresponde a una situación de ralentí, se observa que los vehículos de pasajeros livianos se mantienen en esta situación entre un 37 y un 43 %. La situación de Bin 12 es comparable a la situación a la que es sometido un vehículo en modo ASM2525 y se observa que los vehículos de pasajeros livianos se mantienen en esta situación un 19% del tiempo para ambos horarios. Por último, la situación de Bin 13 se asemeja a la situación ASM 5015 y los vehículos de pasajeros livianos se mantienen en esta situación entre un 15 y un 16% del tiempo.

Es importante destacar que los vehículos en Santiago están entre el 72 y el 77% del tiempo en estas tres situaciones energéticas, por lo tanto el determinar las emisiones y los factores de deterioro para estas tres situaciones es primordial para el inventario de emisiones.

Por otra parte, debido a que los patrones de conducción son diferentes en diferentes ciudades es importante determinar los porcentajes de permanencia en los diferentes niveles energéticos para el resto de las ciudades de la Quinta Región.

Para considerar este efecto, los resultados en ambos modos de ASM se poderaron según su proporción indicada en la tabla anterior.

A continuación, como ejemplo, se presentan las curvas de regresión líneal para uno de los modelos de vehículos:

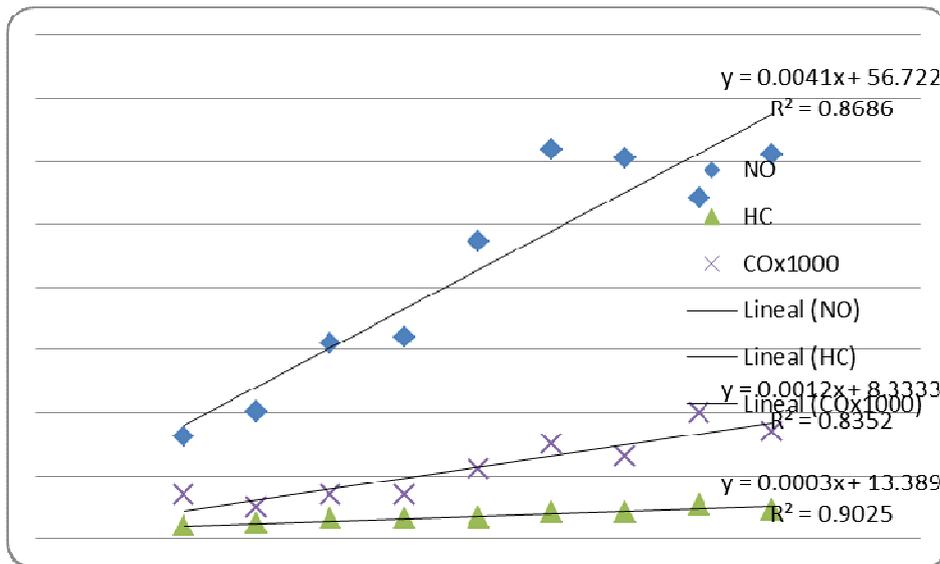


Figura 39: Curvas de Regresión Lineal

Se realizó el análisis de deterioro para las diez marcas más vendidas y finalmente se obtuvo el Factor de Deteriolo (FD) promedio del parque como la siguiente expresión:

Tabla 20: FD Promedio del Parque

REGION METROPOLITANA
 $FD(30K-100K)=1+m(KM-30000)$

		NO	CO	HC
m		4.42E-05	2.63E-05	1.39E-05
RM	FD30	1	1	1
RM	FD80	3.209488	2.315058	1.695283
COPERT	FD80	1.25088	1.1686	1.16452
RM	FD100	4.093283	2.841082	1.973396
COPERT	FD160	1.57	1.91	1.44

Fuente: Elaboración propia

Para ajustar estos resultados a las condiciones reales de deterioro de la V Región se realizó un programa experimental de mediciones en la PRT de San Antonio y de Placilla, mediante el método ASM.

Los resultados de dichas mediciones fueron normalizados según cilindrada e IE, para obtener valores comparables. Los resultados normalizados de emisiones para cada contaminante y modo de medición se presentan a continuación.

Tabla 21: Resultados normalizados programa experimental

	PROMEDIO	PROMEDIO	% AUMENTO	IC V REGION		SIGNIFICANTE	PROMEDIO V REG S/Sello	RAZON S/C SELLO
	RM	V REG		SUP.	INF.			
CO2525	0.14	0.18	32%	0.24	0.13	NO	0.73	3.96
HC2525	0.20	0.30	48%	0.37	0.22	SI	0.75	2.56
NOx2525	0.18	0.32	80%	0.40	0.25	SI	0.78	2.42
CO5015	0.20	0.19	-6%	0.25	0.13	NO	1.06	5.62
HC5015	0.29	0.38	31%	0.45	0.30	SI	1.03	2.74
NOx5015	0.34	0.44	30%	0.52	0.36	SI	0.74	1.69

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla anterior es posible observar una comparación del nivel de emisiones, en el modo 2525 y 5015, para los tres contaminantes regulados, determinándose una diferencia estadísticamente significativa para los incrementos en HC y NOx¹². Para dichos contaminantes se obtuvo un factor de incremento de las emisiones para la V Región, que resulta de la ponderación de cada modo en el ciclo real de conducción (ver **Tabla 22**). En la tabla anterior se puede observar también una comparación entre el nivel de emisión normalizado de vehículos catalíticos (sello verde) y no catalíticos (sin sello). La razón entre ambos valores obtenido para las mediciones experimentales, ponderado por modo de medición, se compara a continuación con dicha razón obtenida a partir del factor de emisión COPERT para vehículos convencionales, a fin de garantizar una adecuada relación entre emisiones de vehículos sello verde y sin sello.

¹² El criterio para determinar la diferencia estadísticamente significativa fue considerar si el valor obtenido para la Región Metropolitana pertenecía al Intervalo de Confianza del valor obtenido para la V Región, al 95% de confianza.

Tabla 22: Factor de incremento de emisiones y razón sin y con sello verde

	TOTAL	RAZON S/C SELLO	
	AUMENTO	S/SELLO EXP.	S/SELLO COPERT
CO TOTAL		4.70	5.10
HC TOTAL	1.40	2.64	4.50
Nox TOTAL	1.58	2.10	0.78

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar de la Tabla anterior para los resultados de NOx el factor de emisión de vehículo convencional, para una velocidad urbana de 20 km/h resulta en menores emisiones para esta categoría que para vehículos catalíticos (0.78). Este fenómeno obedece a que estamos considerando un importante deterioro del parque en la estimación de los factores de emisión de los vehículos con sello verde que se aplica al FE COPERT para la categoría, y por otro lado aplicamos directamente el FE COPERT a la categoría de vehículos convencionales. No obstante, este comportamiento es inverso a las características tecnológicas de ambas categorías y a la razón obtenida en el programa experimental (2.1). Para corregir este hecho se aplicará un factor de deterioro para este contaminante en vehículos convencionales (2.7). Este factor se deriva de la siguiente forma:

$$\frac{FE_{S/SELLO_COPERT}}{FE_{C/SELLO_COPERT} * FD_{C/SELLO}} = 0,78$$

$$\frac{FE_{S/SELLO_COPERT} * FD_{S/SELLO}}{FE_{C/SELLO_COPERT} * FD_{C/SELLO}} = 2,1$$

⇒

$$FD_{S/SELLO} = 2,7$$

Finalmente se presentan los Factores de Deterioro para la V Región, ajustados según los resultados del programa experimental.

Tabla 23: FD Promedio del Parque V Región

V REGION

$$FD(30K-100K)=1+m(KM-30000)$$

		NO	CO	HC
	m	7.80E-05	2.63E-05	2.53E-05
V	FD30	1	1	1
V	FD80	4.90	2.31	2.27
COPERT	FD80	1.25	1.17	1.16
V	FD100	6.46	2.84	2.77
COPERT	FD160	1.57	1.91	1.44

Fuente: Elaboración propia

En general los factores de deterioro fueron utilizados tanto en la metodología Top Down como Bottom UP.

- Calidad de los combustibles

La calidad de los combustibles es otra variable que afecta las emisiones vehiculares, principalmente el SO_x, N₂O, NH₃ y el MP. Para esto en la guía metodológica se entregan los parámetros de los combustibles utilizados según lo exigido en la normativa en Chile.

En general las correcciones por la calidad de los combustibles fueron utilizados tanto en la metodología Top Down como Bottom UP.

- Caracterización del parque

El uso de la metodología Top Down y Bottom Up requiere de una segmentación del parque según uso y tecnología (clasificación CCF8) para una adecuada asignación de factores de emisión y una segmentación por edades con el objetivo de determinar el kilometraje acumulado del parque vehicular para aplicar el deterioro. Para esto en general se utiliza información proveniente de las plantas de revisión técnica y de permisos de circulación del INE.

Adicionalmente en el presente estudio fueron revisadas las normas de ingreso de vehículos y se actualizó la clasificación de fuentes existente a la fecha. En la guía metodológica es posible obtener la información de detalle al respecto.

Con respecto a la información del parque vehicular esta es entregada con mayor detalle en la siguiente sección del informe correspondiente a la información requerida por la metodología TOP DOWN.

7.2.2 Nivel de Actividad (NA)

- Redes Viales

Para la aplicación de la metodología bottom up se requieren las redes viales a nivel de cada arco. En el caso del Gran Valparaíso esta fue proporcionada por los archivos provenientes del modelo de transporte de SECTRA. En el caso de la red interurbana esta fue proporcionada en formato shape por el Ministerio de Transporte, departamento de Gestión Vial. Para el resto de las ciudades fue necesario digitalizar las redes utilizando Map Source, Google Earth y Acr Gis.

En anexo se presentan las imágenes de las redes viales consideradas en el estudio.

- Flujos vehiculares

Tal como se indica en la metodología la información de flujos es requerida para cada arco de la red vial en al menos un período punta y otro fuera de punta.

- Gran Valparaíso

Para el caso del Gran Valparaíso esta información fue obtenida a partir de las salidas de modelos de transporte disponible para esta zona.

- Red Interurbana

Para la obtención de flujos vehiculares en la red Interurbana se cuenta con la información manejada por la Dirección de Vialidad (DV) del Ministerio de Obras Públicas en los departamentos de Estadísticas y Censo de Tránsito y de Gestión Vial.

Los antecedentes que proporciona Vialidad son:

- ✓ Plan Nacional de Censos de Tránsito (PNC):
- ✓ Censo Origen – Destino (COD)
- ✓ Instrumentos Clasificadores (IC)
- ✓ Plazas de Peaje (PP) principalmente en rutas concesionadas. Alternativamente esta información también puede ser obtenida directamente en la unidad de concesiones.

El Plan Nacional de Censo (PNC) se efectúa cada dos años (solo años pares), considerando aproximadamente 800 puntos a lo largo de las 13 regiones del país, de los cuales aproximadamente un 80% corresponden a puntos de 12 horas (07 – 19 horas) y un 20% a puntos de 24 horas (00 – 24 horas). Además esta información se complementa

con información de peajes y alrededor de 62 estaciones de conteo automáticas (instrumentos clasificadores).

Los conteos vehiculares generados contemplan muestras en los siguientes tres períodos del año:

Verano: entre Enero - Abril

Invierno: entre Mayo - Agosto

Primavera: entre Septiembre - Diciembre

Se consideran estas temporadas por ser representativas para la gran mayoría de los caminos censados. Por otro lado, la información que se encuentra en el PNC es para la gran mayoría de caminos de la red vial interurbana, es importante también señalar que el PNC no se considera los días de fines de semana ni festivos, aspecto muy importante a ser considerado cuando esta información sea incorporada al sistema MODEM.

Para los caminos que presenten características especiales en las fechas en que fue realizado el muestreo, se utilizan discrecionalmente coeficientes de corrección estacionales, a fin de obtener valores más reales del número de pasadas de vehículos y así determinar un TMDA (Tránsito Medio Diario Anual) más representativo.

Según la metodología que aplica el PNC se acepta el hecho que es posible seleccionar ciertos caminos "TIPOS", provenientes de puntos de muestreo de 24 horas, plazas de peaje o estaciones de conteo automático, los cuales se consideran representativos del comportamiento de otros caminos similares en una misma zona en donde solo se contabilizo un período de 12 horas, para esto se considera que desde el punto de vista del tránsito que por ellos circulan se tendrá:

- Similar variación horaria
- Similar variación semanal
- Similar variación estacional

Por lo tanto, si existe información completa y exacta de estos caminos "TIPOS", es posible determinar de ellos, coeficientes que permitan corregir los datos (TMDA) que se obtienen sobre la base de muestras tomadas en los demás caminos de la zona.

Con respecto a los puntos de control de la red estos pueden ser agrupados de la siguiente forma:

1. **Estaciones de Control Permanente:** los caminos "TIPOS" señalados anteriormente, los cuales incluyen a:

- *Plazas de Peajes*, con datos diarios y horarios clasificados
- *Instrumentos Automáticos* Contadores de Tránsito, los cuales registran las pasadas de vehículos en forma continua.

2. **Estaciones de Muestreo:** en el cual, el PNC dispone de aproximadamente 800 Estaciones de Muestreo, para controlar el flujo vehicular en los caminos principales y secundarios, según la clasificación por categorías de caminos definida por la Dirección de Vialidad.

Según las intersecciones de los caminos o secciones determinadas de ello, se denominan Estaciones de Muestreo Interseccionales o Estaciones de Control Directo, respectivamente.

Estos Puntos censales tienen una duración de 12 a 24 horas, según sea la importancia asignada a cada estación.

- Otras Ciudades Bottom Up

Para el resto de las ciudades Bottom Up se efectuó un catastro de conteos disponibles en estudio previos, lo cual se complementó con una campaña de conteos vehiculares con las siguientes características:

- La campaña se realizó durante el mes de Octubre y Noviembre del año 2010, la información recolectada en dicha campaña fue procesada y organizada en una base de datos.
- Las zonas en las que se realizaron campañas de conteos para fines de obtener flujos y perfiles temporales para la metodología Bottom Up son Limache, Casablanca, La Ligua y Nogales.

A continuación se muestra una tabla resumen de las comunas donde se realizaron conteos vehiculares.

Tabla 24: Resumen Conteos Vehiculares Realizados en Comunas con Metodología Bottom Up

Comuna	Nº de Puntos de Conteo	Fecha Inicio	Fecha Fin
Limache	18	25 de Oct	7 de Nov
La Ligua	12	1 de Nov	14 de Nov
Nogales	8	14 de Nov	28 de Nov
Casablanca	10	22 de Nov	30 de Nov

En anexo se presentan los puntos de conteos disponibles y realizados durante el presente estudio.

- Velocidades de circulación

En el caso del Gran Valparaíso la información de velocidades es entregada por el modelo de transporte según el método descrito en la guía metodológica.

Para el caso de la red interurbana se utilizó un velocidad promedio de 100 km/hr para toda la según los límites establecidos en carreteras.

Para el resto de las ciudades Bottom Up se realizaron mediciones de niveles de servicio siguiendo la siguiente metodología:

Para el caso de vehículos de transporte privado la metodología utilizada por DICTUC S.A. recomienda el método del vehículo flotante¹³, que, básicamente, consiste en conducir un vehículo en una ruta predeterminada a la velocidad típica del resto de los vehículos. Esto es, el medidor deberá mantenerse "flotando" en el pelotón de vehículos, lo que implica que sólo debe adelantar si es adelantado. Por ejemplo, si es adelantado por tres vehículos, es necesario adelantar tres vehículos (no necesariamente los mismos tres); asimismo, se debe ignorar los vehículos que viran.

El conductor no debe cambiar su estilo de conducir producto de la presión del trabajo que está realizando: debe conducir normalmente en un pelotón de vehículos. Asimismo, debe conducir en forma segura.

Para la recolección de información se utilizó un sistema GPS (Global Positioning System), herramienta que proporciona la posición referenciada del vehículo en un intervalo definido de tiempo. Esta información representa la trayectoria discreta del recorrido asignado, pudiendo, posteriormente, obtenerse datos en cualquier punto del trayecto.

En el caso de transporte público la metodología DICTUC S.A. se siguió un vehículo de transporte público, sin interferir en el recorrido del mismo.

Tanto en el método de transporte público como privado cada circuito se recorrió en cada período; asimismo, sólo se recorrió un circuito diario en cada período. Se evitaró medir en vías afectadas por cualquier situación externa prolongada que afectara la normal circulación vehicular, tales como desvíos de tráfico, disminución de capacidad por obras viales.

En la siguiente tabla se presentan los períodos de medición considerados, tomando base la matriz horaria utilizada en MODEM V 5.0 de SECTRA:

¹³ TRL (1993) *Urban Road Traffic Surveys*. Overseas Road Note 11. Transport Research Laboratory, Crowthorne.

Tabla 25: Períodos de medición de niveles de servicio en ciudades que no cuentan con modelo de Transporte

Periodo	Horario	Transporte privado	Transporte público
Punta	De 7:00 a 10:00 y 18:00 a 20:00	Sí	Sí
Fuera de Punta	De 10:00 a 18:00	Sí	Sí
Flujo Libre	De 21:00 a 07:00	Sí	No (*)

En anexo se presentan los circuitos medidos en cada ciudad en estudio.

- Composición vehicular

En el caso de la metodología Bottom Up, la composición vehicular debe ser entregada para el período punta mañana y fuera de punta. En general esta composición debe permitir desagregar los flujos vehiculares de cada arco por tipo de vehículo según uso y tecnología (clasificación CCF8¹⁴) con el objeto de poder aplicar los factores de emisión.

En el caso las ciudades analizadas las composiciones vienen dadas de la siguiente manera:

- Gran Valparaíso: las composiciones son entregadas por el modelo de transporte y distingue flujo variable y flujos fijos dados por: camiones, taxis colectivos, buses urbanos, camiones livianos-medianos y camiones pesados.
- Red Interurbana: las composiciones son obtenidas a partir de las categorías vehiculares consideradas en los conteos manuales y automáticos del plan nacional de censo.

En el caso del plan Nacional de censos la información se encuentra agrupada por las siguientes categorías vehiculares (conteos manuales):

- ✓ Autos, Station Wagon
- ✓ Camionetas
- ✓ Camiones Simples de 2 Ejes
- ✓ Camiones Simples de más de 2 Ejes
- ✓ Semi – Remolques

¹⁴ El detalle de las categoría vehiculares aparece en la guía metodológica para le elaboración de inventarios de emisiones.

- ✓ Remolques
- ✓ Buses, Taxibuses

En el caso de los equipos clasificadores la información se encuentra agrupada por las siguientes categorías vehiculares:

- ✓ Autos y Camionetas
 - ✓ Camiones Simples
 - ✓ Buses
 - ✓ Camiones Articulados
 - ✓ No Clasificado
- Otras ciudades Bottom UP: En este caso las composiciones vehiculares son las consideradas en las campañas de conteos vehiculares, los cuales fueron realizados en el presente estudio y otros fueron obtenidos de estudio de impacto vial, estudios de gestión de tránsito, estudios de demanda, etc. En las siguientes tablas se presentan las categorías utilizadas en las distintas ciudades:

Tabla 26: Categorías Bottom UP de Conteos disponibles

LA CALERA	SAN FELIPE	SAN ANTONIO	QUILLOTA	LOS ANDES 1	LOS ANDES 2
V.LIVIANOS	Vehículo Liviano	Automóvil	V.LIVIANOS	TX. VACIO	AUTOMOVIL PARTICULAS Y CAMIONETAS
COLECT.	Taxis Colect	Bus	TAXI COLECTIVO	TX. COL	TAXI OCUPADO
TAXI	Buses Urbanos	Camión de 2 ejes	BUS URBANO	TAXIBUS	TAXI SIN PASAJEROS
BUS Y MICROBUS	Taxibus Urbanos	Camión Ligero	BUS INTERURBAN O	BUS	BUSES
TAXIBUS	Bus Interurbano	Camión más de 2 ejes	C. LIVIANO	CAM 2E	TAXIBUS
BUS INTERUR.	Bus Rural	Furgón Pasajeros	C. MEDIANO	CAM + 2E	CAMIÓN MENOR 10 TONELADAS
C2EJES	Camión Liviano	Furgón Reparto	C.PESADO		CAMIÓN MAYOR 10 TONELADAS
CM2EJES	Camión Pesado	Taxi Básico			BICICLETAS
MOTOS	Bicicleta	Taxi Bus			MOTONETAS Y/O MOTOCICLETAS

Tabla 27: Categorías Bottom UP de Conteos Efectuados.

LIMACHE	NOGALES	CASABLANCA	LA LIGUA
Vehículos (sedán/sw) Particulares	Vehículos (sedán/sw) Particulares	Vehículos (sedán/sw) Particulares	Vehículos (sedán/sw) Particulares
Camionetas/Todo terrenos/Van/Furgones Particulares	Camionetas/Todo terrenos/Van/Furgones Particulares	Camionetas/Todo terrenos/Van/Furgones Particulares	Camionetas/Todo terrenos/Van/Furgones Particulares
Camionetas/Todo terrenos/Van/Furgones De Empresas			
Taxis básicos	Taxis básicos	Taxis básicos	Taxis básicos
Taxis colectivos	Taxis colectivos	Taxis colectivos	Taxis colectivos
Camiones Livianos	Camiones Livianos	Camiones Livianos	Camiones Livianos
Camiones Medianos	Camiones Medianos	Camiones Medianos	Camiones Medianos
Camiones Pesados	Camiones Pesados	Camiones Pesados	Camiones Pesados
Buses Interurbano	Buses Interurbano	Buses Interurbano	Buses Interurbano
Buses Urbano	Buses Urbano	Buses Urbano	Buses Urbano
Buses Rural	Buses Rural	Buses Rural	Buses Rural
Buses Institucional	Buses Institucional	Buses Institucional	Buses Institucional
Motos 2 tiempos	Motos 2 tiempos	Motos 2 tiempos	Motos 2 tiempos
Motos 4 tiempos	Motos 4 tiempos	Motos 4 tiempos	Motos 4 tiempos

Tal como es posible apreciar, en todos los casos señalados, las categorías vehiculares que proceden de la información base, no son suficientemente detalladas para obtener las categorías CCF8. Por tanto a partir del uso combinado de la información de permisos de circulación del INE y plantas de revisión técnica es posible agrupar los vehículos por tipo y años de ingreso y con esto asignar el código CCF8 que corresponda.

- Variación temporal de los flujos

La metodología de cálculo de emisiones considera la construcción de perfiles temporales semanal y mensual, para la expansión de los flujos. En general estos perfiles se obtienen a partir de campaña de conteo y se asignan por sectores geográficos, es decir todos los arcos de un mismo sector poseen los mismos perfiles. En Anexo se presenta a modo de ejemplo perfiles temporales utilizados en la V Región.

7.3 Información de Entrada metodología Top Down

En el caso de la metodología Top Down, el algoritmo de cálculo es el siguiente:

$$E_c = \sum_i \sum_j FE(v)_{ck} * P_i * C_{ik} * KR_k$$

Ecuación 3

Donde:

- E_c : Emisión total del contaminante c en una ciudad de tamaño de parque vehicular p.
- $FE(v)_{ck}$: Factor de emisión para el contaminante c del vehículo tipo i de tecnología k evaluada a una velocidad v promedio característica por tipo de vehículo y tamaño del parque vehicular de la zona en estudio obtenidos a partir de ciudades que cuentan con modelo de transporte. Corregido por deterioro y composición del combustible.
- P_i : Parque de vehículos tipo i las que pueden ser obtenidas directamente a partir de agrupaciones del parque vehicular del INE.
- C_{ik} : Composiciones vehiculares para transformar vehículos tipos i en vehículos tipo K compatibles con los factores de emisión de las ciudades que cuentan con modelo de transporte.
- KR_i : Kilómetros promedios recorridos por el tipo de vehículos k en una ciudad de tamaño de parque p.
- K : La tecnología k es equivalente a las descritas para ciudades que cuentan con modelo de transporte.

Tal como puede ser observado, la aproximación Top-Down (TD) del inventario de fuentes móviles, considera el uso de las mismas categorías vehiculares y niveles normativos que la prevista para el modelo Bottom-Up (categorías k), provenientes de la asimilación de la legislación chilena con la legislación europea (Ver guía metodológica). Por lo tanto la metodología TD debe estimar el parque (número de vehículos) y el nivel de actividad (total kilómetros-vehículo), para cada celda de la grilla categoría-norma. Con respecto a los factores de emisión el modelo es idéntico al utilizado en la metodología Bottom UP basado en factor COPERT IV, corregidos por la composición del combustible y el deterioro.

Con respecto al parque vehicular, este es obtenido desde la bases de datos de permiso de circulación del INE y las composiciones a nivel de CCF8 se obtienen al igual que en el caso de la metodología Bottom UP combinado los datos del INE con los datos de plantas

de revisión técnica. En las siguientes tablas y graficos se presentan estadísticas generales de parque y composición utilizados en la metodología Top Down:

Tabla 28: Parque Vehicular total V Región Agrupada por CCF6.

Tipo Vehículo	Vehículos
Vehículos livianos de pasajeros	188139
Vehículos livianos comerciales de uso particular	56547
Vehículos livianos comerciales de uso de empresas	14692
Vehículos medianos	51
Vehículos de alquiler	1425
Taxis colectivos	9409
Camiones livianos	7207
Camiones medianos	3885
Camiones pesados	3057
Buses interurbanos	942
Buses licitados urbanos	2205
Buses rurales	1347
Buses particulares e institucionales	368
Motocicletas	6329
Total	295604

Fuente: Elaboración propia a partir de parque vehicular INE.

Tabla 29: Parque Vehicular V Región por CCF6 y por Comuna.

Comuna	Vehículos livianos de pasajeros	Vehículos livianos comerciales de uso particular	Vehículos livianos comerciales de uso de empresas	Vehículos medianos	Vehículos de alquiler	Taxis colectivos	Camiones livianos	Camiones medianos	Camiones pesados	Buses interurbanos	Buses licitados urbanos	Buses rurales	Buses particulares e institucionales	Motocicletas	Total
Algarrobo	5059	1159	301	1	45	35	51	28	3	1	2	1	0	168	6854
Cabildo	1449	1030	268	1	22	57	211	113	21	8	18	11	3	48	3259
Calera	3902	1515	394	1	44	270	241	130	19	22	50	31	8	169	6796
Calle Larga	1025	451	117	0	8	68	82	44	86	13	31	19	5	69	2019
Cartagena	1089	516	134	0	20	108	96	51	129	6	15	9	2	34	2210
Casablanca	2228	1086	282	1	55	23	137	74	151	11	25	15	4	75	4167
Catemu	805	521	135	0	1	31	90	49	68	10	24	15	4	63	1818
Concón	6344	1613	419	1	2	31	444	239	245	3	6	4	1	111	9463
El Quisco	1922	619	161	1	56	63	39	21	13	1	2	1	0	48	2947
El Tabo	1786	559	145	1	25	35	52	28	32	1	2	1	0	37	2705
Hijuelas	1163	897	233	1	0	60	234	126	49	19	45	27	7	75	2937
La Cruz	2207	835	217	1	35	34	144	78	63	15	34	21	6	77	3766
La Ligua	3022	1682	437	2	106	63	279	151	32	9	21	13	4	111	5931
Limache	3922	1578	410	1	14	251	252	136	16	40	93	57	16	0	6786
Llailay	1333	742	193	1	61	47	100	54	26	8	18	11	3	106	2702
Los Andes	7555	2239	582	2	71	464	298	161	116	49	116	71	19	556	12299
Nogales	1636	942	245	1	4	63	151	81	26	70	163	100	27	71	3579
Olmué	1552	836	217	1	1	130	97	53	40	23	55	34	9	62	3110
Panquehue	510	321	83	0	0	0	62	33	85	20	46	28	8	24	1220
Papudo	1089	410	107	0	0	15	15	8	0	0	1	1	0	31	1677
Petorca	503	685	178	1	4	21	63	34	5	12	29	18	5	14	1572
Puchuncaví	3810	1177	306	1	1	75	88	48	75	11	25	15	4	81	5717
Putendo	765	589	153	1	27	43	77	42	19	14	32	19	5	49	1835
Quillota	7308	2630	683	2	110	477	377	203	55	22	52	32	9	337	12298
Quilpué	15302	3538	919	3	67	815	420	226	76	49	115	70	19	344	21963
Quintero	1523	627	163	1	11	199	70	37	70	7	16	10	3	47	2783
Rinconada	1020	574	149	1	0	59	89	48	57	9	22	14	4	77	2123
San Antonio	5179	2070	538	2	15	965	426	230	678	70	163	99	27	235	10697

San Esteban	1571	865	225	1	7	111	103	55	22	5	11	7	2	120	3105
San Felipe	7801	2659	691	2	77	399	384	207	92	31	72	44	12	405	12876
Santa María	1111	704	183	1	0	1	96	52	11	12	29	18	5	119	2341
Santo Domingo	4077	1156	300	1	1	77	106	57	172	3	7	4	1	111	6073
Valparaíso	24039	6352	1650	6	210	2180	672	362	322	173	405	248	68	521	37208
Villa Alemana	6360	1556	404	1	19	672	159	85	25	42	99	61	17	213	9714
Viña del Mar	51373	9733	2529	9	300	1463	971	524	156	149	348	213	58	1525	69351
Zapallar	6799	2081	541	2	6	4	31	17	2	5	11	7	2	196	9703
Total	188139	56547	14692	51	1425	9409	7207	3885	3057	942	2205	1347	368	6329	295604

Fuente: Elaboración propia a partir de parque vehicular INE.

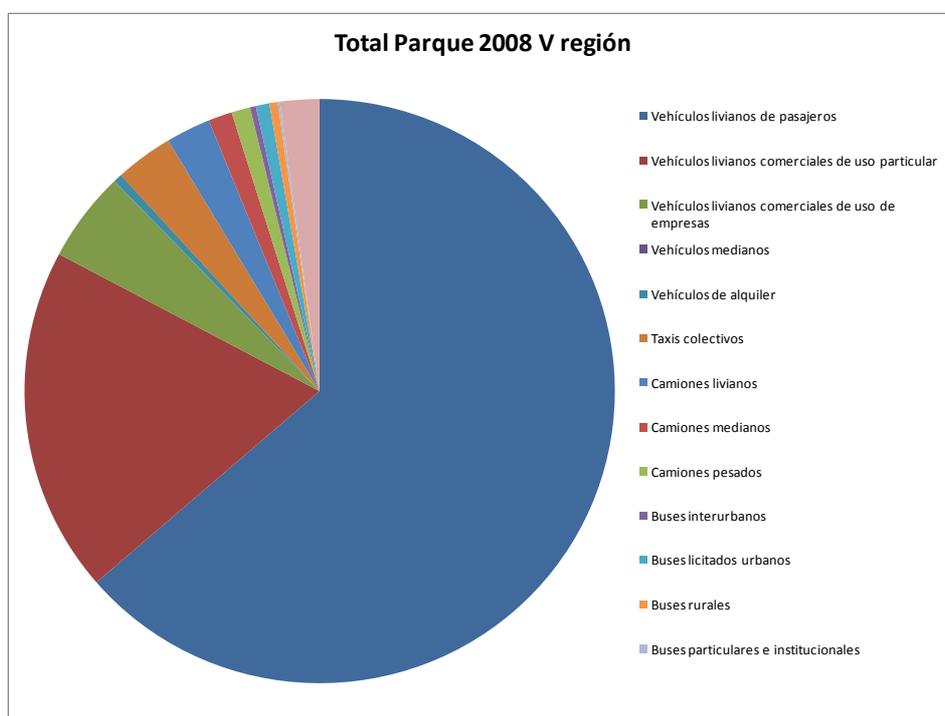


Figura 40. Distribución del Parque Vehicular en la V Región por CCF6.

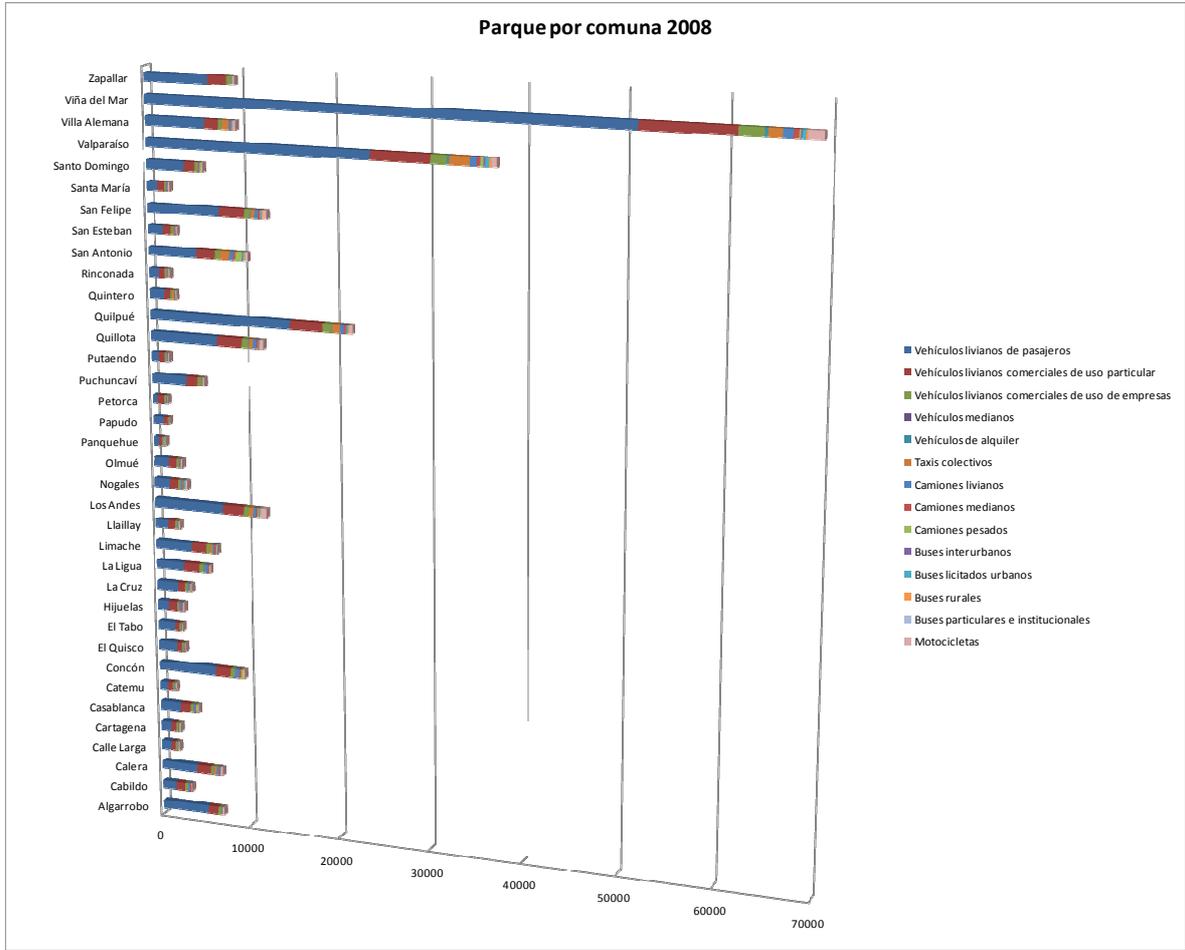


Figura 41. Parque Vehicular en la V Región por CCF6.

En anexo 9 se entrega el detalle de las composiciones tecnológicas utilizadas por comuna en la metodología Top Down.

El último paso consistió en la determinación de los kilómetros promedio por tipo de vehículo para lo cual se utilizó la siguiente metodología:

Tabla 30: Metodologías de estimación de Kilómetros Promedio para las distintas categorías vehiculares.

CATEGORÍA VEHICULAR	METODOLOGÍA ESTIMACIÓN NA
VEHÍCULOS LIVIANOS PASAJEROS	ENCUESTA A USUARIOS DE PRT SOBRE KILÓMETROS RECORRIDOS Y HÁBITOS DE CIRCULACIÓN EN LA REGIÓN (SE PRESUME QUE CERCA DEL 100% DE LOS KILÓMETROS – VEHÍCULO EN ESTA CATEGORÍA ES RECORRIDO DENTRO DE LA REGIÓN).
VEHÍCULOS LIVIANOS COMERCIALES	
VEHÍCULOS MEDIANO	
BUSES URBANOS	
BUSES RURALES	
BUSES INTERURBANOS	ENCUESTA EN TERMINALES INTERURBANOS SOBRE FOLTA, FRECUENCIAS Y ORÍGEN-DESTINO (MEDIANTE ESTAS ENCUESTAS SE ESTIMA POSIBLE DETERMINAR LA FRACCIÓN DE KILÓMETROS-VEHÍCULO DE ESTA CATEGORÍA RECORRIDOS DENTRO DE LA REGIÓN).
CAMIONES	SE DETERMINARÁ SOBRE LA BASE DE LOS FLUJOS DE CAMIONES EN LA RED VIAL OBTENIDOS A PARTIR DE LAS ENCUESTAS DE VIALIDAD Y OTRAS MEDICIONES DE FLUJO VEHICULAR DISPONIBLES. (SE ESTIMA QUE SÓLO UNA FRACCIÓN DE LOS KILÓMETROS-VEHÍCULO DE ESTA CATEGORÍA SON RECORRIDOS DENTRO DE LA REGIÓN).

Finalmente en la siguiente tabla se presentan los valores de kilómetros obtenidos por tipo de vehículo:

Tabla 31: Kilómetros promedio por tipo de Vehículo.

Tipo Vehículo	Kilómetros/Vehículo
Bus	30212
Camión liviano - Mediano	3789
Camión Pesado	24445
Comerciales	17788
Motos	8492
Particulares	18514
taxi - taxi colectivo	39592
Medianos	35751

Fuente: Elaboración propia

Con respecto a las velocidades, estas fueron determinadas a partir de la información disponible en ciudades Bottom Up. y fueron agrupadas según el tamaño del parque vehicular en cada ciudad. En la siguiente tabla se entregan los valores utilizados:

Tabla 32: Velocidades promedio por tipo de Vehículo.

Tipo Vehículo	Velocidad por tamaño de parque		
	<= 25.000	> 25.000 <= 50.000	> 50.000
Bus	20	23	19
Camión liviano - Mediano	31	38	43
Camión Pesado	35	47	46
Comerciales	36	37	37
Motos	35	37	36
Particulares	35	37	39
taxi - taxi colectivo	27	29	25

Fuente: Elaboración propia

7.4 Validación de Resultados de Emisiones

En esta sección se entregan las emisiones para aquellas ciudades en las cuales se utilizó la metodología Bottom UP y Top Down en forma simultánea, lo cual fue hecho con el objetivo de comparar las emisiones y validar los resultados. Para esto se han seleccionado contaminantes adecuados para este fin. En el caso de CO y COV estos contaminantes son principalmente representativos de los vehículos gasolineros y en el caso de SO_x, MP los valores son representativos de los vehículos diesel, principalmente camiones y buses; En el caso de NO_x el aporte es dividido entre vehículos pesados y livianos¹⁵.

En la siguiente tabla se resumen los resultados obtenidos:

¹⁵ Ver gráficos en resultados de fuente móviles dentro de este capítulo, donde es posible observar las tendencias señaladas en este análisis.

Tabla 33: Emisiones Top Down y Bottom UP comparadas

Valores en Ton/Año año 2008

CIUDAD	VOC		CO		SOX		NOX		MP	
	TD	BU	TD	BU	TD	BU	TD	BU	TD	BU
LA CALERA	103	103	1094	907	2	3	315	129	6	7
SAN FELIPE	180	135	1860	1190	4	5	527	185	11	11
SAN ANTONIO	177	370	1672	3184	8	17	746	698	20	35
LOS ANDES	185	328	1901	2890	5	15	616	803	11	36
QUILLOTA	196	280	2104	2316	3	12	565	442	8	23
LIMACHE	109	84	1217	768	3	3	430	92	6	5
NOGALES	61	61	596	238	3	3	357	132	8	7
CASABLANCA	61	169	661	794	2	8	217	325	4	18
LA LIGUA	88	81	967	620	2	5	267	194	4	10
VALPARAISO	553	583	6242	6644	14	17	2233	1360	28	47
VIÑA DEL MAR	858	859	9503	9932	17	25	2667	2078	35	72
VILLA ALEMNA	164	127	1804	1421	3	4	570	313	7	12
QUILPUE	338	271	3757	3182	5	8	1023	687	12	22
CONCON	100	237	1082	2762	3	5	317	464	6	15
Total	3172	3688	34459	36847	76	131	10850	7899	165	319

Fuente: Elaboración propia

A continuación se presentan los gráficos comparativos para cada contaminante:

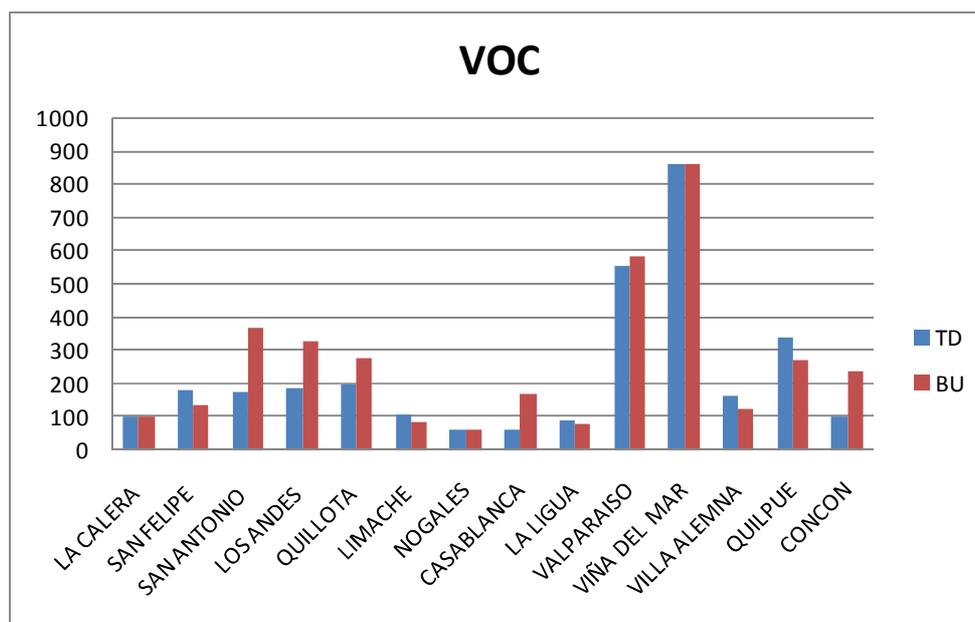


Figura 42. Comparación Emisiones de COV (Ton/año) Top Down v/s Bottom UP.

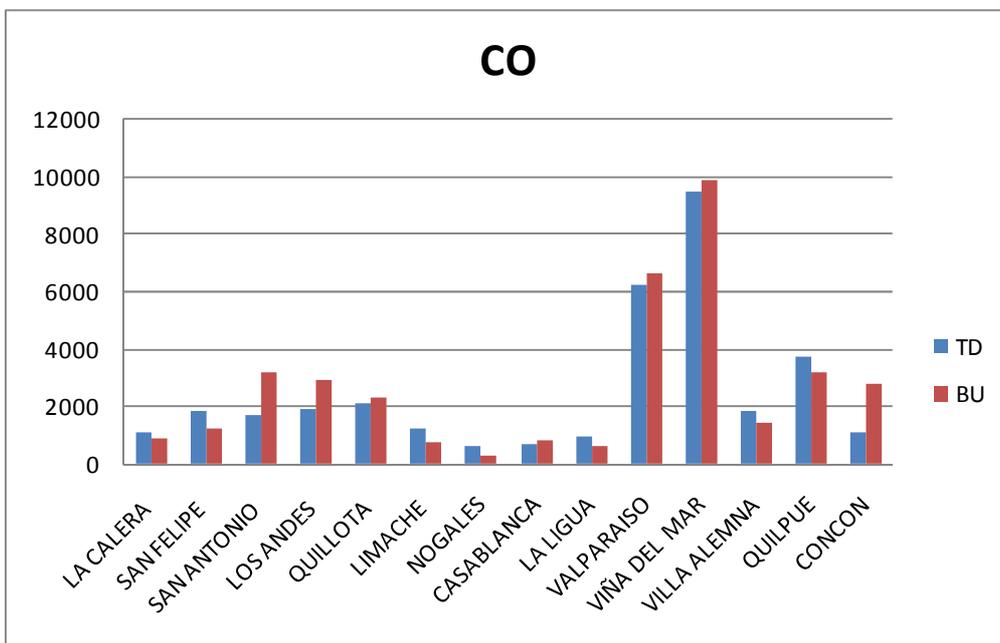


Figura 43. Comparación Emisiones de CO (Ton/año) Top Down v/s Bottom UP.

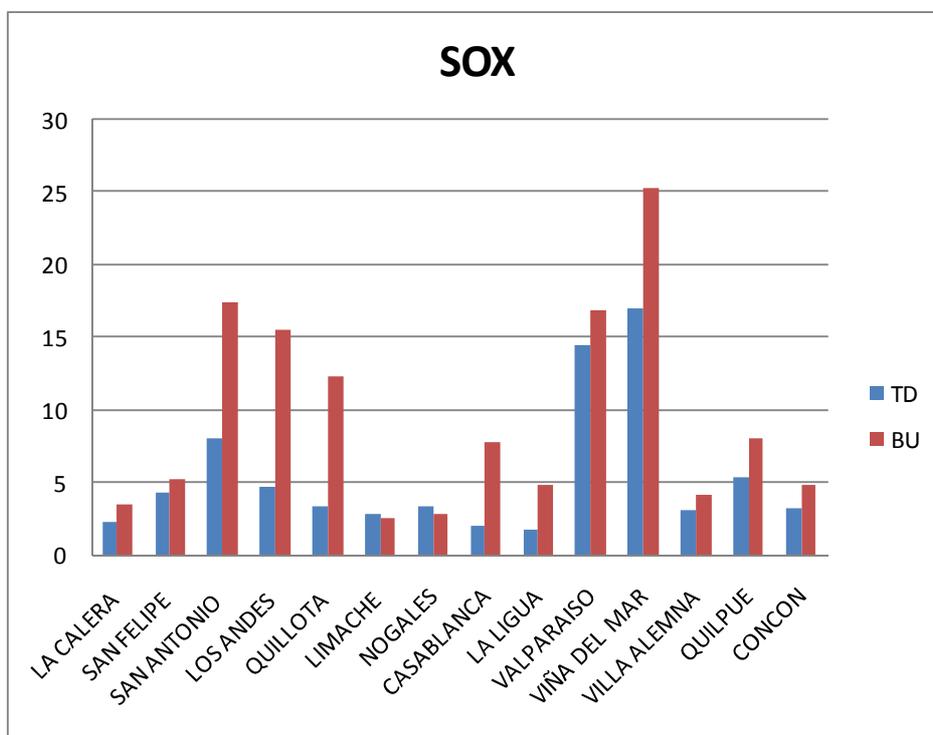


Figura 44. Comparación Emisiones de SOx (Ton/año) Top Down v/s Bottom UP.

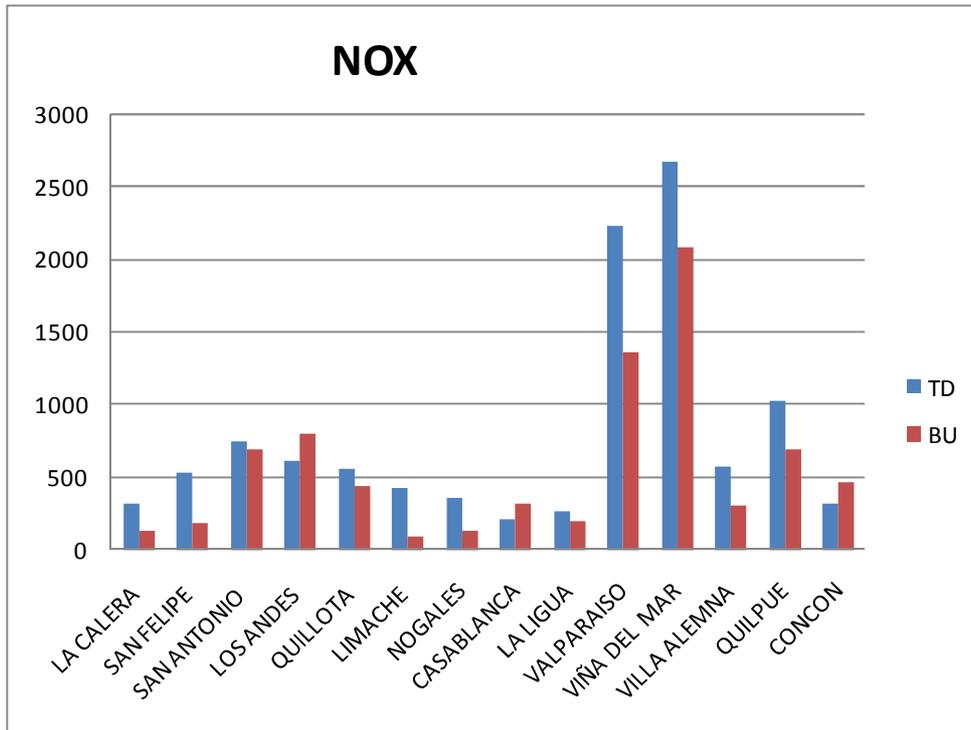


Figura 45. Comparación Emisiones de NOx (Ton/año) Top Down v/s Bottom UP.

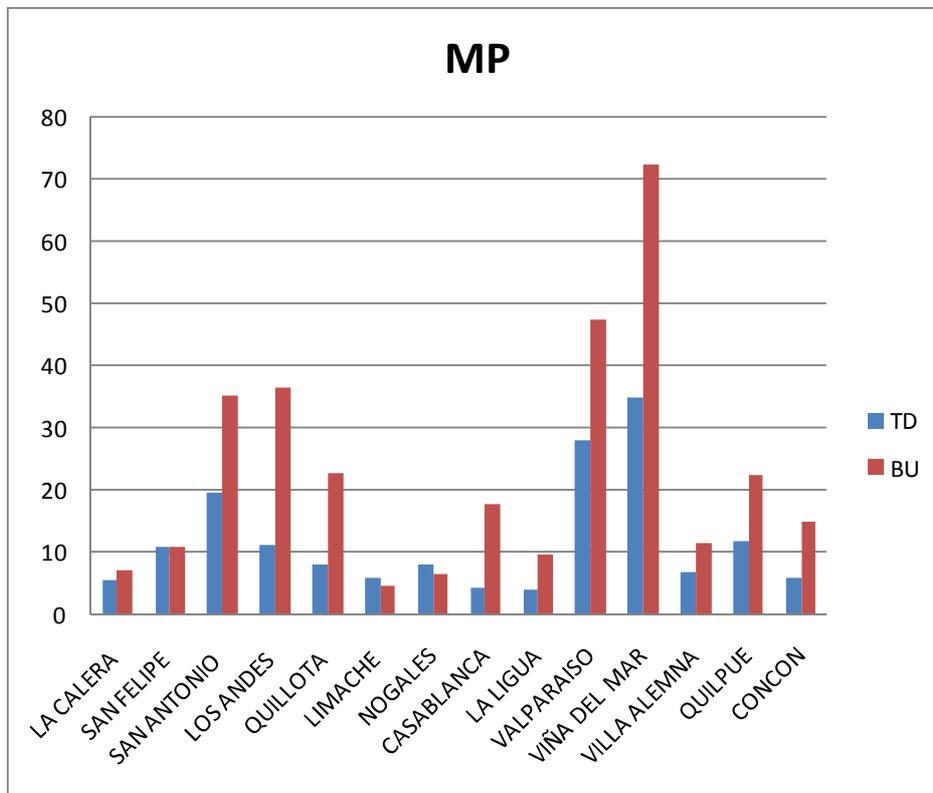


Figura 46. Comparación Emisiones de MP (Ton/año) Top Down v/s Bottom UP.

Finalmente se presentan gráficos con las sumas totales Botton Up v/s Top Down.

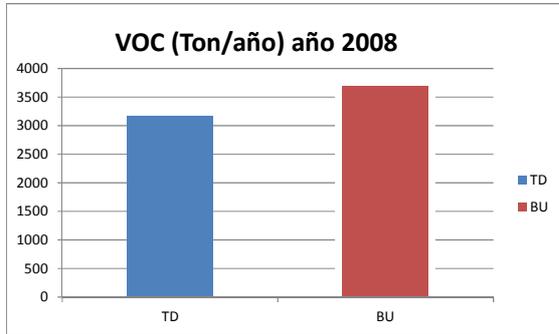


Figura 47. Comparación VOC Total (Ton/año) Top Down v/s Bottom UP.

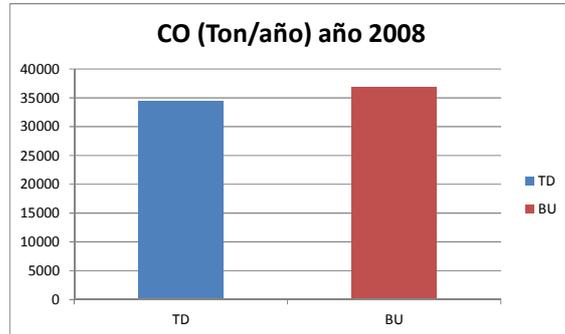


Figura 48. Comparación CO Total (Ton/año) Top Down v/s Bottom UP.

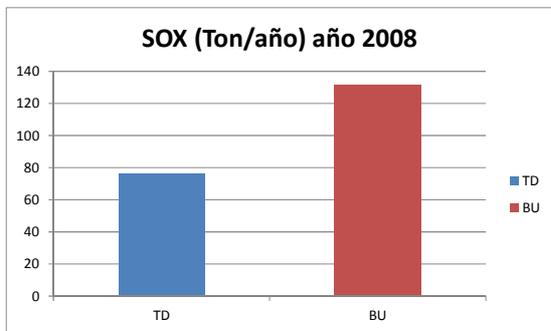


Figura 49. Comparación Sox Total (Ton/año) Top Down v/s Bottom UP.

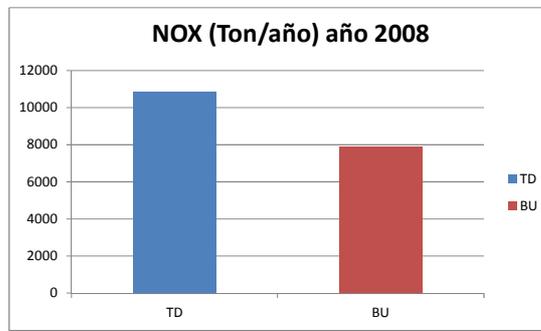


Figura 50. Comparación NOx Total (Ton/año) Top Down v/s Bottom UP.

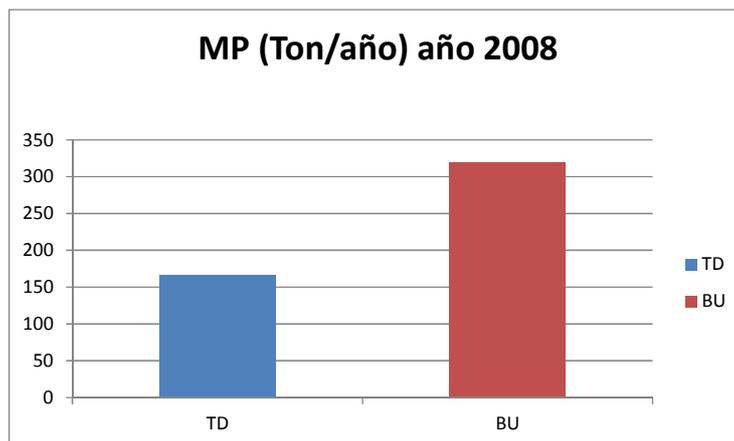


Figura 51 Comparación MP Total (Ton/año) Top Down v/s Bottom UP

Al analizar los resultados de CO y COV y considerando que estas emisiones se encuentran dadas principalmente por vehículos livianos, es posible observar que las emisiones de este tipo de vehículos se ajustan muy bien entre ambas metodologías y en

unas ciudades los valores de Top down son más altos que los Bottom Up, pero en otras ciudades ocurre a la inversa. Además, al ver las emisiones totales para estas ciudades se observa que el efecto se compensa, lo cual implica que existen ciudades en donde el parque vehicular explica un flujo menor a lo observado en las calles, en cuyo caso los resultados top down son menor a los bottom y en otras ciudades ocurre el efecto contrario. En conclusión, en el caso de vehículos livianos los resultados de la metodología Top Down y Bottom Up son muy buenos desde el punto de vista de los niveles de actividad y sus diferencia son principalmente por la distribución espacial de los viajes dentro de la Región.

En el caso de MP¹⁶ y SOx, los vehículos pesados tienen una importante participación en las emisiones y en este caso se debe destacar, que en el caso de camiones el lugar en donde sacan su revisión técnica no necesariamente indica el lugar donde estos realizan su actividad, en especial los camiones pesados donde muchos viajes son entre regiones. En el caso de los buses interurbanos sucede algo equivalente. Por tanto, este tipo de vehículos pesados hacen bajar el desempeño del modelo Top Down pero también hay que considerar que en los modelos bottom Up también la asignación de camiones representa mayor incertidumbre que el resto de las rutas fijas lo cual también afecta el desempeño del modelo Bottom UP. Otro aspecto que puede producir diferencias en general para los vehículos pesados incluyendo buses urbanos, es la posibilidad de obtener los permisos de circulación en zonas distintas en relación a la zona en que realizan su servicio, lo cual también produce distorsiones entre la Top Down y Bottom Up.

Con respecto a la distribución del MP y SOX es posible observar que estas siguen la misma tendencia y en la suma total de las Bottom Up es Mayor que las Top Down y esto es consecuencia que en la Región circulan más vehículos pesados que los kilómetros estimados mediante Top down, a partir de los camiones con permisos de circulación de la Región. Esto se puede apreciar considerablemente en las principales ciudades de la región, tal como San Antonio, Los Andes, Quillota, Viña del Mar y en una menor medida en Valparaíso; en general en todas ellas el nivel de actividad estimado mediante Bottom Up para vehículos pesados es mayor que la Top Down.

Con respecto al NOx se puede observar que el comportamiento es contrario al del MP y SOx, ya que en este caso la Top down entrega valores más altos, pero en este caso a diferencia del MP y SOX, la magnitud de la emisión es una ponderación entre vehículos livianos y pesados. A continuación se presenta a modo de ejemplo un análisis de Viña del Mar la cual posee el mayor aporte a las emisiones de NOx.

¹⁶ En el caso de vehículos gasolineros es importante aclarar que las emisiones de MP corresponden principalmente al desgaste de freno y neumáticos y no al tubo de escape como en el caso de vehículos diesel.

Si vemos las dos gráficas siguientes, es posible observar comparativamente el caso de los NOx y SOx; en ambos casos, para cada tipo de vehículo los modelos siguen la misma tendencia, por ejemplo para buses licitados y comerciales de uso particular es más alta la Bottom Up que la Top Down y para vehículos de pasajeros es más alta la Top Down que la Bottom UP, no obstante, para el caso del NOx las emisiones de vehículos livianos son muchos más alta que para la otras categorías y en caso SOx son los buses los que predominan, por tanto en el primer caso predomina el efecto de los particulares y la suma de las Top Down son más altas que las Bottom UP y en el caso de SOx las emisiones de buses y comerciales predominan y por tanto predominan emisiones Bottom Up superiores a las Top Down. En definitiva esto sucede porque la proporción de los factores de emisión de una categoría vehicular a otra es cambiante con el contaminante.

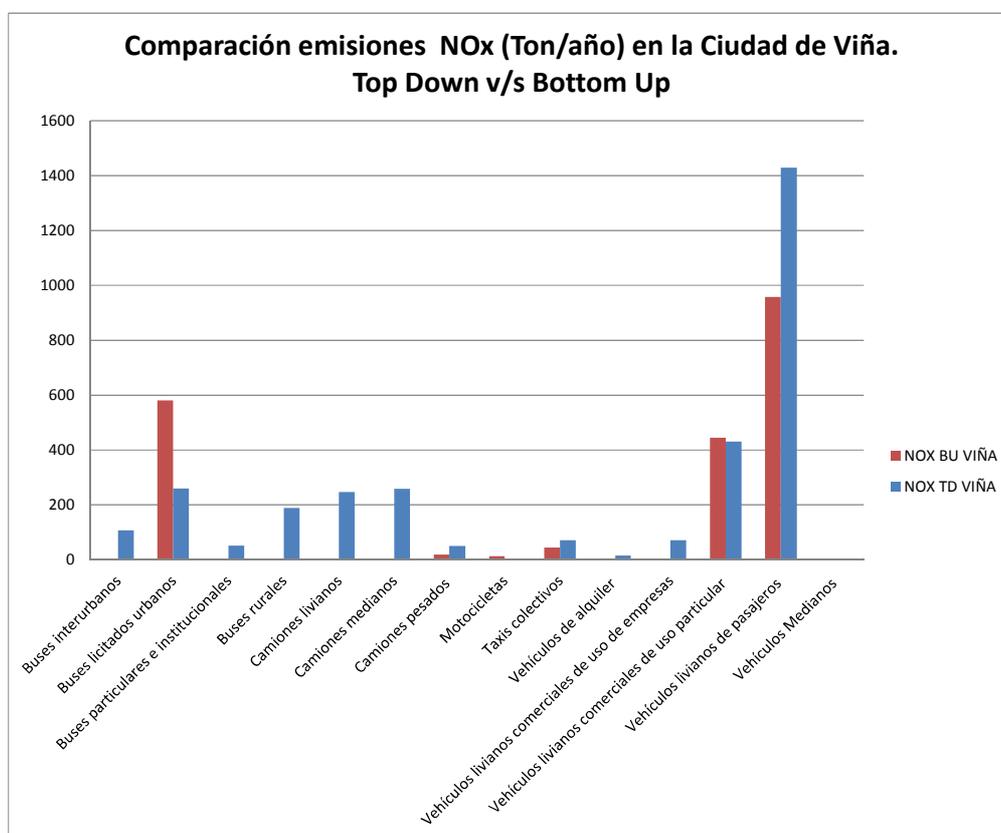


Figura 52 Comparación NOx Total (Ton/año) Top Down v/s Bottom UP ciudad de Viña del Mar por tipo de vehículo.

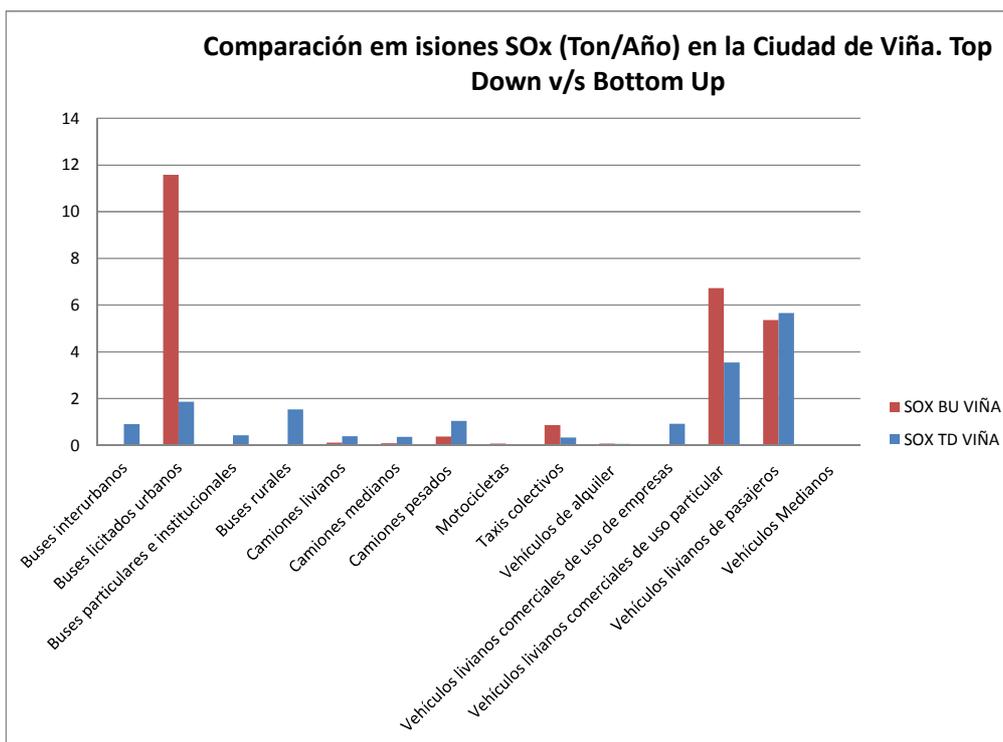


Figura 53 Comparación SOx Total (Ton/año) Top Down v/s Bottom UP ciudad de Valparaiso por tipo de vehículo.

De todo el análisis se desprende, que en el caso de vehículos pesados, a pesar de los problemas señalados en el desempeño de la metodología Top Down y Bottom Up, los resultados de la Top Down son aceptables para una primera aproximación al problema.

Por tanto en las ciudades del inventario de la V región, que no cuentan con una metodología Bottom Up, ha sido posible en el presente estudio efectuar estimaciones de buena representatividad mediante el uso de la metodología Top Down además se debe recordara que todas las ciudades sobre 25000 abitante sfueron estimadas con metodologías Bottom UP.

Finalmente es importante destacar que la validación Top Down v/s Bottom Up ha permitido determinar con mayor grado de confianza los niveles de actividad de la metodología de fuentes móviles. Pero sí consideramos que en ambos casos los factores de emisión utilizados son los mismos, se debe aclarar que la validación de las emisiones finales requiere de la modelación del inventario de emisiones y su comparación con la calidad del aire.

7.5 Resultados de Emisiones Fuentes Móviles

A continuación se entregan las emisiones de las ciudades estimadas con metodología Bottom Up y Top Down, dejando claro que en este caso las ciudades que poseen estimación Top Down y Bottom Up en forma simultanea, se incluyen con su valor Bottom Up en el inventario final.

Tabla 34: Emisiones por Categoría Vehicular para Ciudades Top Down
Valores en Ton/Año, año 2008

Categoría	PTS	MP10	MP 2,5	CO	NOx	VOC	SOx	NH3
Buses interurbanos	5	5	4	25	92	10	2	0
Buses licitados urbanos	10	10	9	112	242	29	3	0
Buses particulares e institucionales	2	2	1	21	54	4	1	0
Buses rurales	6	6	5	77	197	13	2	0
Camiones livianos	2	2	2	11	27	6	1	0
Camiones medianos	1	1	1	7	29	11	1	0
Camiones pesados	9	9	9	66	274	18	5	0
Motocicletas	1	1	1	188	2	50	0	0
Taxis colectivos	1	1	1	221	71	21	0	2
Vehículos de alquiler	0	0	0	67	20	6	0	1
Vehículos livianos comerciales de uso de empresas	3	3	3	453	133	40	1	3
Vehículos livianos comerciales de uso particular	10	10	10	3214	811	220	6	12
Vehículos livianos de pasajeros	12	12	11	5804	1205	524	4	33
Vehículos Medianos	0	0	0	3	1	0	0	0
Total general	61	61	56	10269	3158	952	26	51

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 35: Emisiones Ciudades Bottom Up
Valores en Ton/Año, año 2008

Categoría	PTS	MP10	MP 2,5	CO	NOx	VOC	SOx	NH3
Buses interurbanos	40	40	37	190	1068	49	14	0
Buses licitados urbanos	105	105	96	580	2219	278	44	0
Buses particulares e institucionales	6	6	6	29	152	11	3	0
Buses rurales	24	24	22	112	605	41	12	0
Camiones livianos	86	86	79	357	1908	149	50	1
Camiones medianos	61	61	56	359	1745	107	42	1
Camiones pesados	101	101	93	499	2314	127	49	1
Motocicletas	6	6	6	2721	64	494	0	0
Taxis colectivos	12	12	11	895	159	80	5	25
Vehículos de alquiler	3	3	3	342	41	31	1	6
Vehículos livianos comerciales de uso de empresas	20	20	18	1971	398	88	8	10
Vehículos livianos comerciales de uso particular	100	100	92	10911	2389	657	45	72
Vehículos livianos de pasajeros	98	98	90	31527	4108	2664	25	249
Vehículos Medianos	0	0	0	6	1	0	0	0
Total general	663	663	610	50497	17172	4776	297	366

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 36: Emisiones Totales Fuentes Móviles Bottom Up (urbana e interurbana)+Top Down
(Total de ciudades en la Región)
Valores en Ton/Año, año 2008

Categoría	PTS	MP10	MP 2,5	CO	NOx	VOC	SOx	NH3
Buses interurbanos	45	45	41	215	1160	60	16	0
Buses licitados urbanos	114	114	105	691	2461	308	47	0
Buses particulares e institucionales	8	8	7	50	206	14	4	0
Buses rurales	29	29	27	188	802	54	14	0
Camiones livianos	88	88	81	367	1935	154	51	1
Camiones medianos	63	63	58	366	1775	118	42	1
Camiones pesados	111	111	102	566	2588	145	54	1
Motocicletas	7	7	6	2909	66	543	0	0
Taxis colectivos	13	13	12	1116	230	100	5	27
Vehículos de alquiler	3	3	3	408	62	38	1	7
Vehículos livianos comerciales de uso de empresas	23	23	21	2424	531	128	10	13
Vehículos livianos comerciales de uso particular	111	111	102	14125	3200	877	50	85
Vehículos livianos de pasajeros	110	110	101	37331	5313	3188	29	281
Vehículos Medianos	0	0	0	9	2	1	0	0
Total general	724	724	666	60766	20330	5728	323	417

Fuente: Elaboración Propia

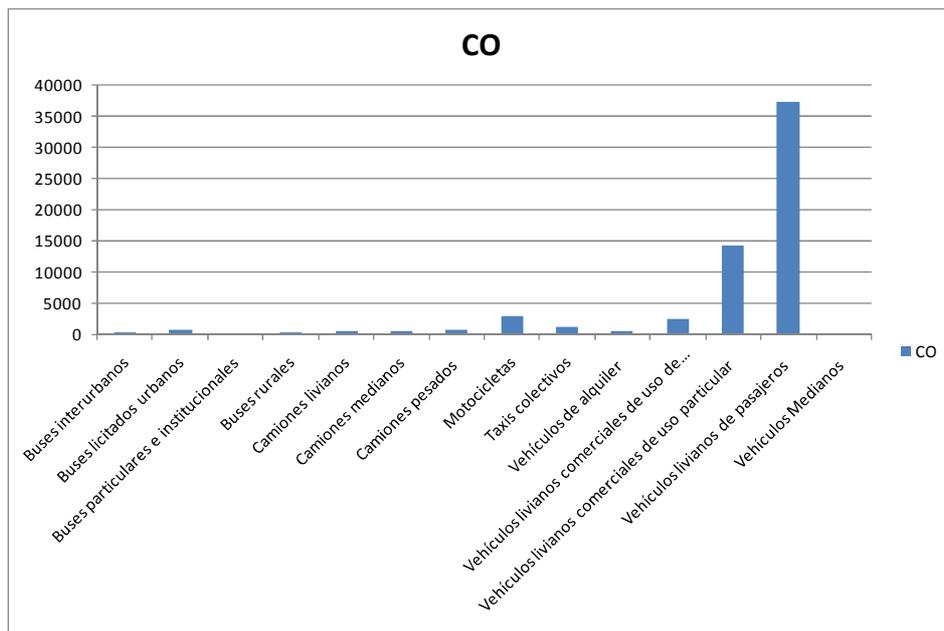


Figura 54 Emisiones de CO (Ton/Año) Totales V Región.

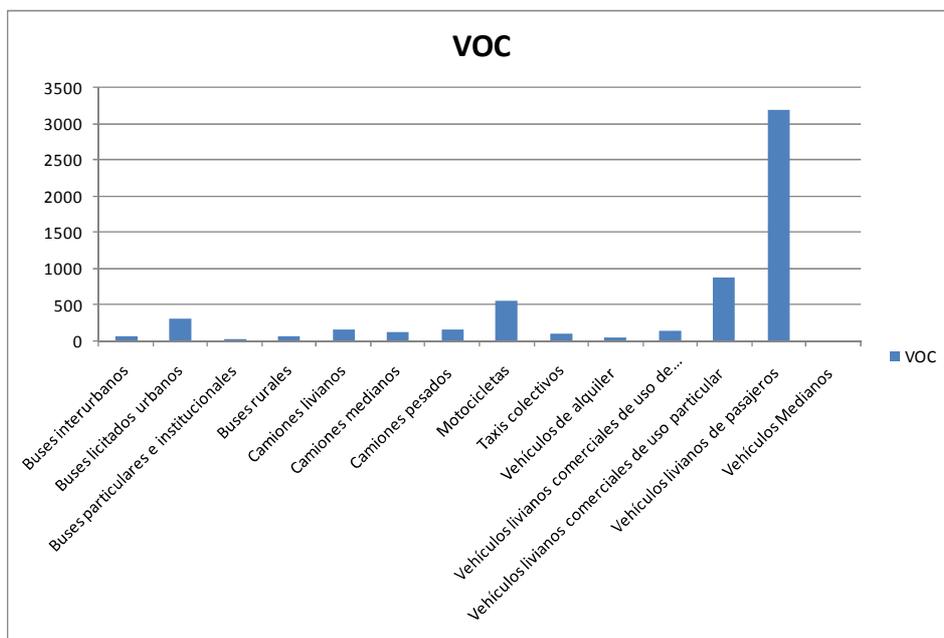


Figura 55 Emisiones de VOC (Ton/Año) Totales V Región.

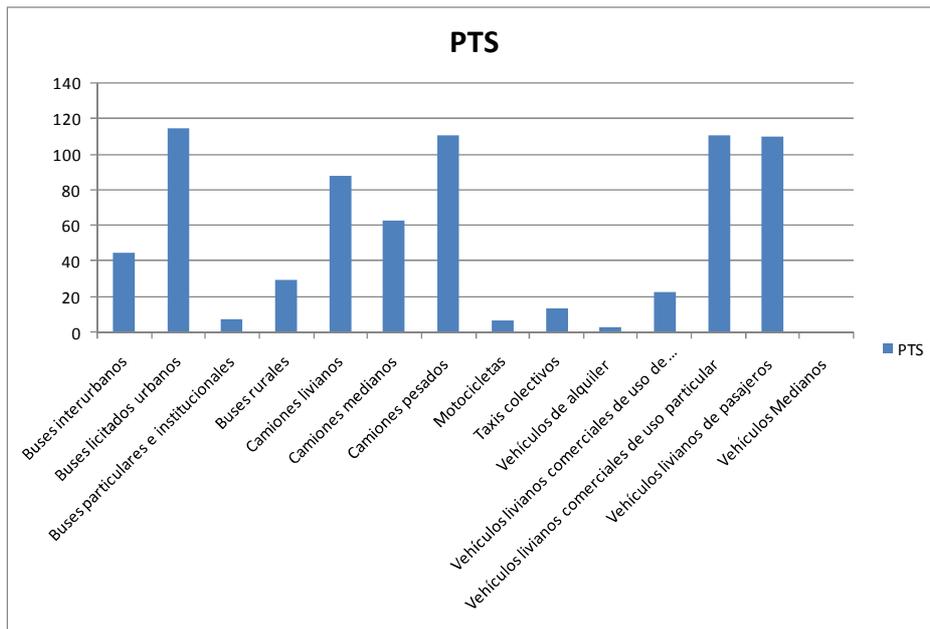


Figura 56 Emisiones de PTS (Ton/Año) Totales V Región

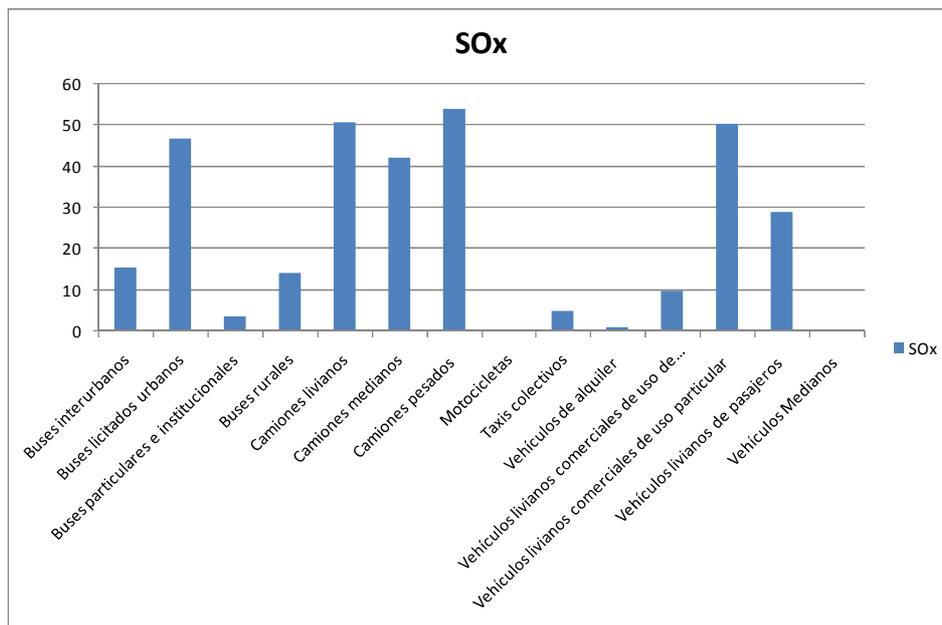


Figura 57 Emisiones de SOx (Ton/Año) Totales V Región

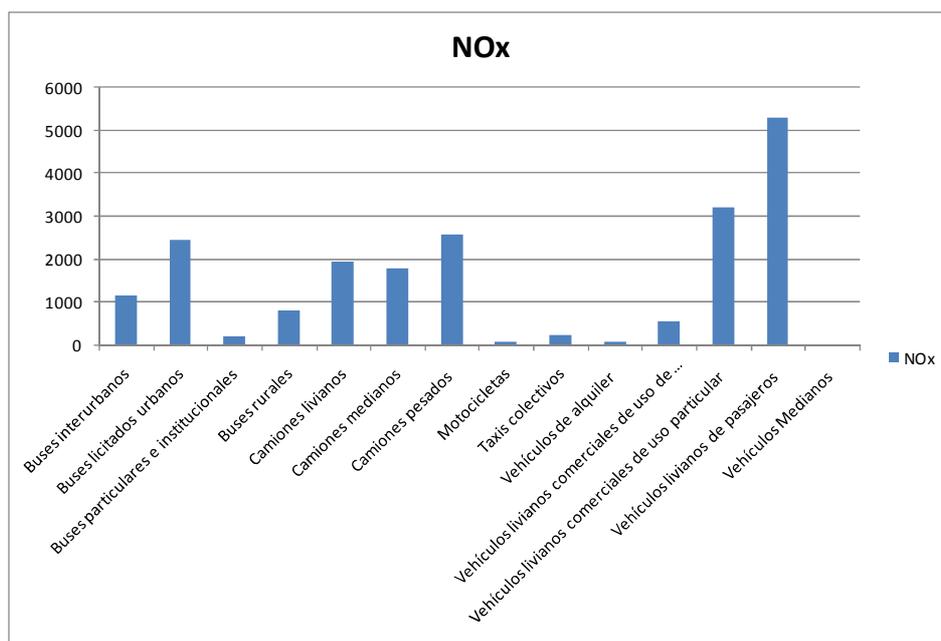


Figura 58 Emisiones de NOx (Ton/Año) Totales V Región

A continuación se entrega el total regional para emisiones evaporativas y corrección por partidas en frío, calculadas con metodología top down en todas las ciudades, las cuales se determinan exclusivamente para vehículos gasolineros.

Tabla 37: Emisiones Totales Evaporativas y corrección por partida en frío
Valores en Ton/Año

Categoría	CO	NOx	VOC
Taxis colectivos	146	12	200
Vehículos de alquiler	21	2	32
Vehículos livianos comerciales de uso de empresas	113	4	119
Vehículos livianos comerciales de uso particular	393	13	421
Vehículos livianos de pasajeros	1441	38	1700
Total general	2114	68	2472

Fuente: Elaboración Propia

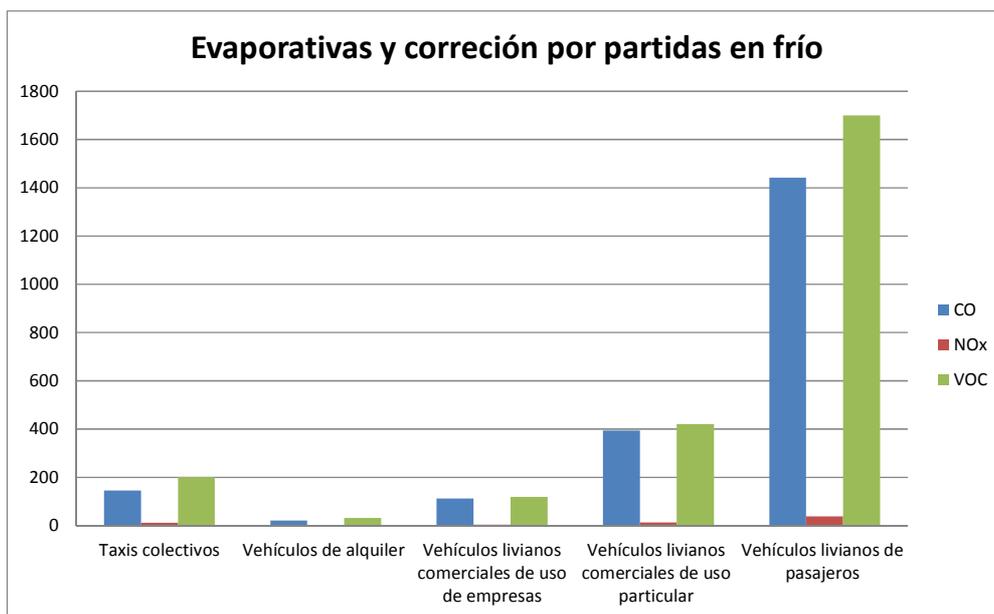


Figura 59 Emisiones (Ton/Año) Totales V Región

A continuación se entrega el total Regional para emisiones por polvo resuspendido en calles pavimentadas calculadas con metodología Top down y Bottom Up.

Tabla 38: Emisiones Totales Polvo resuspendido en calles pavimentadas
Valores en Ton/Año

Tipo de Calle pavimentada	PTS	MP10	MP 2,5
Calles pavimentadas y no pavimentadas en red urbana e interurbana Bottom UP	23918	4584	657
Calles pavimentadas y no pavimentadas en red urbana Top Down	11846	2275	326
Total	35764	6859	984

Fuente: Elaboración Propia

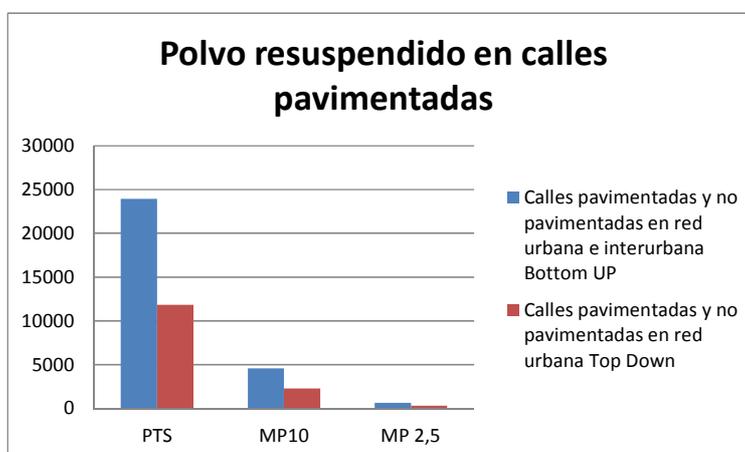


Figura 60 Emisiones de PTS, MP10 y MP2,5 (Ton/Año) Totales V Región

8 AREALES

8.1 Fuentes Residenciales

8.1.1 Combustión Externa Residencial

8.1.1.1 Combustión residencial de GLP, Gas Natural y Kerosene

Factores de Emision

Los factores de emisión para Gas Licuado, Gas Natural y Kerosene, provienen de dos fuentes de información; una corresponde al AP-42 de la EPA y la otra a la Agencia Ambiental de California (CARB). Estos valores se muestran en las Tablas siguientes:

Tabla 39. Factores de emisión por combustión residencial para GLP y Kerosene.

Combustible	TOC	CO	NO _x	SO _x ³	MP	NH ₃	Unidad
GLP ²	87,4	221,68	1090,42	1,68	33,55	2,1	Kg/1000 m ³
Kerosene ¹	298,	599,13	2156,88	4313,76	299,57	75,6	Kg/1000 m ³

1: Fuente: AP-42, EPA.

2: Fuente: CARB.

3: Corresponde a SO₂

Además se debe tener en cuenta que antes de ser utilizado el GLP en el consumo residencial, los balones de GLP al ser manipulados sufren una serie de fugas, estimadas en un 3.5%¹⁷.

Tabla 40. Factores de emisión por combustión residencial para GN.

Contaminante	FE GN (Kg/10 ⁶ m ³)
CO	640
Nox	1504
SO2	9,6
VOC	88
TOC	176
PM (total)	121,6
NH3 ¹	8339

¹⁷ "Efectos de los componentes del Gas Licuado de Petróleo en la Acumulación de Ozono en la Atmósfera de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México". Memoria Técnica del Estudio, PEMEX. 1997.

1:Fuente: Dickson R.J. et al., Development of the Ammonia Emission Inventory for the Southern California Air Quality Study Report prepared for the California Air Resources Board, SacramentoCA by RADIAN Corporation, SacramentoCA, Sept., 1991.

Niveles de Actividad

El nivel de actividad requerido para la estimación de emisiones de contaminantes para la combustión de GLP, Gas Natural y Kerosene corresponde al consumo anual para cada combustible [m³/año]. En el caso del GLP, Gas Natural y Kerosene se utilizan las estadísticas de la SEC reportadas para el año 2008 que aportan datos de consumo a nivel regional tanto para combustibles líquidos como gaseosos.

Debido a que la información reportada por la SEC se encuentra a nivel regional, se distribuye el consumo comunalmente por población. La información de población comunal para el año 2008 es obtenida de proyecciones comunales de INE para la V región.

Los valores calculados preliminarmente a partir de la información obtenida por la SEC e INE son los siguientes:

Tabla 41. Consumo Residencial de Combustible GLP, Kerosene y GN 2008, Zona de estudio.

COMUNA	GLP m³	Kerosene m³	GN Mm³
VALPARAÍSO	21.464	612,19	3.904,84
CASABLANCA	2.170	61,90	394,84
CONCÓN	4.012	114,43	729,87
JUAN FERNÁNDEZ	62	1,77	11,28
PUCHUNCAVÍ	1.206	34,39	219,37
QUILPUÉ	11.923	340,06	2.169,05
QUINTERO	1.929	55,01	350,88
VILLA ALEMANA	9.545	272,24	1.736,50
VIÑA DEL MAR	22.829	651,12	4.153,18
ISLA DE PASCUA	364	10,39	66,30
LOS ANDES	5.587	159,35	1.016,39
CALLE LARGA	861	24,55	156,61
RINCONADA	603	17,19	109,67
SAN ESTEBAN	1.310	37,35	238,23
LA LIGUA	2.869	81,84	521,98
CABILDO	1.611	45,94	293,01
PAPUDO	418	11,92	76,03
PETORCA	762	21,74	138,65
ZAPALLAR	531	15,13	96,52
QUILLOTA	6.663	190,05	1.212,20
CALERA	4.213	120,17	766,49
HIJUELAS	1.429	40,75	259,95
LA CRUZ	1.186	33,83	215,75
LIMACHE	3.444	98,22	626,52

NOGALES	1.959	55,86	356,31
OLMUÉ	1.223	34,89	222,56
SAN ANTONIO	7.553	215,42	1.374,06
ALGARROBO	918	26,18	166,98
CARTAGENA	1.770	50,47	321,94
EL QUISCO	1.056	30,12	192,11
EL TABO	787	22,44	143,12
SANTO DOMINGO	677	19,30	123,13
SAN FELIPE	5.813	165,81	1.057,60
CATEMU	1.024	29,19	186,22
LLAILLAY	1.819	51,87	330,83
PANQUEHUE	571	16,29	103,91
PUTAENDO	1.295	36,95	235,66
SANTA MARÍA	1.111	31,67	202,04
Total Zona de Estudio	134.564	3.838,00	24.480,60

Fuente: SEC

En las siguientes figuras, se puede apreciar la distribución comunal de los consumos de combustibles en las 38 comunas de la región:

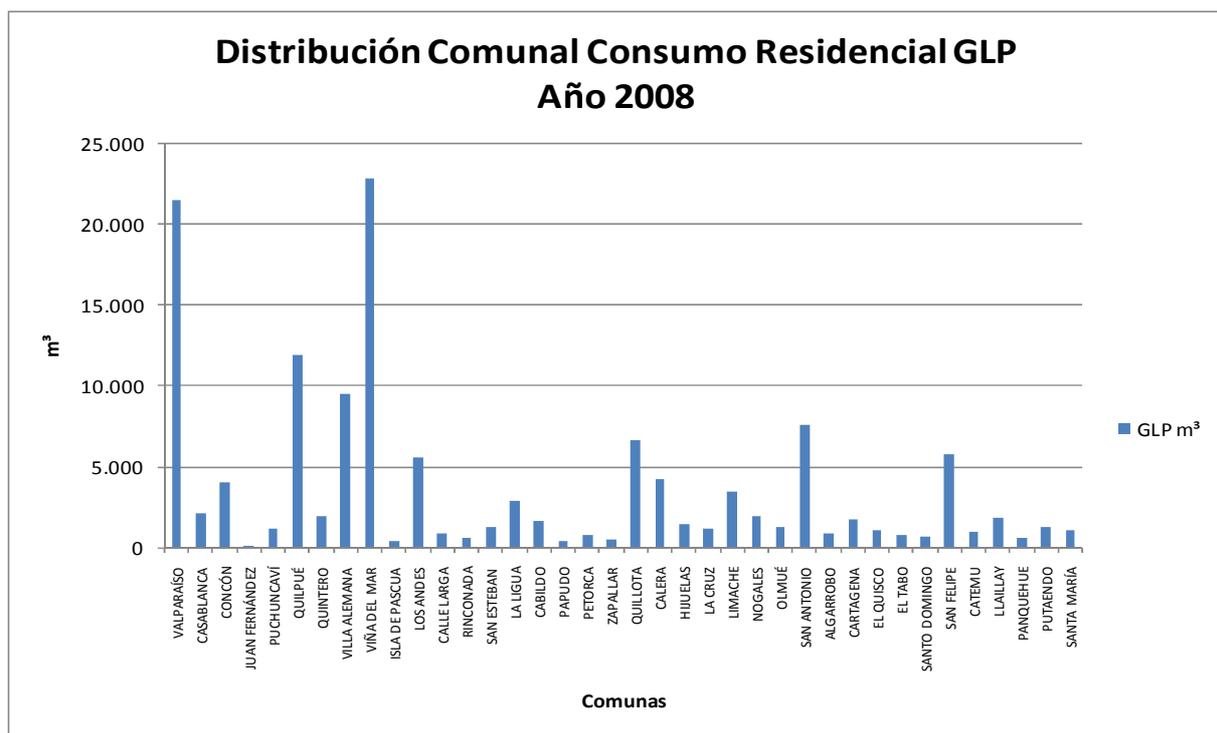


Figura 61. Distribución comunal de consumo de GLP residencial para el año 2008 (m³)

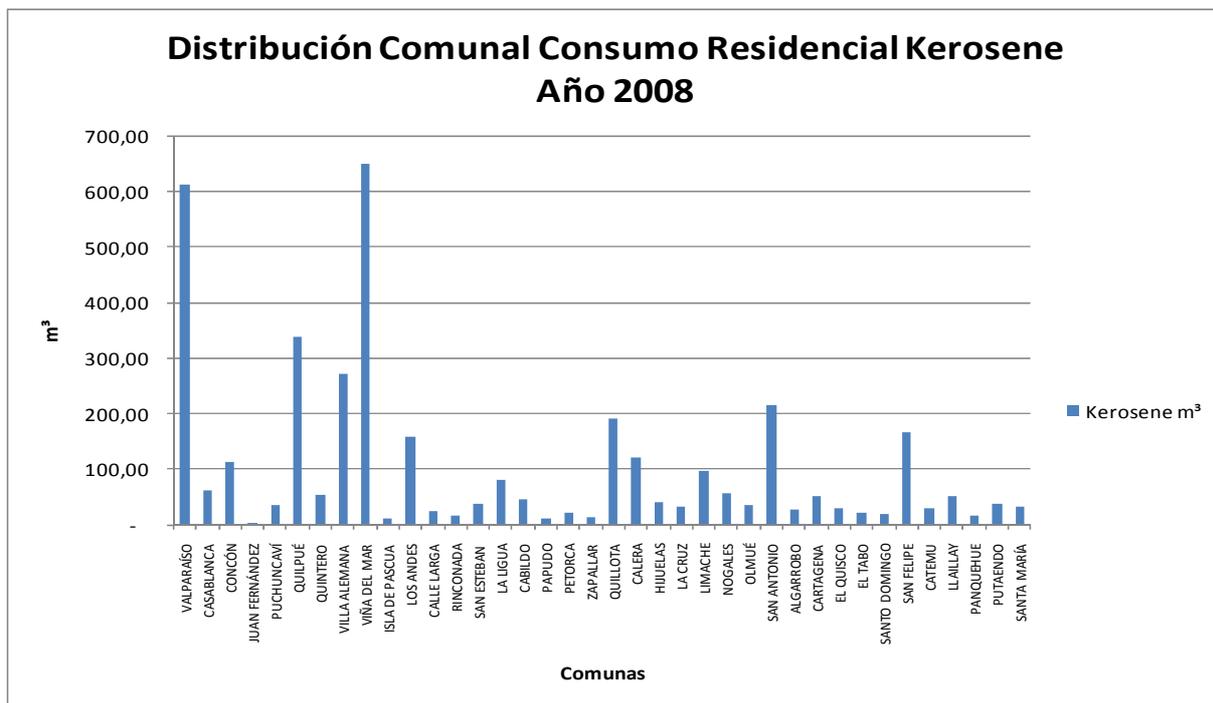


Figura 62. Distribución comunal de consumo de kerosene residencial para el año 2008 (m³)

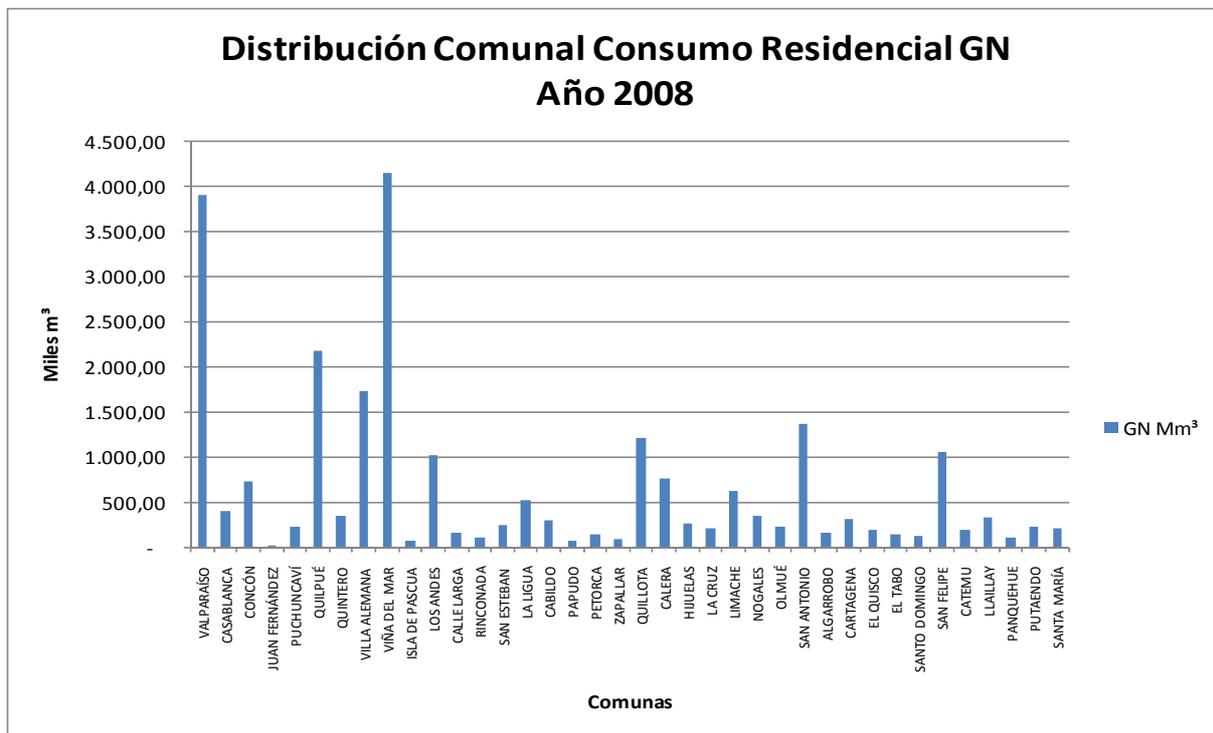


Figura 63. Distribución comunal de consumo de GN residencial para el año 2008 (Mm³)

Calculo de emisiones

Las siguientes tablas entregan las emisiones estimadas a partir de los consumos detallados por comuna en la zona de estudio y los factores de emisión definidos.

Tabla 42. Emisiones por combustión de GLP 2008 Zona de estudio (ton/año).

Comuna	MP	CO	NOx	VOC	SOx	NH3
VALPARAÍSO	0,676	4,466	21,987	1,762	0,016	0,043
CASABLANCA	0,068	0,452	2,223	0,178	0,002	0,004
CONCÓN	0,126	0,835	4,110	0,329	0,003	0,008
JUAN FERNÁNDEZ	0,002	0,013	0,064	0,005	0,000	0,000
PUCHUNCAVÍ	0,038	0,251	1,235	0,099	0,001	0,002
QUILPUÉ	0,376	2,481	12,213	0,979	0,009	0,024
QUINTERO	0,061	0,401	1,976	0,158	0,001	0,004
VILLA ALEMANA	0,301	1,986	9,778	0,784	0,007	0,019
VIÑA DEL MAR	0,719	4,750	23,385	1,874	0,017	0,046
ISLA DE PASCUA	0,011	0,076	0,373	0,030	0,000	0,001
LOS ANDES	0,176	1,162	5,723	0,459	0,004	0,011
CALLE LARGA	0,027	0,179	0,882	0,071	0,001	0,002
RINCONADA	0,019	0,125	0,618	0,049	0,000	0,001
SAN ESTEBAN	0,041	0,272	1,341	0,108	0,001	0,003
LA LIGUA	0,090	0,597	2,939	0,236	0,002	0,006
CABILDO	0,051	0,335	1,650	0,132	0,001	0,003
PAPUDO	0,013	0,087	0,428	0,034	0,000	0,001
PETORCA	0,024	0,159	0,781	0,063	0,001	0,002
ZAPALLAR	0,017	0,110	0,543	0,044	0,000	0,001
QUILLOTA	0,210	1,386	6,825	0,547	0,005	0,013
CALERA	0,133	0,877	4,316	0,346	0,003	0,008
HIJUELAS	0,045	0,297	1,464	0,117	0,001	0,003
LA CRUZ	0,037	0,247	1,215	0,097	0,001	0,002
LIMACHE	0,108	0,717	3,528	0,283	0,003	0,007
NOGALES	0,062	0,407	2,006	0,161	0,001	0,004
OLMUÉ	0,039	0,255	1,253	0,100	0,001	0,002
SAN ANTONIO	0,238	1,571	7,737	0,620	0,006	0,015
ALGARROBO	0,029	0,191	0,940	0,075	0,001	0,002
CARTAGENA	0,056	0,368	1,813	0,145	0,001	0,004
EL QUISCO	0,033	0,220	1,082	0,087	0,001	0,002
EL TABO	0,025	0,164	0,806	0,065	0,001	0,002
SANTO DOMINGO	0,021	0,141	0,693	0,056	0,001	0,001
SAN FELIPE	0,183	1,209	5,955	0,477	0,004	0,012
CATEMU	0,032	0,213	1,049	0,084	0,001	0,002
LLAILLAY	0,057	0,378	1,863	0,149	0,001	0,004
PANQUEHUE	0,018	0,119	0,585	0,047	0,000	0,001
PUTAENDO	0,041	0,270	1,327	0,106	0,001	0,003
SANTA MARÍA	0,035	0,231	1,138	0,091	0,001	0,002
Total	4,239	27,997	137,841	11,049	0,102	0,270

Fuente: Elaboración propia

Tabla 43. Emisiones por combustión de Kerosene 2008 Zona de estudio (ton/año).

Comuna	MP	CO	NOx	VOC	SOx	NH3
VALPARAÍSO	0,1834	0,3668	1,3204	0,1829	2,1837	0,0463
CASABLANCA	0,0185	0,0371	0,1335	0,0185	0,2208	0,0047
CONCÓN	0,0343	0,0686	0,2468	0,0342	0,4082	0,0087
JUAN FERNÁNDEZ	0,0005	0,0011	0,0038	0,0005	0,0063	0,0001
PUCHUNCAVÍ	0,0103	0,0206	0,0742	0,0103	0,1227	0,0026
QUILPUÉ	0,1019	0,2037	0,7335	0,1016	1,2130	0,0257
QUINTERO	0,0165	0,0330	0,1186	0,0164	0,1962	0,0042
VILLA ALEMANA	0,0816	0,1631	0,5872	0,0813	0,9711	0,0206
VIÑA DEL MAR	0,1951	0,3901	1,4044	0,1945	2,3226	0,0492
ISLA DE PASCUA	0,0031	0,0062	0,0224	0,0031	0,0371	0,0008
LOS ANDES	0,0477	0,0955	0,3437	0,0476	0,5684	0,0120
CALLE LARGA	0,0074	0,0147	0,0530	0,0073	0,0876	0,0019
RINCONADA	0,0052	0,0103	0,0371	0,0051	0,0613	0,0013
SAN ESTEBAN	0,0112	0,0224	0,0806	0,0112	0,1332	0,0028
LA LIGUA	0,0245	0,0490	0,1765	0,0244	0,2919	0,0062
CABILDO	0,0138	0,0275	0,0991	0,0137	0,1639	0,0035
PAPUDO	0,0036	0,0071	0,0257	0,0036	0,0425	0,0009
PETORCA	0,0065	0,0130	0,0469	0,0065	0,0775	0,0016
ZAPALLAR	0,0045	0,0091	0,0326	0,0045	0,0540	0,0011
QUILLOTA	0,0569	0,1139	0,4099	0,0568	0,6779	0,0144
CALERA	0,0360	0,0720	0,2592	0,0359	0,4286	0,0091
HIJUELAS	0,0122	0,0244	0,0879	0,0122	0,1454	0,0031
LA CRUZ	0,0101	0,0203	0,0730	0,0101	0,1207	0,0026
LIMACHE	0,0294	0,0588	0,2119	0,0293	0,3504	0,0074
NOGALES	0,0167	0,0335	0,1205	0,0167	0,1993	0,0042
OLMUÉ	0,0105	0,0209	0,0753	0,0104	0,1245	0,0026
SAN ANTONIO	0,0645	0,1291	0,4646	0,0644	0,7684	0,0163
ALGARROBO	0,0078	0,0157	0,0565	0,0078	0,0934	0,0020
CARTAGENA	0,0151	0,0302	0,1089	0,0151	0,1800	0,0038
EL QUISCO	0,0090	0,0180	0,0650	0,0090	0,1074	0,0023
EL TABO	0,0067	0,0134	0,0484	0,0067	0,0800	0,0017
SANTO DOMINGO	0,0058	0,0116	0,0416	0,0058	0,0689	0,0015
SAN FELIPE	0,0497	0,0993	0,3576	0,0495	0,5914	0,0125
CATEMU	0,0087	0,0175	0,0630	0,0087	0,1041	0,0022
LLAILLAY	0,0155	0,0311	0,1119	0,0155	0,1850	0,0039
PANQUEHUE	0,0049	0,0098	0,0351	0,0049	0,0581	0,0012
PUTAENDO	0,0111	0,0221	0,0797	0,0110	0,1318	0,0028
SANTA MARÍA	0,0095	0,0190	0,0683	0,0095	0,1130	0,0024
Total	1,1497	2,2995	8,2781	1,1465	13,6904	0,2902

Fuente: Elaboración propia

Tabla 44. Emisiones por combustión de GN 2008 Zona de estudio (ton/año).

Comuna	MP	CO	NOx	VOC	SOx	NH3
VALPARAÍSO	0,4748	2,4991	5,8573	0,7029	0,0375	32,5625
CASABLANCA	0,0480	0,2527	0,5923	0,0711	0,0038	3,2926
CONCÓN	0,0888	0,4671	1,0948	0,1314	0,0070	6,0864
JUAN FERNÁNDEZ	0,0014	0,0072	0,0169	0,0020	0,0001	0,0941
PUCHUNCAVÍ	0,0267	0,1404	0,3291	0,0395	0,0021	1,8293
QUILPUÉ	0,2638	1,3882	3,2536	0,3904	0,0208	18,0877
QUINTERO	0,0427	0,2246	0,5263	0,0632	0,0034	2,9260
VILLA ALEMANA	0,2112	1,1114	2,6048	0,3126	0,0167	14,4807
VIÑA DEL MAR	0,5050	2,6580	6,2298	0,7476	0,0399	34,6334
ISLA DE PASCUA	0,0081	0,0424	0,0995	0,0119	0,0006	0,5529
LOS ANDES	0,1236	0,6505	1,5246	0,1830	0,0098	8,4757
CALLE LARGA	0,0190	0,1002	0,2349	0,0282	0,0015	1,3060
RINCONADA	0,0133	0,0702	0,1645	0,0197	0,0011	0,9145
SAN ESTEBAN	0,0290	0,1525	0,3574	0,0429	0,0023	1,9866
LA LIGUA	0,0635	0,3341	0,7830	0,0940	0,0050	4,3528
CABILDO	0,0356	0,1875	0,4395	0,0527	0,0028	2,4434
PAPUDO	0,0092	0,0487	0,1141	0,0137	0,0007	0,6341
PETORCA	0,0169	0,0887	0,2080	0,0250	0,0013	1,1562
ZAPALLAR	0,0117	0,0618	0,1448	0,0174	0,0009	0,8049
QUILLOTA	0,1474	0,7758	1,8183	0,2182	0,0116	10,1085
CALERA	0,0932	0,4906	1,1497	0,1380	0,0074	6,3918
HIJUELAS	0,0316	0,1664	0,3899	0,0468	0,0025	2,1677
LA CRUZ	0,0262	0,1381	0,3236	0,0388	0,0021	1,7992
LIMACHE	0,0762	0,4010	0,9398	0,1128	0,0060	5,2245
NOGALES	0,0433	0,2280	0,5345	0,0641	0,0034	2,9713
OLMUÉ	0,0271	0,1424	0,3338	0,0401	0,0021	1,8559
SAN ANTONIO	0,1671	0,8794	2,0611	0,2473	0,0132	11,4583
ALGARROBO	0,0203	0,1069	0,2505	0,0301	0,0016	1,3924
CARTAGENA	0,0391	0,2060	0,4829	0,0579	0,0031	2,6846
EL QUISCO	0,0234	0,1229	0,2882	0,0346	0,0018	1,6020
EL TABO	0,0174	0,0916	0,2147	0,0258	0,0014	1,1935
SANTO DOMINGO	0,0150	0,0788	0,1847	0,0222	0,0012	1,0268
SAN FELIPE	0,1286	0,6769	1,5864	0,1904	0,0102	8,8193
CATEMU	0,0226	0,1192	0,2793	0,0335	0,0018	1,5529
LLAILLAY	0,0402	0,2117	0,4962	0,0595	0,0032	2,7588
PANQUEHUE	0,0126	0,0665	0,1559	0,0187	0,0010	0,8665
PUTAENDO	0,0287	0,1508	0,3535	0,0424	0,0023	1,9652
SANTA MARÍA	0,0246	0,1293	0,3031	0,0364	0,0019	1,6848
Total	2,9768	15,6676	36,7209	4,4065	0,2350	204,1437

Fuente: Elaboración propia

Las siguientes figuras entregan las emisiones estimadas de material particulado a partir de los consumos residenciales de GLP, Kerosene y GN detallados por comuna en la zona de estudio y los factores de emisión definidos:

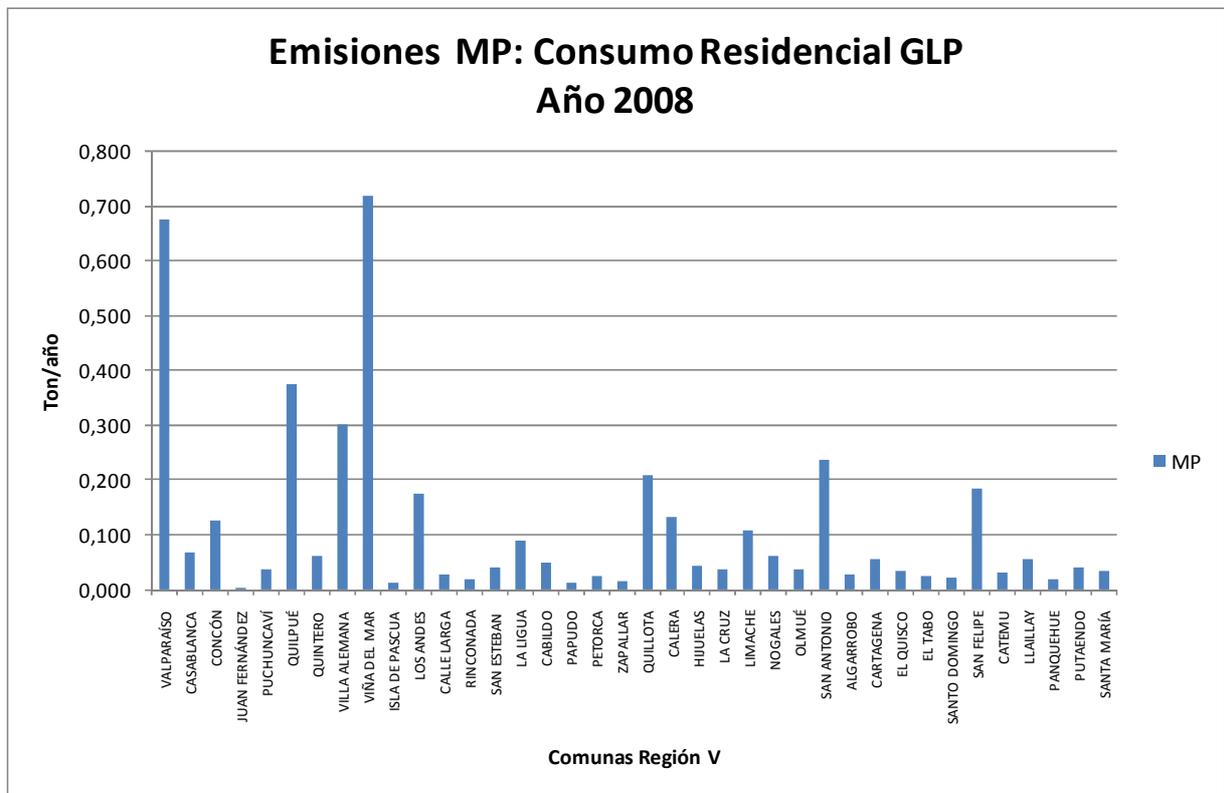


Figura 64. Emisiones MP consumo de GLP residencial V región, año 2008 (Ton/año)

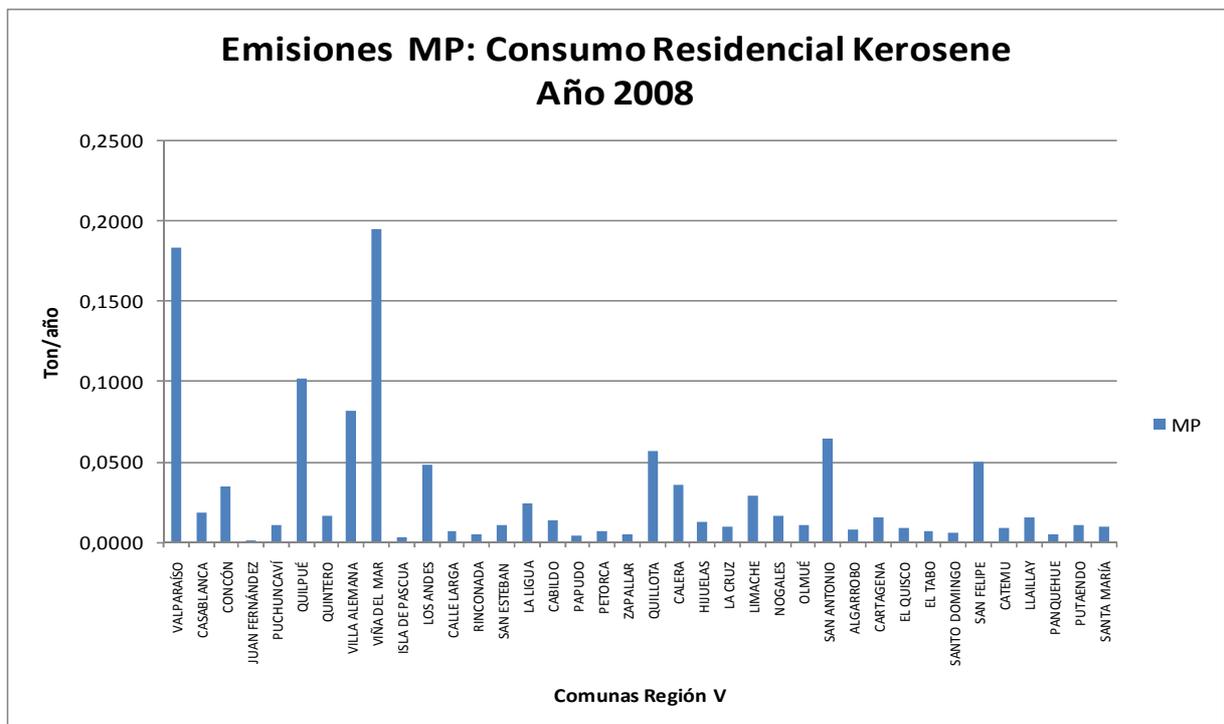


Figura 65. Emisiones MP consumo de Kerosene residencial V región, año 2008 (Ton/año)

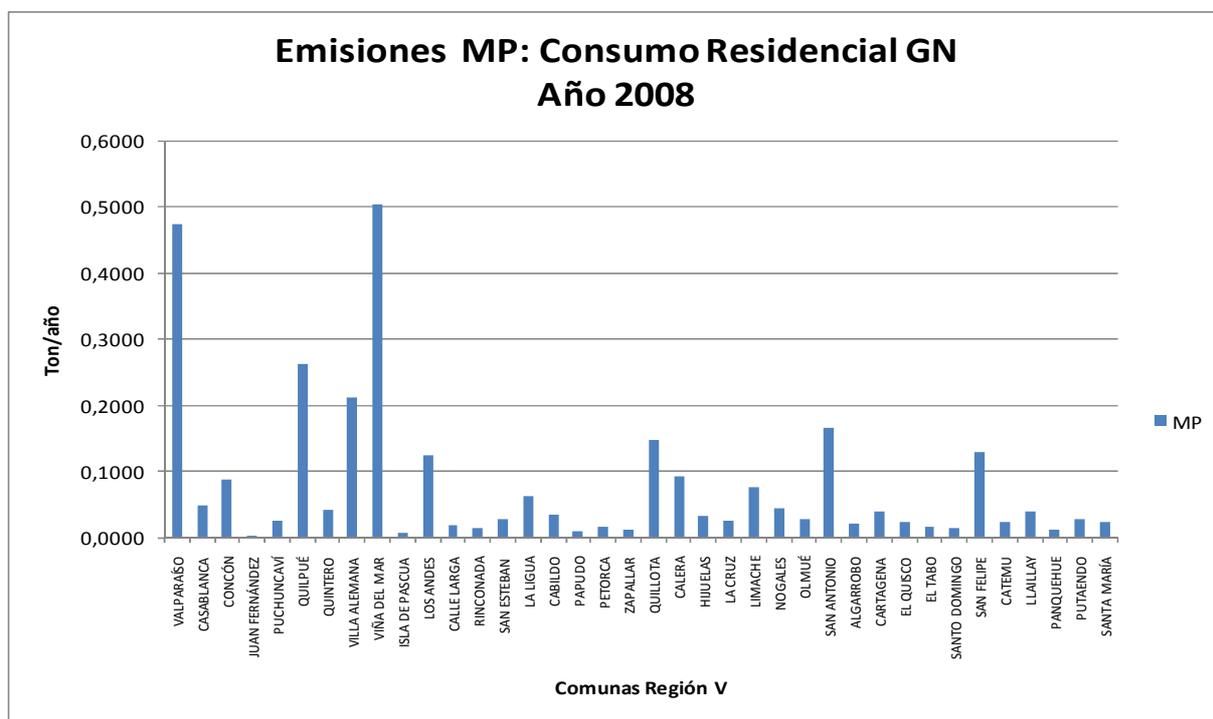


Figura 66. Emisiones MP consumo de gas natural residencial V región, año 2008 (Ton/año)

8.1.1.2 Combustión Residencial de leña

Factores de emisión

A continuación se entregan los factores de emisión a utilizar para cada tipo de artefacto. Los factores de emisión presentados serán considerados para los artefactos operados con leña seca, es decir con un contenido de humedad máximo (en base húmeda) de un 20%. Luego de obtenerse los resultados de la aplicación de la encuesta, se evaluará la estimación de factores corregidos por contenido de humedad y tipo de operación.

Tabla 45: Factores de emisión por combustión de leña (gr/kg)

Factores de emisión por combustión de leña (gr/kg)						
	MP ₁₀	MP _{2,5}	NO _x	CO	COV	SO _x
Factor	15,3	15	1,4	115,4	26,5	0,2
Ranking	B	B	B	B	C	B

Fuente: EPA,AP-42, quinta edición, volumen I, septiembre de 1998, Sección 1.10 Residential Wood Stoves.

Tabla 46. Factores de emisión base asignados a cada artefacto (g/kg).

Artefacto	Contaminante	Humedad (Base Húmeda)			Mala operación (b)
		0-20 (Típica)	20-30	30-40	
Cocina a leña	MP	(a) 20,0	32,3	94,1	-
	MP10	(a) 19,2	30,9	90,1	-
	MP2,5	(a) 18,6	30,1	87,6	-
	CO	126,3	401,0	1.139,7	-
	NOX	1,3	1,3	1,3	-
	COV	114,5	363,5	1.033,2	-
	SOX	0,2	0,2	0,2	-
	NH3	1,1	1,1	1,1	-
Combustión lenta	MP	16,0	25,8	75,1	145,4
	MP10	15,3	24,7	72,0	139,3
	MP2,5	14,9	24,0	69,9	135,4
	CO	115,4	366,4	1.041,3	1.050,5
	NOX	1,4	1,4	1,4	1,4
	COV	26,5	84,1	239,1	241,2
	SOX	0,2	0,2	0,2	0,2
	NH3	1,1	1,1	1,1	1,1
Salamandra / Chimenea tradicional / Estufa / Braser / Horno barro o ladrillo / Otro	MP	17,3	27,9	81,4	-
	MP10	16,6	26,8	78,0	-
	MP2,5	16,1	26,0	75,8	-
	CO	126,3	401,0	1.139,7	-
	NOX	1,3	1,3	1,3	-
	COV	114,5	363,5	1.033,2	-
	SOX	0,2	0,2	0,2	-
	NH3	1,1	1,1	1,1	-

(a) FE Estudio de Universidad de Concepción Fuente: "Inventario de Emisiones de Contaminantes Atmosféricos y Definición de Área de Influencia de las Emisiones que Causan el Efecto de Saturación por PM10 en la Ciudad de TALCA" Consultora AMBIOSIS, 2008

Niveles de Actividad

La Encuesta CASEN 2006 y su uso en la metodología propuesta en el estudio SINCA (EDB Nacional) basada en la metodología empleada en el documento Estimation of Emissions from Residential Wood Combustión (RWC) in Chile – Carmen Gloria Contreras, son un insumo para determinar los niveles de actividad.

Los consumos estimados a nivel regional para las áreas urbanas y rurales en el estudio antes citado son las siguientes.

Tabla 47. Consumo de leña por región (ton/año)

Región	Consumo Urbano	Consumo Rural
5	141.013	54.438
6	165.351	164.663
7	376.726	467.409
8	1.050.530	631.453
9	919.669	835.330
10	1.731.886	1.154.463
11	301.529	78.692
12	187.139	21.088
13	172.988	66.969
Total	5.076.844	3.538.706

Fuente: Estimation of Emissions from Residential Wood Combustión (RWC) in Chile – Carmen Gloria Contreras

A partir del consumo de leña estimado y los factores de emisión propuestos, se estimaron emisiones a nivel de comuna para zonas urbanas y rurales.

La siguiente gráfica resume las emisiones totales para cada región efectuadas en dicho estudio:

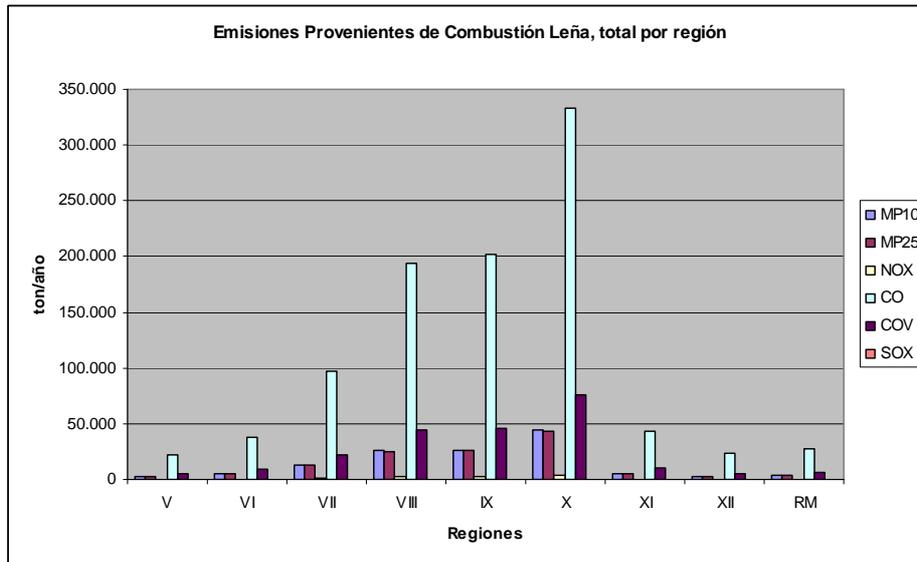


Figura 67: Emisiones provenientes de combustión de Leña, Año 2006.

Otro estudio de referencia analizado es, "Diagnóstico del Mercado de la Leña en Chile" fue desarrollado por el Centro de Micro Datos del Dpto. de Economía de la U. de Chile para la CNE, 2006.

En dicho estudio se estimó a partir del consumo agregado de leña del sector residencial y de los datos de distintas encuestas recopiladas a nivel de país, una relación de demanda de leña en metros cúbicos sólidos y proyectó los niveles de consumo para cada región usando la información socioeconómica de la encuesta CASEN 2003.

Las siguientes figuras muestran el consumo estimado para el año 2003:

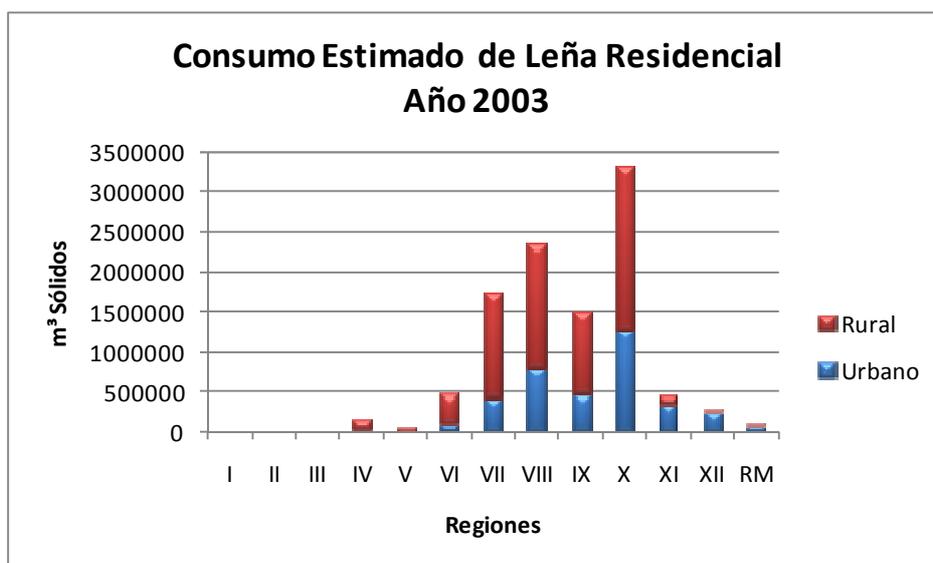


Figura 68. Consumo de leña residencial proyectado al año 2003 (m³ sólidos) Fuente: Elaboración propia a partir del Estudio "Diagnóstico del Mercado de la Leña en Chile", CNE, 2006

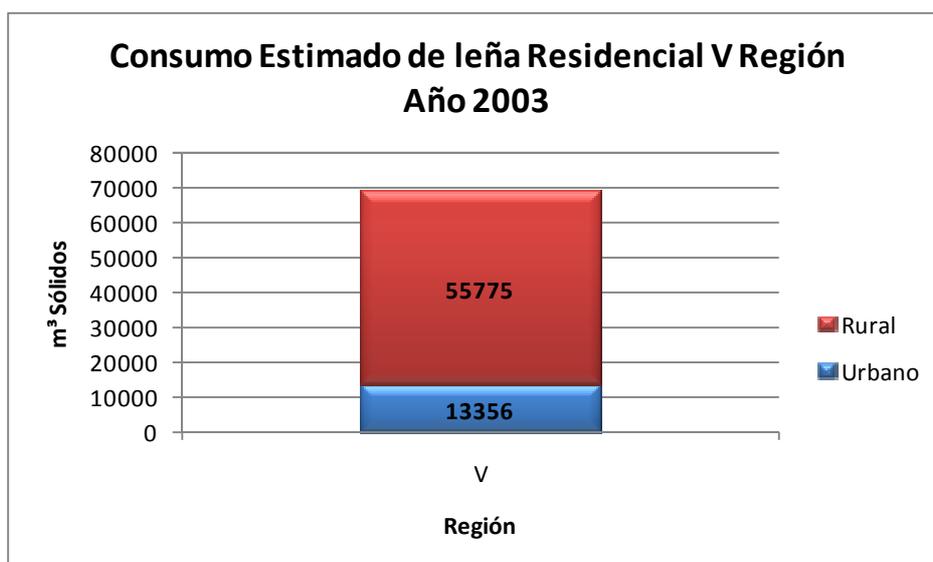


Figura 69. Consumo de leña residencial proyectado al año 2003 (m³ sólidos) Fuente: Elaboración propia a partir del Estudio "Diagnóstico del Mercado de la Leña en Chile", CNE, 2006

En este estudio, para el sector rural, se realizó un ajuste adicional usando otros estudios INFOR–CNE (1994) y los Censos de 1992 y 2002.

El mayor consumo de leña total proyectado para el 2003 se concentra en las Regiones VIII y X, que concentran el 54% del consumo proyectado, la Región V, concentra según este estudio, solo el 0,67% del consumo proyectado, cercano a 69.131m³ sólidos de leña (55.775 m³ rural y 13.356 urbano).

De acuerdo a la información disponible es posible estimar las emisiones por uso de leña sólo a nivel regional, desagregado según sector residencial, comercial e institucional y el sector industrial a nivel regional.

Las siguientes tablas muestran las estimaciones de consumo de leña según la desagregación descrita en el párrafo anterior.

Tabla 48. Proyección del Consumo de Leña y desechos industriales, en m³ sólidos, por región y sector

REGION	Proyección Consumo Residencial	Desv. Est. Consumo Residencial	Proyección Consumo Comercial e Institucional	Desv. Est. Consumo Comercial e Institucional	Proyección Consumo Industrial	Desv. Est. Consumo Industrial	Proyección Consumo Total de leña	Desv. Est. Consumo Total
I								
II								
III								
IV	158.760	3.910			271.884	2.799	430.644	4.809
V	69.131	2.693	10.881	423,9	289.139	19.410	369.150	19.601
VI	468.883	11.420	1.680,8	40,9	192.838	7.787	663.402	13.822
VII	1.737.238	27.270	11.279,5	177,1	1.078.895	3.509	2.827.413	27.495
VIII	2.341.014	58.183	66.328,7	1.648,5	1.479.555	9.091	3.886.898	58.912
IX	1.485.064	43.344	67.275,8	1.963,6	654.519	5.024	2.206.859	43.679
X	3.302.928	40.645	373.405,7	4.595,1	135.528	812	3.811.862	40.912
XI	459.280	10.105	83.630,1	1.840,0	3.107	36	546.017	10.271
XII	281.477	14.243					281.477	14.243
RM	90.133	1.694	12.204,6	229,4	25.306	63.724	127.644	63.747
Nacional	10.393.908	90.114	626.686	10.918	3.858.888	68.021	14.879.482	113.431

Fuente: "Diagnóstico del mercado de la leña". Centro de Microdatos U. de Chile – CNE, 2006.

9.1.1.2.1 Estimación del consumo de leña a partir de la encuesta CASEN complementada con la aplicación de una encuesta para la Región de Valparaíso.

La Encuesta CASEN se aplica en Chile desde 1987, con intervalos de 2 ó 3 años. La más recientemente aplicada corresponde al año 2006. Esta encuesta es el principal instrumento de medición de la situación socioeconómica de los hogares del país, donde cada año en que se ha aplicado se busca básicamente cuál es el nivel de ingreso de las personas, su condición laboral, los niveles alcanzados en educación, las condiciones de las viviendas, los subsidios que se reciben del Estado, entre otras variables.

La encuesta CASEN tiene representatividad regional, pero sólo desde el año 2000 se aplica en todas las comunas del país. Siempre se han utilizados los datos de los Censos de Población, ya sea de 1992 o de 2002 para la aplicación de factores de expansión. Es decir, la muestra de personas encuestadas por las encuestas CASEN son "expandidas" para que representen a toda la población del país. Para ello la encuesta CASEN consulta al Instituto Nacional de Estadísticas (INE) en cada territorio sobre los hogares a

encuestar, de forma tal que representen adecuadamente a todos los grupos socioeconómicos en los territorios.

Durante el año 2006 por primera vez la encuesta CASEN incluyó preguntas sobre el consumo de leña como parte del uso de energía en los hogares. Específicamente la encuesta CASEN contiene dos preguntas al respecto: 1 – Si las personas consumen leña o no, y 2 – En caso de ser afirmativa la anterior, se pregunta cuánto consumen de leña al año. Los encuestados podían responder la segunda pregunta de muchas formas, por ejemplo, en número de sacos, de metros lineales, metros estéreos, canastos, etc., ante lo cual el encuestador contaba con una tabla de equivalencias aproximadas para poder hacer la conversión a kilogramos.

En forma específica, las preguntas correspondientes de la encuesta CASEN son la v29 (¿En el último año, ha utilizado leña en su hogar? 1 – Sí 2 – No) y la v29-a, que aplica en caso de ser Si la respuesta a la 29 (¿Cuántos kilos de leña?) El encuestado responde a esta pregunta en la unidad de medida que él conoce y el encuestador registra el dato de acuerdo con una tabla de equivalencias a kilogramos, especificada en el cuestionario CASEN, cuyos valores son: m³ estéreo sin trozar (604kg), m³ estéreo trozado (578kg), m³ estéreo a granel (362kg), triciclo (232kg), metro lineal (151kg), carretilla (94kg), saco (39kg), canasto (36kg)

Para la región de Valparaíso, la encuesta CASEN arroja los siguientes resultados:

Tabla 49. Número de hogares que consumen leña en la quinta región

	En el último año, ¿ha utilizado leña en su hogar?	Zona		
		Urbano	Rural	Total
Total	Si	85.488	24.493	109.981
	No	331.498	12.286	343.784
	Total	416.986	36.779	453.765

Fuente: Encuesta CASEN 2006

Es importante mencionar que en la encuesta CASEN al igual que en las encuestas específicas como la utilizada por AMBIOSIS en la ciudad de Talca, se utilizaron factores de expansión, de forma tal que los resultados sean estimaciones para el total de viviendas u hogares de los territorios de interés ya que ambos tipos de encuestas se realizan sobre la base de una muestra limitada de viviendas u hogares.

Cabe señalar que el objetivo de la encuesta CASEN, es la medición de la situación socioeconómica de los hogares; el objetivo de las encuestas específicas para inventarios de emisiones es la determinación del consumo de leña, lo cual implica diferencias para el diseño de la muestra y a su vez esto puede implicar diferencias en los consumos estimados, no obstante, la encuesta CASEN tiene la ventaja de ser actualizada en forma periódica y aplica en todo el país, por tanto, es altamente conveniente su uso como información de entrada para los inventarios de emisiones, su actualización periódica lo cual permite el seguimiento de las emisiones en el tiempo (manejo de series de tiempo según directrices del IPCC, SINCA 2008).

Desarrollo de la Encuesta Aplicada

a. Variables a investigar.

Como se mencionó anteriormente, en la última CASEN realizada el año 2006 se incluyó preguntas sobre uso de energía, en particular se realizó la pregunta:

¿En el último año ha usado leña en su hogar? Si No
Si la respuesta era positiva se preguntaba: ¿Cuántos kilos de leña?

Los resultados arrojaron que en la V región, el porcentaje de viviendas urbanas, que usa leña es de un 20,5%. Este resultado fue obtenido de un total de 3.616 viviendas urbanas encuestadas, considerando 37 comunas de la V región. En este estudio, se procesaron los datos provenientes de la CASEN, en la pregunta anterior, en forma detallada, validando los resultados en las comunas de Valparaíso, Viña del Mar, Quilpué y Quillota, por medio de la realización de una encuesta, que realizara las mismas preguntas de la CASEN.

b. Población objetivo.

La población objetivo de la encuesta son todos los hogares privados de la V Región, con sus 38 comunas que lo componen, se excluye del estudio las islas Juan Fernández e Isla de Pascua.

c. Marco muestral

El Marco muestral usado para las encuesta, es el proporcionado por el censo del año 2002, en su versión digital, en formato original proporcionado por el INE.

d. Tipo de muestreo

El muestreo a realizar es del tipo probabilístico, estratificada y bietápico en cada estrato.

1. Selección de los estratos.

La selección de los estratos, se hará en forma aleatoria y con probabilidad de selección proporcional al tamaño (ppt), mediante el número de viviendas que tenían al Censo del 2002.

2. Muestreo al interior de los estratos

- **Unidades Primarias de Muestreo (UPM):** estarán constituidas por las manzanas de empadronamiento censal (conglomerado de viviendas). Las UPM, serán seleccionadas al azar
- **Unidades Secundarias de Muestreo (USM):** constituidas por las viviendas particulares ocupadas en forma permanente al momento de la actualización. Por cada manzana seleccionada, se considera que se seleccionan al azar 3 viviendas.

Tabla 50. Esquema de muestreo a usar

ETAPA DE SELECCION	UNIDAD DE SELECCIÓN	PROBABILIDAD DE SELECCION
1	Manzanas Censales (Unidad Primaria de Muestreo)	Igual probabilidad, muestreo aleatorio simple (mas)
2	Viviendas (Unidad Secundaria de Muestreo)	Igual probabilidad, muestreo aleatorio simple (mas)

1.1 Selección de la UPM.

La UPM se realiza en forma aleatoria y con probabilidad de selección proporcional al tamaño (ppt), mediante el número de viviendas que tenían las manzanas al Censo 2002. Luego, la probabilidad de inclusión de la i -ésima manzana, del estrato h será:

$$p_{hi} = \frac{M_{hi}}{M_h} \quad \text{Ecuación 4}$$

donde

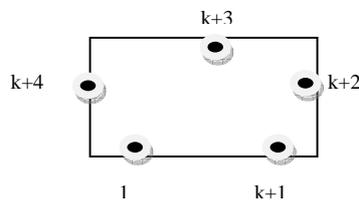
h :Representa el índice del estrato.

M_{hi} es el número total de viviendas de la manzana i del estrato h , al censo 2002.

M_h Es el total de viviendas del estrato h , al Censo 2002.

1.2 Selección de la USM

La USM se hace una vez realizada la etapa anterior y consiste en la selección de viviendas en cada manzana seleccionada, en forma sistemática. La primera vivienda es seleccionada al azar, las siguientes son seleccionadas saltándose K viviendas. En el ejemplo, se muestra la selección de 5 viviendas, siguiendo el proceso explicado anteriormente.



En estos casos la probabilidad de que la vivienda j , de la manzana i del estrato h sea elegida será entonces:

$$p_{hij} = \frac{1}{m_{hi}} \quad \text{Ecuación 5}$$

Donde:

m_{hi} Es el número de viviendas de la manzana i del estrato h

e. Empadronamiento de los sectores

Con la finalidad de actualizar el número de viviendas a la fecha de la encuesta y construir el marco muestral de viviendas, que servirá de base para la selección de las unidades de

segunda etapa, se debe realizar un empadronamiento total de las viviendas particulares ubicadas al interior de las manzanas de empadronamiento censal sorteadas.

El resultado del empadronamiento arroja como resultados:

1. El número actualizado de viviendas en cada manzana seleccionada.
2. Las viviendas finales a encuestar, siguiendo el procedimiento del punto b.2.
3. Las viviendas seleccionadas formaran parte del muestreo, no pudiendo el encuestador cambiarlas. Si por alguna razón no pudiera ser encuestada, se debe intentar hasta por una tercera vez, de lo contrario debe ser descartada. Por ningún motivo una vivienda seleccionada puede ser reemplazada por otra.

f. Tamaños muestrales

Para el cálculo del tamaño de muestra se usa la siguiente expresión;

$$n \geq \frac{z_{\alpha}^2 CV^2 deff}{\varepsilon^2 (1-TNR)} \text{ Ecuación 6}$$

Donde :

- ε : Error relativo con respecto al valor esperado de la variable en estudio, dado en porcentaje.
- CV : Coeficiente de variación $CV = S/\bar{X}$, con S^2 estimador de la varianza y \bar{X} , estimador de la esperanza de la variable en estudio.
- z_{α}^2 : Valor de la tabla de distribución normal, que acumula un $(1-\alpha/2)$ de probabilidad.
- TNR : La tasa de no respuesta en las encuestas.
- $deff$: Es el efecto diseño dado por la expresión $deff = [1 + \rho(m-1)]$
- ρ : Coeficiente de correlación interconglomerados.
- m : Tamaño de las muestras tomadas en las USM

A continuación se entrega el tamaño de la muestra, basado en los siguientes valores:

- ε : Error relativo de un 8%.

- α : La confiabilidad de que el error sea inferior al 5%, será un 95%.
- TNR : La tasa de no respuesta de un 5%.
- ρ : Coeficiente de correlación interconglomerados de 0,18
- m : 3 muestras en cada manzana seleccionada.

Par el cálculo del coeficiente de variación se uso los datos d la CASEN 2006 que fija la proporción de viviendas que usan leña en 20,5%, por lo que no es necesario usar el supuesto de máxima varianza. De acuerdo a estos valores, el tamaño de la muestra, resulta en 120 muestras.

g. Factores de Expansión de la Muestra

El factor de expansión va acorde con el diseño bietapico, por ello se le asigna un factor de expansión a cada vivienda seleccionada, que depende del número de viviendas que tiene la zona censal donde se ubica la manzana y de la cantidad de encuestas que se hayan tomado en la manzana. Los factores anteriores incluyen un ajuste de las viviendas totales en cada una de las manzanas para aumentar la precisión de las estimaciones.

Los factores a utilizar serán:

$$FE_{hZ} = \frac{M_h}{n_{hZ} m_{hZ}} \quad \text{Ecuación 7}$$

$M_h = N$ *Número de viviendas en la zona del distrito h*

$n_{hZ} = N$ *Número de veces que se repite la zona del distrito h*

$m_{hZ} = N$ *Número de encuestas que se tomaron en la manzana de la zona del distrito h*

Encuesta Consumo de Leña Ciudades de Valparaíso, Viña del Mar, Quilpué y Quillota

Población y Diseño Muestral

Población Universo

El universo de esta encuesta comprende las viviendas particulares urbanas de las ciudades de Valparaíso, Viña del Mar, Quilpué y Quillota, tal como se puede apreciar en la siguiente tabla (la encuesta aplicada se puede ver en de talle en el Anexo N°2).

Tabla 51. Población viviendas urbanas por comuna.

Comuna	Censo 2002		Proyección 2008	
	Población	Viviendas	Población	Viviendas
Valparaíso	275.982	81.083	274.447	80.632
Viña del Mar	286.931	99.619	291.901	101.345
Quilpué	128.578	39.559	152.449	46.903
Quillota	75.916	21.966	85.198	24.652
Total	767.407	242.227	803.995	253.532

La Información base y número de encuestas aplicadas en Valparaíso, Viña del Mar, Quilpué y Quillota, son las siguientes:

Tabla 52. Marco Muestral Original y Resultante.

C Distrito	N Distrito	Diseño Original		Diseño Final Resultante	
		Manzanas seleccionadas	Número de encuestas	Manzanas seleccionadas	Número de encuestas
0 1	Poblaciones playa Ancha	0 20	4	0 20	4
0 2	Playa Ancha	0 13	4	0 13	4
0 3	Cerro Santo Domingo	0 01	4	0 01	4
10	Cerro La Florida	0 03	4	0 03	4
16	Cerro las Ramaditas	0 01	4	-	-
16	Cerro las Ramaditas	0 15	4	0 15	4
17	Waddington	0 09	4	0 09	4
17	Waddington	0 01	4	0 01	4
0 3	Cerro Santo Domingo	0 18	4	0 18	4
25	Quebrada Philippi	0 20	4	-	-
26	Santo Ossa	0 12	4	0 12	4
26	Santo Ossa	0 03	4	0 03	4
0 5	Achupallas	0 61	4	0 61	4
0 6	Olivar	0 97	4	0 97	4
0 8	Vergara	0 20	4	0 20	4
11	Recreo	0 28	4	0 28	4
13	Santa Ines	0 37	4	0 37	4
14	Glorias Navales	0 62	4	0 62	4

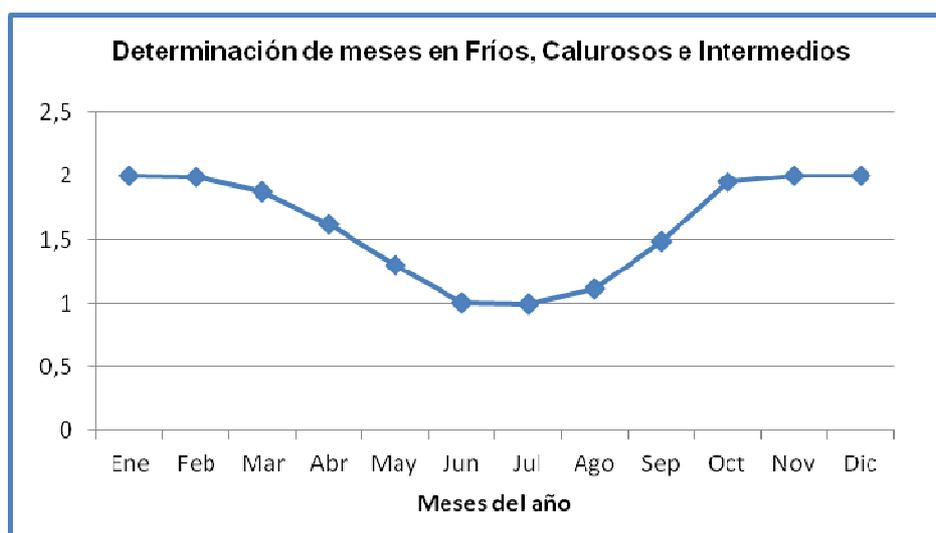
15	Miraflores	0 08	4	0 08	4
17	Reñaca alto	0 22	4	0 22	4
17	Reñaca alto	0 79	4	0 79	4
18	Quinta Vergara	0 21	4	0 21	4
21	Recreo alto	0 34	4	0 34	4
5	La Telera	0 37	4	0 37	4
8	La Capilla	0 68	4	0 68	4
0 1	El Retiro	0 30	4	0 30	4
8	Valencia	0 15	4	0 15	4
9	El Sauce	0 10	4	0 10	4
12	Alto Quilpué	0 02	4	0 02	4
0 2	casino	-	-	0 20	4
11	Mena	-	-	0 57	4
12	Alto Quilpué	0 52	4	0 52	4
Total			120	Total	120

Resultados de la encuesta.

Calificación de los meses en Fríos o Calurosos.

Las personas encuestadas calificaron los meses fríos o calurosos de la siguiente forma:

Figura 70: Determinación de meses en fríos, calurosos e intermedios.



Fuente: Elaboración Propia.

En la Figura anterior, se aprecia que los meses de Enero, Febrero, Noviembre y Diciembre son considerados calurosos por los hogares encuestados, sin embargo, los meses de Junio y Julio son apreciados como fríos.

Consumo de leña.

a) Viviendas que usan Leña.

Tabla 53: Uso de Leña en las Comunas encuestadas.

	TOTAL		Valparaíso		Viña del Mar		Quilpué		Quillota	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Si usa	31	25,83%	8	20,00%	14	29,17%	7	29,17%	2	25,00%
Dejo de usarla	22	18,33%	10	25,00%	5	10,42%	5	20,83%	2	25,00%
Nunca la ha usado	67	55,83%	22	55,00%	29	60,42%	12	50,00%	4	50,00%
Totales	120	100%	40	100%	48	100%	24	100%	8	100%

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla anterior se desprende que en las comunas consultadas un 25,83% de las viviendas usa Leña.

b) Viviendas que usan Leña por nivel socioeconómico.

La clasificación socioeconómica utilizada corresponde a la propuesta por ADIMARK¹⁸, la que es hecha en función de la cantidad de bienes de cada hogar y el nivel educacional del jefe de hogar, según la siguiente matriz.

Para este estudio se usó la clasificación de viviendas con NSE Alto, medio y bajo, de acuerdo a la siguiente especificación.

Tabla 54: Nivel Socioeconómico.

	Cantidades de bienes del hogar (Ducha + TV color + Refrigerador + Lavadora + Calefont + Microondas + TV cable o Satelital + PC + Internet + Vehículo)										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nivel de Estudios											
Sin estudios	E	E	E	E	E	D	D	D	D	C3	C3
Básica incompleta	E	E	E	E	E	D	D	D	C3	C3	C3
Básica completa	E	E	D	D	D	D	D	C3	C3	C3	C3
Media incompleta	D	D	D	D	D	D	D	C3	C3	C3	C2
Media completa	D	D	D	D	C3	C3	C3	C3	C2	C2	C2
Técnico incompleto	C3	C3	C3	C3	C3	C2	C2	C2	C2	C2	ABC1
Univ. Incompleta o tec. completa	C3	C3	C3	C3	C3	C2	C2	C2	C2	ABC1	ABC1

¹⁸Adimark, 2004. Mapa socioeconómico de Chile. <http://www.adimark.cl>

Universitaria completa o más	C3	C3	C3	C3	C3	C2	C2	C2	ABC1	ABC1	ABC1
	• NSE				• Parámetros de la Tabla						
	Bajo				• E, D						
	• Medio				• C3 y C2						
• Alto				• ABC1							

Tabla 55: Uso de Leña por nivel socioeconómico.

NSE	Si ha usado	Dejo de usarla	Nunca la ha usado	Total	% Usaleña
Alto	2	2	4	8	25,5%
Medio	21	11	37	69	30,4%
Bajo	8	9	26	43	18,6%
Total	31	22	67	120	25,8%

Fuente: Elaboración Propia.

La Tabla anterior indica que porcentualmente las viviendas que usan más leña son las de NSE medio, seguidas por las de NSE Alto y las de NSE Bajo. No obstante, al realizar un test estadísticos sobre las proporciones, se encontró que la hipótesis de que todas las medias son idénticas no puede ser rechazada, por lo que la conclusión es que no hay diferencias estadísticas entre las proporciones de uso de leña por NSE.

Consumo Total de leña.

Consumos promedios.

Para la estandarización de las unidades de consumo de leña, se usaron los siguientes factores de conversión.

Tabla 56: Factores de conversión de las unidades de consumo de Leña.

Unidad	Factor Conversión.
Metro Cúbico	1
Metros	0,33
Metro lineal	0,33
Otro	0,05
Sacos	0,06
Carretón Caballo	0,6
Kilos	0,002

Fuente: Elaboración Propia.

Las frecuencias de cada unidad de medida se muestran a continuación:

Tabla 57: Frecuencias de las unidades de consumo de Leña.

Unidad	Frecuencia	%
Metro Cúbico	98	62%
Metros	34	22%
Metro lineal	13	8%
Otro	6	4%
Sacos	3	2%
Carretón Caballo	3	2%
Kilos	1	1%
Total	158	100%

Fuente: Elaboración propia

La tabla anterior, corrobora que la gran mayoría de las personas compra en metros cúbicos, por lo que se seguirá usando esta unidad en lo sucesivo.

A continuación se muestra el promedio de consumo de leña sobre el total de encuestas.

Tabla 58: Promedios sobre el total de encuestas.

Comuna	Viviendas		
	Media M3	D.Est. M3	N
Valparaíso	0,25	0,51	40
Viña del Mar	0,32	0,50	48
Quillota	2,60	4,94	8
Quilpué	0,14	0,13	24
	0,34	0,57	120

Fuente: Elaboración propia.

Comparación del promedio sobre el total de encuestas y sólo en aquellas que consumen leña.

Tabla 59: Promedios sobre el total de encuestas.

Comuna	Hogares que consumen Leña			Total de Hogares		
	Media m ³	D.Est. m ³	N	Media m ³	D.Est. M ³	N
Valparaíso	2,78	3,71	39	0,26	0,56	39
Viña del Mar	1,19	0,92	48	0,32	0,50	48
Quillota	7,81	10,18	8	2,60	4,94	8
Quilpué	0,55	0,35	24	0,14	0,13	24

Fuente: Elaboración propia.

La comuna, que presenta mayor consumo de leña promedio es Quillota con 7,81 m³. (Ver Tabla anterior), no obstante es la que tiene también la mayor dispersión. El análisis de diferencias de medias arroja, que no hay diferencias significativas al 95%, entre las medias de consumo de las otras comunas con las de Quillota. Dado que el promedio de consumo en Quillota es muy superior a las otras comunas con una desviación estándar muy alta, se considero este valor como un *out layer*, dejando el promedio de Quillota como el promedio de las otras comunas. Es decir para el consumo promedio de Quillota en el total de hogares será 0,26 m³.

Expansión de la muestra. Cálculo consumos totales.

Expansión a las comunas encuestada

Los resultados del consumo total de leña serán estimados para el año 2008, usando los factores de expansión de la muestra y la tasa de crecimiento de las comunas encuestadas. Los resultados se entregan en la tabla 9.

Tabla 60 : Consumo en las comunas encuestadas.

Comuna	Viviendas	Total Consumo M3
Valparaíso	80.632	20.964
Viña del Mar	101.345	32.430
Quillota	46.903	12.195
Quilpué	24.652	3.451
Totales	253.532	69.041

Fuente: Elaboración propia

Expansión de la muestra al total a la región de Valparaíso.

Para expandir los resultados de la encuesta al total de la Región de Valparaíso, se uso los datos de la encuesta casen del 2006. Los resultados se entregan en la siguiente tabla.

Tabla 61: Proyecciones de los Consumos de Leña en la V Región, basados en datos de la Encuesta Casen 2006.

Nombre	Hogares	Consumo Kg	Total M ³ 2006	Total M ³ 2008 Urbano	Total M ³ 2008 Rural
Valparaíso	80.421	6.677	3.026	18.839	2.125
Casablanca	4.953	113.137	4.729	3.175	1.083
Concón	11.312	17.499	1.774	1.959	0
Puchuncaví	9.328	37.391	3.371	1.526	200
Quilpué	38.695	29.199	7.850	3.105	346
Quintero	10.032	19.635	1.893	1.254	340
Villa Alemana	28.329	61.199	10.712	12.641	452

Viña del Mar	99.619	13.725	8.046	32.430	0
Isla de Pascua		-	-	-	-
Los Andes	21.714	16.867	3.121	2.720	6.937
Calle Larga	1.449	74.883	939	2.388	3.778
Rinconada	1.701	189.154	2.899	3.416	814
San Esteban	2.305	76.583	1.566	3.144	4.643
La Ligua	8.974	25.685	1.955	2.215	1.991
Cabildo	3.627	96.576	3.348	1.178	3.981
Papudo	2.909	167.645	4.076	1.833	0
Petorca	1.567	19.410	277	432	3.497
Zapallar	3.425	143.542	4.362	2.410	718
Quillota	19.210	20.475	2.568	5.104	7.091
La Calera	13.865	27.442	2.429	2.702	242
Hijuelas	2.286	23.848	472	1.121	3.411
La Cruz	3.190	140.019	3.963	3.373	1.109
Limache	10.065	19.487	1.647	1.983	1.689
Nogales	5.058	36.300	1.588	2.008	2.077
Olmué	3.942	44.087	1.496	1.470	2.529
San Antonio	26.094	135.547	22.833	22.519	5.270
Algarrobo	9.174	64.460	5.357	1.461	4.040
Cartagena	11.473	102.016	9.926	5.319	6.078
El Quisco	12.289	107.072	13.470	3.820	0
El Tabo	13.176	236.986	35.080	7.955	0
Santo Domingo	3.680	253.451	7.949	3.509	3.506
San Felipe	17.280	58.928	7.132	8.694	5.067
Catemu	2.002	28.017	488	806	3.492
Llay Llay	4.812	22.755	992	1.188	2.319
Panquehue	772	33.978	192	394	865
Putendo	2.172	67.377	1.178	2.165	6.122
Santa María	2.314	181.704	3.601	5.864	3.009
Totales	493.214	2.712.758	186.308	176.120	88.821

Fuente: Elaboración Propia.

El consumo total de leña para la V región, está estimado en 264.941 m³, para llegar a este resultado se consideró:

- Para Valparaíso, Viña del Mar, Quilpué y Quillota, se uso las estimaciones de consumo obtenidas por la encuesta.
- La Encuesta Casen 2006 usa los datos de consumo en Kg, donde se utiliza un factor de 1m³=578 Kg.

Según lo reportado por las Encuestas el consumo de leña total en las Comunas de Valparaíso, Viña del Mar, Quilpué y Quillota es de 69.041 m³, mientras que según lo reportado por la Encuesta Casen 2006 para dichas comunas en de 27.626 m³ (21.937 m³ urbano y 5.739 m³ rural) por lo tanto existe una diferencia entre ambos de 41.365m³.

El estudio "Diagnóstico del Mercado de la Leña en Chile" desarrollado por el Centro de Micro Datos del Depto. de Economía de la U. de Chile para la CNE, 2006, reporta 69.131m³ sólidos de leña (55.775 m³ rural y 13.356 urbano) para toda la región de Valparaíso.

Según la encuesta Casen 2006 las Comunas de Valparaíso, Viña del Mar, Quilpué y Quillota aportan el 12% del total del porcentaje del consumo de leña en la V Región, mientras que el resto de las comunas de la región aportan un 88%. Sin embargo, cabe mencionar que las Comunas de Valparaíso, Viña del Mar, Quilpué y Quillota tienen el 45% del total de la población de la V Región, esto significa que un 45% de la población es responsable del 11% del consumo de leña mientras que el 55% consume el 89% de leña.

Los datos del consumo promedio para la V Región del total de hogares es de 0,46 m³ por hogar, mientras que para las comunas encuestadas es de 0,26 m³.

Consumo de Leña en meses Fríos y Calurosos.

Se considero de acuerdo con las respuestas de los entrevistados que, los meses fríos son: Mayo, Junio, Julio, Agosto, Septiembre y los meses calurosos: Enero, Febrero, Marzo, Abril, Octubre, Noviembre y Diciembre

Tabla 62: Consumo de Leña en Hogares en meses fríos y calurosos.

•	• Frío		• Calor		• Total Año
	• Cf	• Co	• Cf	• Co	
• Promedio M ³	• 0,4	• 1,4	•	• 0,02	• 1,8
• D. Est. M ³	• 0,9	• 2,8	•	• 0,11	• 3,75

Fuente: Elaboración Propia.

Según la Tabla 11 podemos comentar que en meses fríos el promedio de consumo leña para calefacción es de 0,4 m³, mientras que para cocinar en de 1,4 m³ y en meses calurosos solo se utiliza leña para cocinar con un consumo promedio de 0,02 m³, entregando un total de 1,8 m³ para el año 2008.

Uso de leña por mes.

Las personas declaran que usan leña en diferente intensidades de uso por mes en al año, la distribución del uso de leña por mes se presenta en la tabla siguiente.

Tabla 63: Distribución Anual del Consumo de Leña.

CONSUMO DE LEÑA

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Cocinar	3%	3%	0%	4%	6%	6%	5%	5%	5%	3%	3%	3%
Calefaccionar	0%	0%	0%	8%	20%	24%	24%	23%	14%	5%	0%	0%
Otras	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Fuente: Elaboración Propia.

En la Tabla anterior, podemos observar que en el mes de enero a marzo es el menor consumo en las Comunas de Valparaíso, Viña del Mar, Quilpué y Quillota, además que en los meses de Mayo y Junio se presenta un mayor porcentaje de consumo de leña con 6% anual.

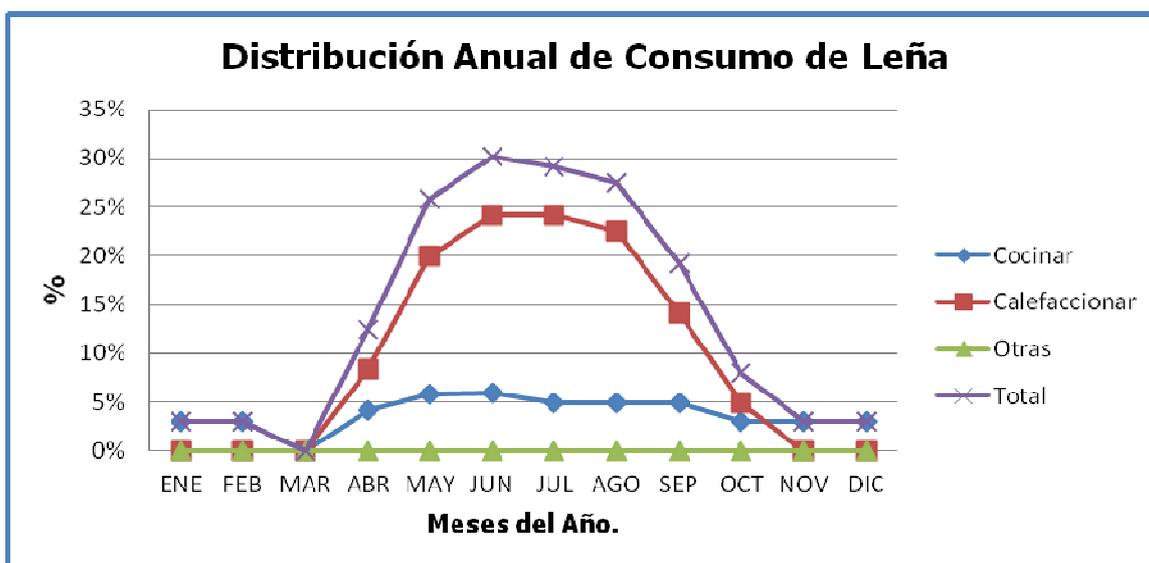


Figura 71: Distribución Anual de Consumo de Leña.

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura anterior podemos observar con respecto al total del porcentaje de consumo de leña anual en las comunas encuestadas, que en los meses de Enero y Febrero el consumo de leña es constante en un 3% mientras que en el mes de Marzo el consumo es cero, sin embargo a partir del mes de Abril presenta una curva creciente, llegando al mes de Junio con un porcentaje anual máximo de 30% y a partir de dicho mes la curva comienza a decrecer hasta el mes de Noviembre y Diciembre donde el porcentaje vuelve a ser constante de un 3% anual.

Formas de uso de la leña en artefactos a leña.

El uso de leña en meses fríos o calurosos ya sea en cocinar o calefaccionar esta detallado en las siguientes tablas:

Tabla 64: Uso de Leña en meses fríos o calurosos por Actividad.

	Uso de combustible en meses Fríos		Uso de combustible en meses Calurosos	
	a.- Cocinar	b.- Calefaccionar	a.- Cocinar	b.- Calefaccionar
	a.1.- Si/No	a.2.- Si/No	b.1.- Si/No	b.2.- Si/No
Leña	8	29	2	1
Briquetas y pellets	0	0	0	0
Otras biomásas	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla anterior, podemos observar que solo se utiliza leña como combustible ya sea en meses fríos o calurosos, en las Comunas de Viña del Mar, Valparaíso, Quilpué y Quillota.

La Información anterior también se presenta a nivel de Comunas.

Tabla 65: Porcentaje de Uso de Leña por Comunas en Estudio.

Comunas	Total hogares que usan leña	Cocinar		Calefaccionar	
		Frio	Calor	Frio	Calor
Valparaíso	8	3	1	7	0
Viña del Mar	14	3	1	13	1
Quilpué	7	1	0	7	0
Quillota	2	1	0	2	0
Total	31	8	2	29	1
• Comunas	• % de hogares que usan leña	• Cocinar		• Calefaccionar	
		• Frio	• Calor	• Frio	• Calor
• Valparaíso	• 26%	• 38%	• 13%	• 88%	• 0%
• Viña del Mar	• 45%	• 21%	• 7%	• 93%	• 7%
• Quilpué	• 23%	• 14%	• 0%	• 100%	• 0%
• Quillota	• 6%	• 50%	• 0%	• 100%	• 0%

Fuente: Elaboración propia.

El mayor porcentaje de consumo de leña se utiliza en los meses fríos y de estos el mayor porcentaje del consumo es utilizado para Calefaccionar los hogares.

- Para la Comuna de Valparaíso podemos indicar que 3 de los 8 hogares consumen leña en meses fríos para cocinar lo que corresponde al 38% y

7 de los 8 hogares consumen leña para calefacción lo que corresponde al 88%.

- Para la Comuna de Viña del Mar podemos indicar que 3 de los 14 hogares consumen leña en meses fríos para cocinar lo que corresponde al 21% y 13 de los 14 hogares consumen leña para calefacción lo que corresponde al 93%.
- Para la Comuna de Quilpué podemos indicar que 1 de los 7 hogares consumen leña en meses fríos para cocinar lo que corresponde al 14% y 7 de los 7 hogares consumen leña para calefacción lo que corresponde al 100%.
- Para la Comuna de Quilpué podemos indicar que 1 de los 2 hogares consumen leña en meses fríos para cocinar lo que corresponde al 50% y 2 de los 2 hogares consumen leña para calefacción lo que corresponde al 100%.

Uso de artefactos a leña.

Artefactos separados por uso en cocinar y calefaccionar.

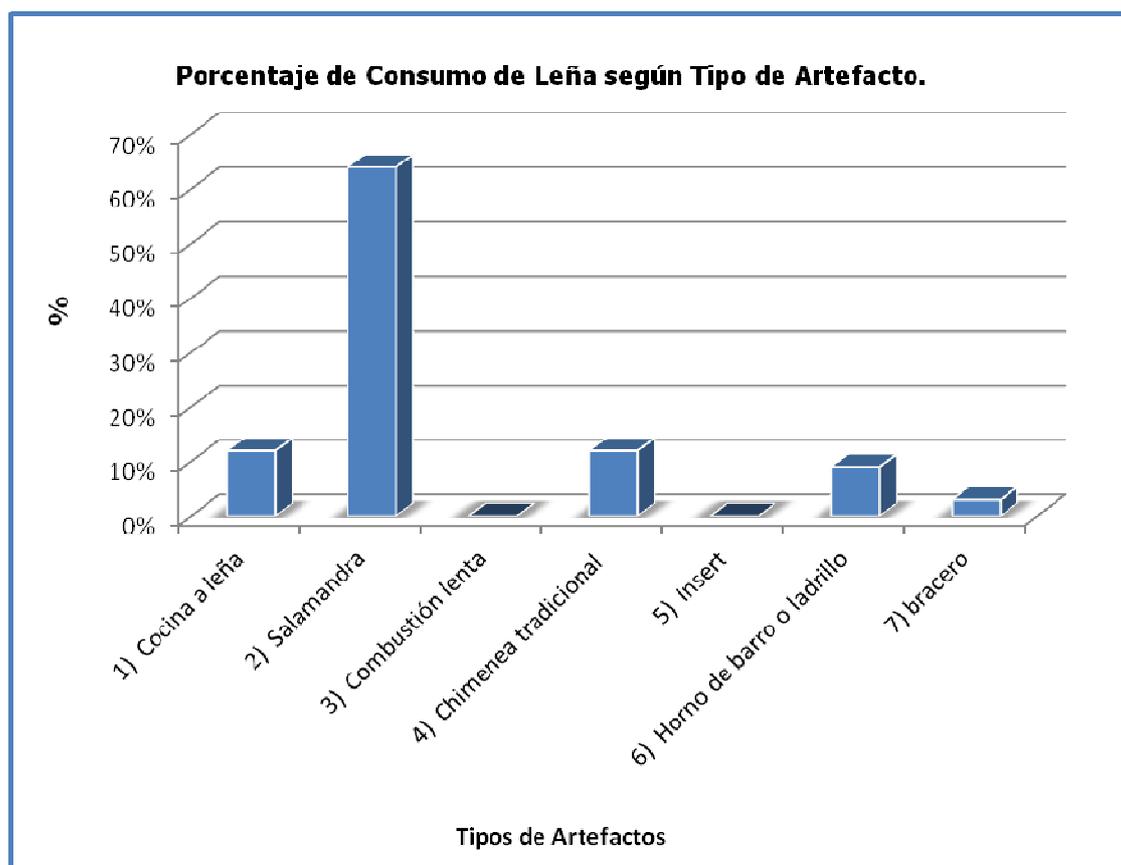
Tabla 66: Consumo de Leña por uso de artefacto.

	%	Cocinar	Calefacción	Consumo m³
1) Cocina a leña	12%	12%	12%	8.285
2) Salamandra	64%	0%	64%	44.186
3) Combustión lenta	0%	0%	0%	-
4) Chimenea tradicional	12%	0%	12%	8.285
5) Insert	0%	0%	0%	-
6) Horno de barro o ladrillo	9%	3%	6%	6.214
7) braceró	3%	0%	3%	2.071
Total	100%	15%	97%	69.041

Fuente: Elaboración Propia.

De la Tabla anterior, podemos indicar que para las comunas en donde se realizó la encuesta se consumen 44.186 m³ en salamandras lo que corresponde al 64% del consumo total de leña en las Comunas de Valparaíso, Viña del Mar, Quilpué y Quillota, las cocinas a leña y chimeneas tradicional utilizan el 12%, el horno de barro o ladrillo utiliza el 9% y el brasero el 3% del consumo total de leña.

Figura 72: Uso de Artefactos a Leña.



Fuente: Elaboración Propia.

Humedad de la leña

Frente a la pregunta, ¿Usa leña húmeda, semi húmeda o seca?, las respuestas fueron:

Tabla 6768: Porcentaje de Humedad en las Comunas de Valparaíso, Viña del Mar, Quilpué y Quillota.

Humedad de leña	Valparaíso		Viña del Mar		Quilpué		Quillota	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Seca < 20% Hd	7	87,5%	12	85,7%	4	57,1%	2	100%
Húmeda > 30% Hd	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Semi- húmeda 20% - 30%	1	12,5%	2	14,3%	3	42,9%	0	0%
Total	8	100%	14	100%	7	100%	2	100%

Fuente: Elaboración Propia.

Un 87,5% de las personas encuestadas declara que usa la leña seca, mientras que el 12,5 % restante declara usarla semi húmeda.

Uso del Tiraje

Frente a la pregunta, ¿Una vez que ha encendido, mantiene el tiraje: completamente abierto, a la mitad o cerrado?, las respuestas fueron:

Tabla 69: Datos para las comuna encuestadas

	Total		Valparaíso		Viña del mar		Quilpué		Quillota	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Abierto	14	48%	5	63%	3	21%	4	57%	2	100%
Mitad	13	45%	2	25%	9	64%	3	43%	0	0%
Cerrado	2	7%	1	13%	2	14%	0	0%	0	0%
Total	29	100%	8	100%	14	100%	7	100%	2	1

Fuente: Elaboración propia.

Según la Tabla 19 el 48% de los hogares que consumen leña usa el tiraje abierto, el 45% usa el tiraje a la mitad y el 7% usa el tiraje cerrado.

Datos sobre consumo versus Tiraje.

En las comunas encuestadas un 45,2% usa los artefactos con el tiraje completamente abierto, un 45,% lo usa abierto a la mitad y un 9,7% lo usa cerrado

Tabla 70: Datos para las comuna encuestadas

	N	%N
1.- Abierto	14	45,2%
2.- Mitad	14	45,2%
3.- Cerrado	3	9,7%
Totales	31	45,2%

Fuente: Elaboración propia.

Llenado de la Cámara

Tabla 71: Llenado de Cámara.

	Total		Valparaíso		Viña del mar		Quilpué		Quillota	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Si	15	52%	2	29%	4	31%	7	100%	2	100%
No	14	48%	5	71%	9	69%	0	0%	0	0%
Total	29	100%	7	100%	13	100%	7	100%	2	100%

Fuente: Elaboración propia.

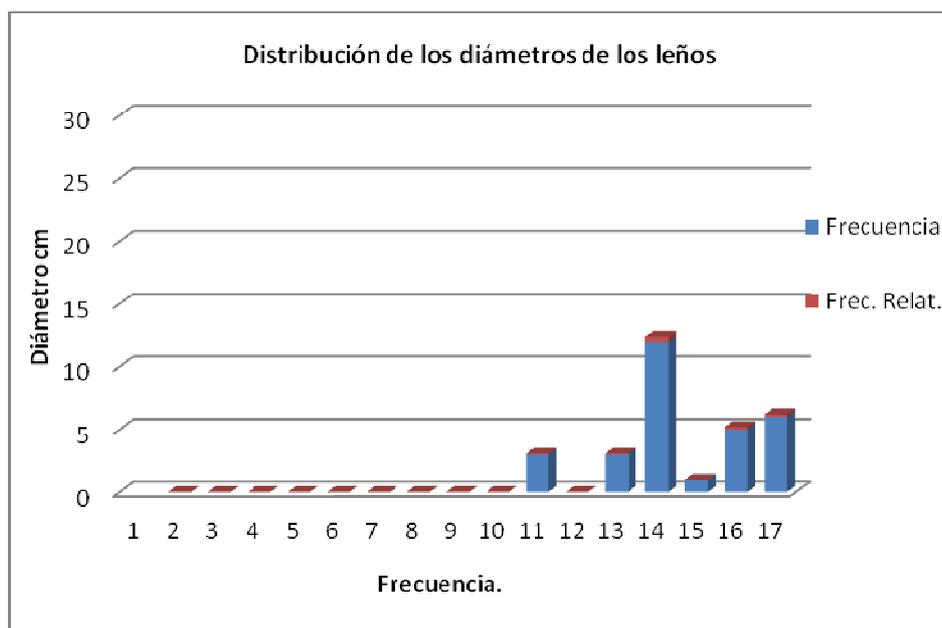
Respecto a la Tabla anterior podemos indicar que el 52% de los hogares que consumen leña llena completamente la cámara una vez encendido el artefacto.

Diámetros de los leños usados

Tabla 72: Diámetros de los leños

Estadístico	Valor
Máximo	30
Mínimo	15
Moda cms.	20
Hogares	120
Promedio cms.	22,2
Desv.Est. cms.	4,809

Figura 73: Distribución del diámetro de los leños (cm)



Fuente: Elaboración Propia

El diámetro de leño con mayor frecuencia utilizado en los hogares que consumen leña es de 20 cm.

Funciona en la Noche.

Frente a la pregunta ¿Deja funcionando durante la noche?, las respuestas fueron las siguientes.

Tabla 73: Funcionamiento en la Noche.

	Total		Valparaíso		Viña del Mar		Quilpué		Quillota	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Si	4	13%	2	25%	2	14%	0	0%	0	0%
No	27	87%	6	75%	12	86%	7	100%	2	100%
Total	31	100%	8	100%	14	100%	7	100%	2	100%

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla anterior nos expresa que el 13% deja funcionando el artefacto en la noche en los hogares encuestado.

Tiraje al mínimo en la Noche.

Frente a la pregunta. ¿Al retirarse a dormir cierra el tiraje al mínimo?, las respuestas fueron las siguientes.

Tabla 74: Tiraje al mínimo en la Noche.

	Total		Valparaíso		Viña del Mar		Quilpué		Quillota	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Si	23	74%	5	63%	12	86%	5	71%	2	100%
No	8	26%	3	38%	2	14%	2	29%	0	0%
Total	31	100%	8	100%	14	100%	7	100%	2	100%

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla anterior nos indica que el 74% cierra el tiraje al mínimo al retirarse a dormir en los hogares que consumen leña.

Preferencias de uso de la leña.

Frente a la pregunta. ¿Cómo prefiere usar la leña?, las respuestas fueron las siguientes.

Tabla 75: Preferencias de Uso de la Leña.

Prefiere usar Leña	Total		Valparaíso		Viña del mar		Quilpué		Quillota	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Seca	25	81%	7	88%	12	86%	4	57%	2	100%
Húmeda	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Mezclada	6	19%	1	13%	2	14%	3	43%	0	0%
Total	31	100%	8	100%	14	100%	7	100%	2	100%

Fuente: Elaboración propia.

Respecto a la Tabla 24 podemos indicar que el 81% de los hogares que utilizan leña prefieren usar leña seca mientras que el 19% prefiere usar leña mezclada (semi- húmeda).

Uso de Leña Húmeda.

Frente a la pregunta. ¿Por qué usa leña húmeda?, las respuestas fueron las siguientes.

Tabla 76: Uso de leña Húmeda.

Porque usa leña Húmeda	Total		Valparaíso		Viña del Mar		Quilpué		Quillota	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Dura más	9	90%	2	100%	4	80%	2	100%	1	100%
Otra razón	1	10%	0	0%	1	20%	0	0%	0	0%
Total	10	100%	2	100%	5	100%	2	100%	1	100%

Fuente: Elaboración propia.

La tabla anterior nos indica que el 90% usa leña húmeda o semi- húmeda debido a que dura más.

Reconocimiento de la leña seca

Frente a la pregunta. ¿Reconoce la leña húmeda por?, las respuestas fueron las siguientes.

Tabla 77: Reconocimiento de la Leña Seca.

La reconoce por	Total		Valparaíso		Viña del mar		Quilpué		Quillota	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Más liviana.	23	85%	7	100%	9	75%	5	83%	2	100%
Por el color	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Se informa cuando la obtiene	1	4%	0	0%	1	8%	0	0%	0	0%
Todas las anteriores	3	11%	0	0%	2	17%	1	17%	0	0%
Otra especificar	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
No sabe	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Total	27	100%	7	100%	12	100%	6	100%	2	100%

Fuente: Elaboración Propia.

El 85% reconoce la leña seca por ser más liviana y el 4% obtiene información cuando la compra (Ver Tabla anterior).

Frente a la pregunta. ¿Como almacena la leña?, las respuestas fueron las siguientes.

Tabla 78: Almacenamiento de la Leña.

Como almacena	Total		Valparaíso		Viña del mar		Quilpué		Quillota	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
En bodega bajo techo	14	42%	2	25%	6	40%	5	71%	1	50%
Al aire libre	4	12%	1	13%	2	13%	1	14%	0	0%
Al aire libre, pero cubierta.	13	39%	5	63%	6	40%	1	14%	1	50%
Picada	2	6%	0	0%	1	7%	0	0%	0	0%
Total	33	100%	8	100%	15	100%	7	100%	2	100%

Fuente: Elaboración Propia.

El 42% de los hogares que consume leña almacenan la leña bajo techo, el 12% al aire libre, el 39% al aire libre pero cubierto y el 6% picada.

Tipo de leña usada.

Frente a la pregunta. ¿Cual es el tipo de leña que usa?, las respuestas fueron las siguientes.

Tabla 79: Tipo de Leña Usada.

Tipo de Leña	Total		Valparaíso		Viña del mar		Quilpué		Quillota	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Hualle/Roble	1	3%	0	0%	1	6%	0	0%	0	0%
Espino	3	8%	1	8%	1	6%	0	0%	1	50%
Pino	12	30%	2	17%	6	38%	4	40%	0	0%
Eucalipto	9	23%	2	17%	5	31%	2	20%	0	0%
Aromo	2	5%	1	8%	0	0%	1	10%	0	0%
Desechos Industriales (aserrín, tapas, despuntes)	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Desechos Forestales (ramas, Troncos muertos)	8	20%	4	33%	1	6%	2	20%	1	50%
No sabe	3	8%	1	8%	1	6%	1	10%	0	0%
Otro	2	5%	1	8%	1	6%	0	0%	0	0%
Total	40	100%	12	100%	16	100%	10	100%	2	100%

Fuente: Elaboración Propia.

El 30% de los hogares encuestado consumen mayoritariamente pino, seguido por el eucalipto con un 23%.

Artefactos a leña versus el nivel socioeconómico.

La tabla de contingencia del tipo de artefacto versus el NSE, arroja que en un 68 de los artefactos los tiene el NSE Medio, y el mayor artefacto que esta clase tiene es la salamandra.

Tabla 80: Tipos de Artefactos y Nivel Socio Económico.

NSE	Tipo de artefacto									Totales	%
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Bajo	2	3	0	1	0	1	1	0	0	8	26%
Medio	2	17	0	2	0	0	0	0	0	21	68%
Alto	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2	6%
Totales	4	21	0	4	0	1	1	0	0	31	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 81: Códigos usados para los artefactos

1) Cocina a leña
2) Salamandra
3) Combustión lenta
4) Chimenea tradicional
5) Insert
6) Horno de barro o ladrillo
7) Brasero
8) Otro

Horarios de usos de artefactos a leña.

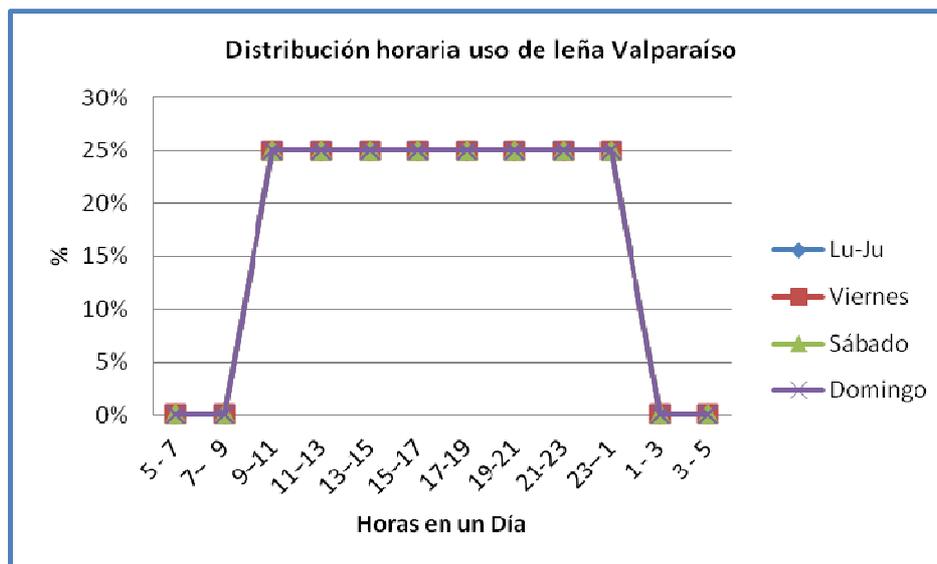
Tabla 82: Uso de leña en hogares para calefacción en meses fríos, según el horario

	5 - 7	7- 9	9-11	11- 13	13- 15	15- 17	17- 19	19- 21	21- 23	23- 1	1 - 3	3 - 5
Valparaíso												
Lu-Ju	0%	0%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	0%	0%
Viernes	0%	0%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	0%	0%
Sábado	0%	0%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	0%	0%
Domingo	0%	0%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	0%	0%
Promedio Valparaíso	0%	0%	25%	0%	0%							
Viña del Mar												
Lu-Ju	0%	0%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	0%	0%
Viernes	0%	0%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	0%	0%
Sábado	0%	0%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	0%	0%
Domingo	0%	0%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	0%	0%
Promedio Viña del Mar	0%	0%	25%	0%	0%							

Quilpué												
Lu-Ju	0%	0%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	0%	0%	0%
Viernes	0%	0%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	0%	0%
Sábado	0%	0%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	0%	0%	0%
Domingo	0%	0%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	0%	0%	0%
Promedio Quilpué	0%	0%	25%	0%	0%							
Quillota												
Lu-Ju	0%	0%	0%	25%	25%	25%	25%	25%	0%	0%	0%	0%
Viernes	0%	0%	0%	25%	25%	25%	25%	25%	0%	0%	0%	0%
Sábado	0%	0%	0%	25%	25%	25%	25%	25%	0%	0%	0%	0%
Domingo	0%	0%	0%	25%	25%	25%	25%	25%	0%	0%	0%	0%
Promedio Quillota	0%	0%	0%	25%	25%	25%	25%	25%	0%	0%	0%	0%

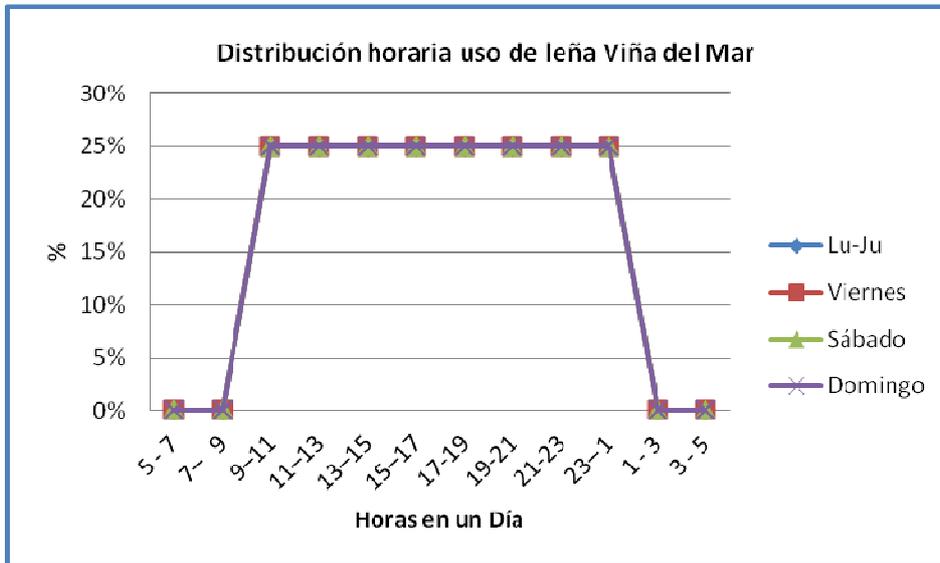
Fuente: Elaboración propia.

Figura 74: Distribución de uso de leña para calefacción por hora del día.



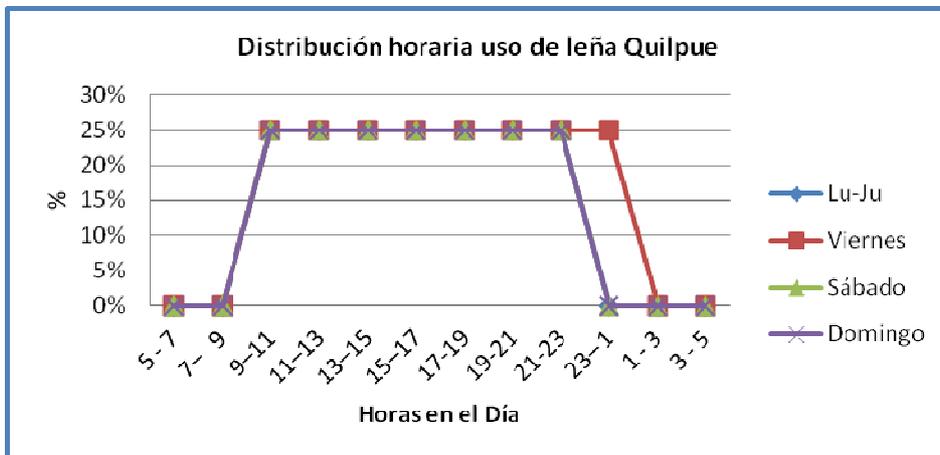
Fuente: Elaboración propia.

Figura 75: Distribución de uso de leña para calefacción por hora del día.



Fuente: Elaboración propia.

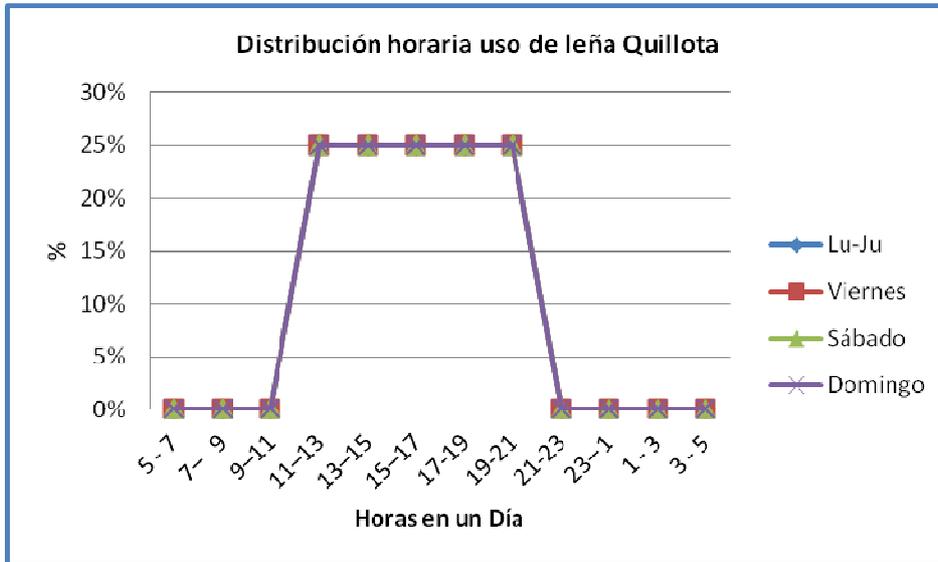
Figura 76: Distribución de uso de leña para calefacción por hora del día.



Fuente: Elaboración propia.

Quilpué es la única de las cuatro ciudades que presenta una distribución horaria diferente a las otras tres comunas, desplazando el uso de leña los días viernes hasta las 3 de la mañana.

Figura 77: Distribución de uso de leña para calefacción por hora del día.



Fuente: Elaboración propia.

Las principales conclusiones del estudio son las siguientes:

- ✚ En las comunas encuestadas, un 25,8% de los encuestados usa leña.
- ✚ La leña es usada principalmente para caleccionarse. independientemente del nivel socioeconómico.
- ✚ El consumo de Leña en la V región se estima en 264.941 m³, con un error estándar de un 15%.
- ✚ El consumo promedio para las viviendas que consumen leña es de 1,6 m³ y para el total de las viviendas de 0,46 m³.
- ✚ Las especies más utilizadas como leña en las comunas son las especies de Pino, Eucalipto, destaca también que se mencionen también desechos forestales.
- ✚ Los horarios de 9-23 horas es donde se usa la leña, destaca esa forma de uso frente al uso en otras regiones.

Calculo de emisiones

Para el cálculo de emisiones, se construyeron cuatro escenarios a partir de la información procesada.

Escenario 1

Emisiones estimadas para la región de Valparaíso según la metodología EPA, AP-42 y los consumos de leña, fueron obtenidas a partir de la encuesta de consumo de leña, aplicada en cuatro comunas de la región (Valparaíso, Viña del Mar, Quilpué, Quillota), más los resultados obtenidos de la encuesta CASEN 2006, para el resto de las comunas. Los resultados son los siguientes:

Tabla 83. Emisiones de Comunas del área de estudio (Urbano).

Ciudades	EMISIONES ton/año					
	Urbano					
	MP ₁₀	MP _{2,5}	NO _x	CO	COV	SO _x
Valparaíso	166,60	163,33	15,24	1.256,58	288,56	2,18
Casablanca	28,08	27,53	2,57	211,77	48,63	0,37
Concón	17,32	16,98	1,59	130,66	30,00	0,23
Puchuncaví	13,49	13,23	1,23	101,76	23,37	0,18
Quilpué	27,46	26,92	2,51	207,11	47,56	0,36
Quintero	11,09	10,87	1,01	83,62	19,20	0,14
Villa Alemana	111,79	109,60	10,23	843,19	193,63	1,46
Viña del Mar	286,79	281,17	26,24	2.163,12	496,73	3,75
Los Andes	24,06	23,58	2,20	181,45	41,67	0,31
Calle Larga	21,12	20,70	1,93	159,28	36,58	0,28
Rinconada	30,21	29,62	2,76	227,85	52,32	0,39
San Esteban	27,81	27,26	2,54	209,73	48,16	0,36
La Ligua	19,59	19,20	1,79	147,74	33,93	0,26
Cabildo	10,42	10,21	0,95	78,56	18,04	0,14
Papudo	16,21	15,89	1,48	122,27	28,08	0,21
Petorca	3,82	3,75	0,35	28,84	6,62	0,05
Zapallar	21,31	20,89	1,95	160,72	36,91	0,28
Quillota	45,14	44,25	4,13	340,44	78,18	0,59
La Calera	23,89	23,43	2,19	180,22	41,38	0,31
Hijuelas	9,91	9,72	0,91	74,74	17,16	0,13
La Cruz	29,82	29,24	2,73	224,95	51,66	0,39
Limache	17,53	17,19	1,60	132,25	30,37	0,23
Nogales	17,75	17,41	1,62	133,91	30,75	0,23
Olmué	13,00	12,75	1,19	98,08	22,52	0,17
San Antonio	199,15	195,24	18,22	1.502,07	344,93	2,60
Algarrobo	12,92	12,67	1,18	97,45	22,38	0,17
Cartagena	47,03	46,11	4,30	354,76	81,47	0,61
El Quisco	33,78	33,12	3,09	254,78	58,51	0,44
El Tabo	70,35	68,97	6,44	530,61	121,85	0,92
Santo Domingo	31,03	30,42	2,84	234,05	53,75	0,41
San Felipe	76,89	75,38	7,04	579,91	133,17	1,01

Catemu	7,13	6,99	0,65	53,77	12,35	0,09
Llay Llay	10,50	10,30	0,96	79,21	18,19	0,14
Panquehue	3,48	3,42	0,32	26,28	6,04	0,05
Putando	19,15	18,77	1,75	144,43	33,17	0,25
Santa María	51,86	50,84	4,75	391,15	89,82	0,68
Totales	1.557,48	1.526,94	142,51	11.747,30	2.697,60	20,36

Fuente: Elaboración propia

Tabla 84. Emisiones de Comunas del área de estudio (Rural).

EMISIONES ton/año						
Ciudades	Rural					
	MP ₁₀	MP _{2,5}	NO _x	CO	COV	SO _x
Valparaíso	18,79	18,42	1,72	141,74	32,55	0,25
Casablanca	9,58	9,39	0,88	72,27	16,60	0,13
Concón	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Puchuncaví	1,77	1,73	0,16	13,33	3,06	0,02
Quilpué	3,06	3,00	0,28	23,08	5,30	0,04
Quintero	3,00	2,94	0,27	22,65	5,20	0,04
Villa Alemana	4,00	3,92	0,37	30,16	6,92	0,05
Viña del Mar	-	-	-	-	-	-
Los Andes	61,35	60,15	5,61	462,72	106,26	0,80
Calle Larga	33,41	32,75	3,06	251,98	57,86	0,44
Rinconada	7,20	7,05	0,66	54,27	12,46	0,09
San Esteban	41,06	40,25	3,76	309,69	71,12	0,54
La Ligua	17,61	17,26	1,61	132,82	30,50	0,23
Cabildo	35,21	34,52	3,22	265,57	60,98	0,46
Papudo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Petorca	30,93	30,32	2,83	233,28	53,57	0,40
Zapallar	6,35	6,22	0,58	47,87	10,99	0,08
Quillota	62,71	61,48	5,74	472,98	108,61	0,82
La Calera	2,14	2,10	0,20	16,14	3,71	0,03
Hijuelas	30,17	29,58	2,76	227,55	52,25	0,39
La Cruz	9,81	9,61	0,90	73,96	16,98	0,13
Limache	14,93	14,64	1,37	112,63	25,86	0,20
Nogales	18,37	18,01	1,68	138,56	31,82	0,24
Olmué	22,37	21,93	2,05	168,69	38,74	0,29
San Antonio	46,61	45,70	4,26	351,55	80,73	0,61
Algarrobo	35,73	35,03	3,27	269,48	61,88	0,47
Cartagena	53,75	52,70	4,92	405,40	93,09	0,70
El Quisco	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
El Tabo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Santo Domingo	31,01	30,40	2,84	233,86	53,70	0,41
San Felipe	44,81	43,93	4,10	337,98	77,61	0,59
Catemu	30,88	30,28	2,83	232,93	53,49	0,40
Llay Llay	20,51	20,10	1,88	154,67	35,52	0,27
Panquehue	7,65	7,50	0,70	57,68	13,25	0,10
Putando	54,14	53,08	4,95	408,36	93,78	0,71
Santa María	26,61	26,09	2,43	200,70	46,09	0,35

Totales	785,49	770,09	71,87	5.924,55	1.360,49	10,27
----------------	---------------	---------------	--------------	-----------------	-----------------	--------------

Fuente: Elaboración propia

Para el cálculo de las emisiones se proyectó el crecimiento de consumo al 2008, considerando incremento poblacional parejo para todas las comunas.

Tabla 85. Emisiones de Comunas del área de estudio (Urbano y Rural).

EMISIONES ton/año						
Ciudades	Urbano y Rural					
	MP₁₀	MP_{2,5}	NO_x	CO	COV	SO_x
Valparaíso	185,39	181,76	16,96	1.398,32	321,11	2,42
Casablanca	37,66	36,92	3,45	284,04	65,22	0,49
Concón	17,32	16,98	1,59	130,66	30,00	0,23
Puchuncaví	15,26	14,96	1,40	115,09	26,43	0,20
Quilpué	30,52	29,92	2,79	230,19	52,86	0,40
Quintero	14,09	13,81	1,29	106,27	24,40	0,18
Villa Alemana	115,79	113,52	10,60	873,34	200,55	1,51
Viña del Mar	-	-	-	-	-	-
Los Andes	85,40	83,73	7,81	644,16	147,92	1,12
Calle Larga	54,53	53,46	4,99	411,26	94,44	0,71
Rinconada	37,40	36,67	3,42	282,12	64,79	0,49
San Esteban	68,87	67,52	6,30	519,42	119,28	0,90
La Ligua	37,20	36,47	3,40	280,56	64,43	0,49
Cabildo	45,63	44,73	4,17	344,13	79,02	0,60
Papudo	16,21	15,89	1,48	122,27	28,08	0,21
Petorca	34,75	34,07	3,18	262,13	60,19	0,45
Zapallar	27,66	27,11	2,53	208,60	47,90	0,36
Quillota	107,85	105,73	9,87	813,42	186,79	1,41
La Calera	26,03	25,52	2,38	196,36	45,09	0,34
Hijuelas	40,08	39,29	3,67	302,29	69,42	0,52
La Cruz	39,63	38,85	3,63	298,91	68,64	0,52
Limache	32,47	31,83	2,97	244,88	56,23	0,42
Nogales	36,12	35,42	3,31	272,47	62,57	0,47
Olmué	35,37	34,68	3,24	266,78	61,26	0,46
San Antonio	245,76	240,94	22,49	1.853,61	425,66	3,21
Algarrobo	48,65	47,69	4,45	366,93	84,26	0,64
Cartagena	100,78	98,81	9,22	760,16	174,56	1,32
El Quisco	33,78	33,12	3,09	254,78	58,51	0,44
El Tabo	70,35	68,97	6,44	530,61	121,85	0,92
Santo Domingo	62,04	60,82	5,68	467,91	107,45	0,81
San Felipe	121,70	119,31	11,14	917,89	210,78	1,59
Catemu	38,01	37,27	3,48	286,70	65,84	0,50
Llay Llay	31,01	30,40	2,84	233,88	53,71	0,41
Panquehue	11,13	10,91	1,02	83,97	19,28	0,15
Putaendo	73,29	71,85	6,71	552,79	126,94	0,96
Santa María	78,47	76,93	7,18	591,85	135,91	1,03
Totales	2.056,18	2.015,87	188,15	15.508,73	3.561,36	26,88

Fuente: Elaboración propia

Para Valparaíso, Viña del Mar, Quilpué, Quillota, se usaron los consumos obtenidos por la encuesta aplicada.

En la siguiente figura se grafican las estimaciones de emisiones de MP10 mostradas en la tabla anterior:

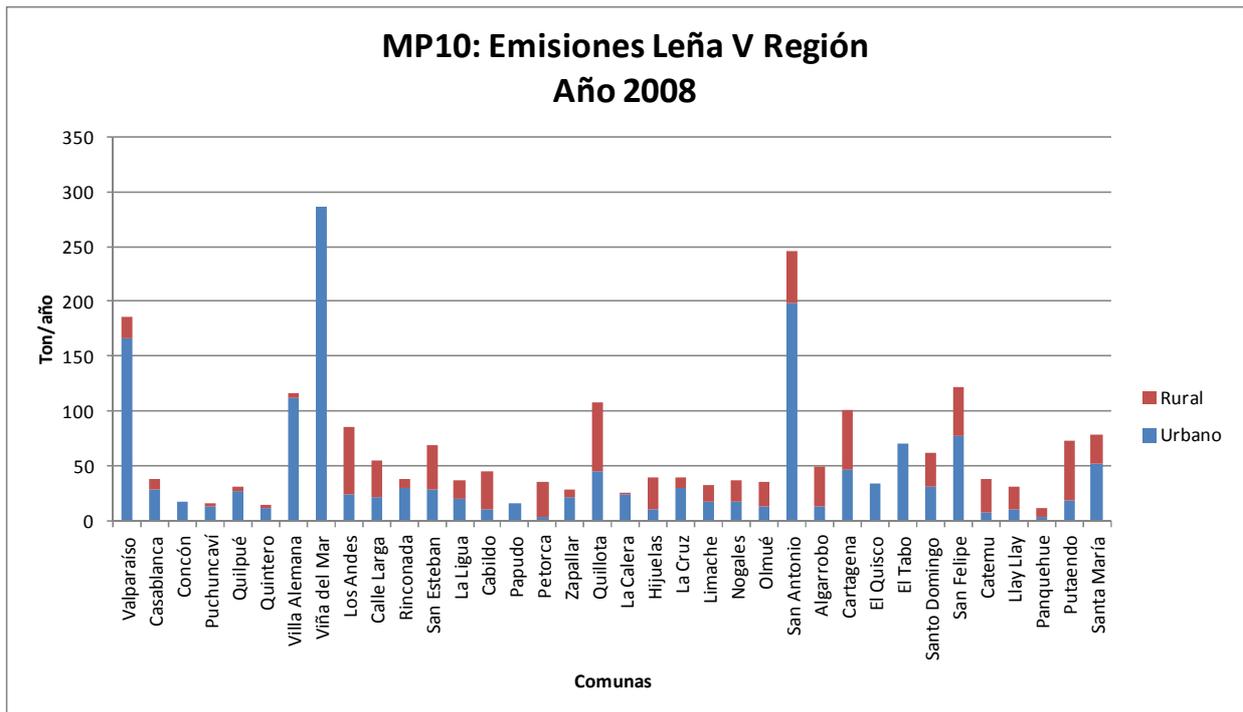


Figura 78. Emisiones de MP10, provenientes del consumo de leña. Escenario 1

Escenario 2

Emisiones estimadas para la región de Valparaíso, según los factores de emisión usados en el estudio, "Inventario de Emisiones de Contaminantes Atmosféricos y Definición de Área de Influencia de las Emisiones que Causan el Efecto de Saturación por PM10 en la Ciudad de TALCA" Consultora AMBIOSIS, 2008" y los consumos de leña, fueron obtenidos a partir de la encuesta de consumo de leña aplicada en cuatro comunas de la región (Valparaíso, Viña del Mar, Quilpué, Quillota), más lo reportado en la encuesta CASEN 2006, para el resto de las comunas. Los resultados son los siguientes:

Tabla 86. Emisiones provenientes de Comunas del área de estudio por tipo de Artefacto y Humedad (Urbano).

EMISIONES URBANAS POR HUMEDAD Y TIPO DE ARTEFACTO									
Artefacto: Cocina a leña		CONTAMINANTES							
COMUNAS	% DE HUMEDAD	MP	MP10	MP2,5	CO	NOX	COV	SOX	NH3
VALPARAISO	Seca < 20% Hd	21,38	20,53	19,89	135,03	1,39	122,41	0,21	1,18
	Semi- húmeda 20% - 30%	7,67	7,34	7,15	95,27	0,31	86,36	0,05	0,26
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CASA BLANCA	Seca < 20% Hd	3,60	3,46	3,35	22,76	0,23	20,63	0,04	0,20
	Semi- húmeda 20% - 30%	1,29	1,24	1,21	16,06	0,05	14,55	0,01	0,04
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CONCON	Seca < 20% Hd	2,22	2,13	2,07	14,04	0,14	12,73	0,02	0,12
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,80	0,76	0,74	9,91	0,03	8,98	0,00	0,03
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PUCHUNCAVI	Seca < 20% Hd	1,73	1,66	1,61	10,93	0,11	9,91	0,02	0,10
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,62	0,59	0,58	7,71	0,03	6,99	0,00	0,02
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
QUILPUE	Seca < 20% Hd	3,52	3,38	3,28	22,25	0,23	20,18	0,04	0,19
	Semi- húmeda 20% - 30%	1,26	1,21	1,18	15,70	0,05	14,23	0,01	0,04
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
QUINTERO	Seca < 20% Hd	1,42	1,37	1,32	8,99	0,09	8,15	0,01	0,08
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,51	0,49	0,48	6,34	0,02	5,75	0,00	0,02
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
VILLA ALEMANA	Seca < 20% Hd	14,35	13,77	13,34	90,60	0,93	82,14	0,14	0,79
	Semi- húmeda 20% - 30%	5,15	4,93	4,80	63,93	0,21	57,95	0,03	0,18
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
VIÑA DEL MAR	Seca < 20% Hd	36,81	35,34	34,23	232,44	2,39	210,72	0,37	2,02
	Semi- húmeda 20% - 30%	13,21	12,64	12,31	164,00	0,53	148,66	0,08	0,45
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LOS ANDES	Seca < 20% Hd	3,09	2,96	2,87	19,50	0,20	17,68	0,03	0,17
	Semi- húmeda 20% - 30%	1,11	1,06	1,03	13,76	0,04	12,47	0,01	0,04
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CALLE LARGA	Seca < 20% Hd	2,71	2,60	2,52	17,12	0,18	15,52	0,03	0,15
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,97	0,93	0,91	12,08	0,04	10,95	0,01	0,03
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
RINCONADA	Seca < 20% Hd	3,88	3,72	3,61	24,48	0,25	22,20	0,04	0,21
	Semi- húmeda 20% - 30%	1,39	1,33	1,30	17,27	0,06	15,66	0,01	0,05
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SAN ESTEBAN	Seca < 20% Hd	3,57	3,43	3,32	22,54	0,23	20,43	0,04	0,20
	Semi- húmeda 20% - 30%	1,28	0,76	0,74	5,01	0,05	4,54	0,01	0,04
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

LA LIGUA	Seca < 20% Hd	2,51	2,41	2,34	15,88	0,16	14,39	0,03	0,14
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,90	0,86	0,84	11,20	0,04	10,15	0,01	0,03
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CABILDO	Seca < 20% Hd	1,34	1,28	1,24	8,44	0,09	7,65	0,01	0,07
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,48	0,46	0,45	5,96	0,02	5,40	0,00	0,02
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PAPUDO	Seca < 20% Hd	2,08	2,00	1,93	13,14	0,14	11,91	0,02	0,11
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,75	0,71	0,70	9,27	0,03	8,40	0,00	0,03
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PETORCA	Seca < 20% Hd	0,49	0,47	0,46	3,10	0,03	2,81	0,00	0,03
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,18	0,17	0,16	2,19	0,01	1,98	0,00	0,01
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ZAPALLAR	Seca < 20% Hd	2,73	2,63	2,54	17,27	0,18	15,66	0,03	0,15
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,98	0,94	0,91	12,19	0,04	11,05	0,01	0,03
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
QUILLOTA	Seca < 20% Hd	5,79	5,56	5,39	36,58	0,38	33,16	0,06	0,32
	Semi- húmeda 20% - 30%	2,08	1,99	1,94	25,81	0,08	23,40	0,01	0,07
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LA CALERA	Seca < 20% Hd	3,07	2,94	2,85	19,37	0,20	17,56	0,03	0,17
	Semi- húmeda 20% - 30%	1,10	1,05	1,03	13,66	0,04	12,39	0,01	0,04
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HIJUELAS	Seca < 20% Hd	1,27	1,22	1,18	8,03	0,08	7,28	0,01	0,07
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,46	0,44	0,43	5,67	0,02	5,14	0,00	0,02
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LA CRUZ	Seca < 20% Hd	3,83	3,67	3,56	24,17	0,25	21,91	0,04	0,21
	Semi- húmeda 20% - 30%	1,37	1,31	1,28	17,05	0,06	15,46	0,01	0,05
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LIMACHE	Seca < 20% Hd	2,25	2,16	2,09	14,21	0,15	12,88	0,02	0,12
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,81	0,77	0,75	10,03	0,03	9,09	0,01	0,03
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
NOGALES	Seca < 20% Hd	2,28	2,19	2,12	14,39	0,15	13,04	0,02	0,13
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,82	0,78	0,76	10,15	0,03	9,20	0,01	0,03
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
OLMUE	Seca < 20% Hd	1,67	1,60	1,55	10,54	0,11	9,55	0,02	0,09
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,60	0,57	0,56	7,44	0,02	6,74	0,00	0,02
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SAN ANTONIO	Seca < 20% Hd	25,56	24,54	23,77	161,41	1,66	146,33	0,26	1,41
	Semi- húmeda 20% - 30%	9,17	8,78	8,55	113,88	0,37	103,23	0,06	0,31
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ALGARROBO	Seca < 20% Hd	1,66	1,59	1,54	10,47	0,11	9,49	0,02	0,09
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,60	0,57	0,55	7,39	0,02	6,70	0,00	0,02
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

CARTAGENA	Seca < 20% Hd	6,04	5,80	5,61	38,12	0,39	34,56	0,06	0,33
	Semi- húmeda 20% - 30%	2,17	2,07	2,02	26,90	0,09	24,38	0,01	0,07
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
EL QUISCO	Seca < 20% Hd	4,34	4,16	4,03	27,38	0,28	24,82	0,04	0,24
	Semi- húmeda 20% - 30%	1,56	1,49	1,45	19,32	0,06	17,51	0,01	0,05
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
EL TABO	Seca < 20% Hd	9,03	8,67	8,40	57,02	0,59	51,69	0,09	0,50
	Semi- húmeda 20% - 30%	3,24	3,10	3,02	40,23	0,13	36,47	0,02	0,11
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SANTO DOMINGO	Seca < 20% Hd	3,98	3,82	3,70	25,15	0,26	22,80	0,04	0,22
	Semi- húmeda 20% - 30%	1,43	1,37	1,33	17,74	0,06	16,09	0,01	0,05
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SAN FELIPE	Seca < 20% Hd	9,87	9,47	9,18	62,31	0,64	56,49	0,10	0,54
	Semi- húmeda 20% - 30%	3,54	3,39	3,30	43,97	0,14	39,85	0,02	0,12
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CATEMU	Seca < 20% Hd	0,91	0,88	0,85	5,78	0,06	5,24	0,01	0,05
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,20	0,20	0,19	1,28	0,01	1,16	0,00	0,01
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LLAY LLAY	Seca < 20% Hd	1,35	1,29	1,25	8,51	0,09	7,72	0,01	0,07
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,48	0,46	0,45	6,01	0,02	5,44	0,00	0,02
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PANQUEHUE	Seca < 20% Hd	0,45	0,43	0,42	2,82	0,03	2,56	0,00	0,02
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,16	0,15	0,15	1,99	0,01	1,81	0,00	0,01
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PUTAENDO	Seca < 20% Hd	2,46	2,36	2,29	15,52	0,16	14,07	0,02	0,14
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,88	0,84	0,82	10,95	0,04	9,93	0,01	0,03
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SANTA MARIA	Seca < 20% Hd	6,66	6,39	6,19	42,03	0,43	38,10	0,07	0,37
	Semi- húmeda 20% - 30%	2,39	2,29	2,23	29,66	0,10	26,88	0,01	0,08
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL		271,50	259,94	252,18	2139,25	15,88	1939,31	2,44	13,44

Fuente: Elaboración propia

Tabla 87. Emisiones provenientes de Comunas del área de estudio por tipo de Artefacto y Humedad (Urbano).

EMISIONES URBANAS POR HUMEDAD Y TIPO DE ARTEFACTO									
Artefacto: Salamandra / Chimenea tradicional / Estufa / Braser / Horno barro o ladrillo / Otro									
		CONTAMINANTES							
COMUNAS	% DE HUMEDAD	MP	MP10	MP2,5	CO	NOX	COV	SOX	NH3

VALPARAISO	Seca < 20% Hd	135,63	130,14	126,22	990,20	10,19	897,68	1,57	8,62
	Semi- húmeda 20% - 30%	48,61	7,87	4,71	56,57	0,37	42,14	0,23	3,30
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CASA BLANCA	Seca < 20% Hd	22,86	21,93	21,27	166,87	1,72	151,28	0,26	1,45
	Semi- húmeda 20% - 30%	8,19	7,87	7,63	117,74	0,38	106,73	0,06	0,32
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CONCON	Seca < 20% Hd	14,10	13,53	13,12	102,96	1,06	93,34	0,16	0,90
	Semi- húmeda 20% - 30%	5,05	4,85	4,71	72,64	0,24	65,85	0,04	0,20
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PUCHUNCAVI	Seca < 20% Hd	10,98	10,54	10,22	80,19	0,83	72,69	0,13	0,70
	Semi- húmeda 20% - 30%	3,94	3,78	3,67	56,57	0,18	51,28	0,03	0,16
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
QUILPUE	Seca < 20% Hd	22,35	21,45	20,80	163,20	1,68	147,95	0,26	1,42
	Semi- húmeda 20% - 30%	8,01	7,70	7,47	115,15	0,37	104,38	0,06	0,32
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
QUINTERO	Seca < 20% Hd	9,03	8,66	8,40	65,89	0,68	59,74	0,10	0,57
	Semi- húmeda 20% - 30%	3,23	3,11	3,01	46,49	0,15	42,14	0,02	0,13
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
VILLA ALEMANA	Seca < 20% Hd	91,01	87,33	84,70	664,44	6,84	602,36	1,05	5,79
	Semi- húmeda 20% - 30%	32,62	31,33	30,40	468,79	1,52	424,95	0,23	1,29
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
VIÑA DEL MAR	Seca < 20% Hd	233,48	224,03	217,29	1704,55	17,54	1545,30	2,70	14,85
	Semi- húmeda 20% - 30%	83,68	80,38	77,98	1202,65	3,90	1090,18	0,60	3,30
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LOS ANDES	Seca < 20% Hd	19,58	18,79	18,23	142,98	1,47	129,62	0,23	1,25
	Semi- húmeda 20% - 30%	7,02	6,74	6,54	100,88	0,33	91,45	0,05	0,28
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CALLE LARGA	Seca < 20% Hd	17,19	16,50	16,00	125,51	1,29	113,79	0,20	1,09
	Semi- húmeda 20% - 30%	6,16	5,92	5,74	88,56	0,29	80,28	0,04	0,24
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
RINCONADA	Seca < 20% Hd	24,59	23,60	22,89	179,55	1,85	162,77	0,28	1,56
	Semi- húmeda 20% - 30%	8,81	8,47	8,21	126,68	0,41	114,83	0,06	0,35
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SAN ESTEBAN	Seca < 20% Hd	22,64	21,72	21,07	165,27	1,70	149,83	0,26	1,44
	Semi- húmeda 20% - 30%	8,11	7,79	7,56	116,61	0,38	105,70	0,06	0,32
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LA LIGUA	Seca < 20% Hd	15,95	15,30	14,84	116,42	1,20	105,54	0,18	1,01
	Semi- húmeda 20% - 30%	5,71	5,49	5,33	82,14	0,27	74,46	0,04	0,23
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CABILDO	Seca < 20% Hd	8,48	8,14	7,89	61,91	0,64	56,13	0,10	0,54
	Semi- húmeda 20% - 30%	3,04	2,92	2,83	43,68	0,14	39,60	0,02	0,12
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

PAPUDO	Seca < 20% Hd	13,20	12,66	12,28	96,35	0,99	87,35	0,15	0,84
	Semi- húmeda 20% - 30%	4,73	4,54	4,41	67,98	0,22	61,62	0,03	0,19
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PETORCA	Seca < 20% Hd	3,11	2,99	2,90	22,73	0,23	20,60	0,04	0,20
	Semi- húmeda 20% - 30%	1,12	1,07	1,04	16,03	0,05	14,54	0,01	0,04
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ZAPALLAR	Seca < 20% Hd	17,35	16,65	16,14	126,65	1,30	114,82	0,20	1,10
	Semi- húmeda 20% - 30%	6,22	5,97	5,79	89,36	0,29	81,00	0,04	0,25
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
QUILLOTA	Seca < 20% Hd	36,75	35,26	34,20	268,27	2,76	243,21	0,42	2,34
	Semi- húmeda 20% - 30%	13,17	12,65	12,27	189,28	0,61	171,58	0,09	0,52
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LA CALERA	Seca < 20% Hd	19,45	18,67	18,10	142,01	1,46	128,74	0,22	1,24
	Semi- húmeda 20% - 30%	6,97	6,70	6,50	100,20	0,32	90,83	0,05	0,27
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HIJUELAS	Seca < 20% Hd	8,07	7,74	7,51	58,90	0,61	53,39	0,09	0,51
	Semi- húmeda 20% - 30%	2,89	2,78	2,69	41,56	0,13	37,67	0,02	0,11
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LA CRUZ	Seca < 20% Hd	24,28	23,30	22,60	177,26	1,82	160,70	0,28	1,54
	Semi- húmeda 20% - 30%	8,70	8,36	8,11	125,07	0,41	113,37	0,06	0,34
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LIMACHE	Seca < 20% Hd	14,28	13,70	13,29	104,22	1,07	94,48	0,17	0,91
	Semi- húmeda 20% - 30%	5,12	4,91	4,77	73,53	0,24	66,65	0,04	0,20
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
NOGALES	Seca < 20% Hd	23,31	22,39	21,72	335,02	1,09	303,69	0,17	0,92
	Semi- húmeda 20% - 30%	5,18	4,98	4,83	74,45	0,24	67,49	0,04	0,20
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
OLMUE	Seca < 20% Hd	10,59	10,16	9,85	77,29	0,80	70,07	0,12	0,67
	Semi- húmeda 20% - 30%	3,79	3,64	3,54	54,53	0,18	49,43	0,03	0,15
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SAN ANTONIO	Seca < 20% Hd	162,13	155,57	150,88	1183,64	12,18	1073,05	1,87	10,31
	Semi- húmeda 20% - 30%	58,10	55,81	54,15	835,12	2,71	757,02	0,42	2,29
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ALGARROBO	Seca < 20% Hd	10,52	10,09	9,79	76,79	0,79	69,61	0,12	0,67
	Semi- húmeda 20% - 30%	3,77	3,62	3,51	54,18	0,18	49,11	0,03	0,15
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CARTAGENA	Seca < 20% Hd	38,29	36,74	35,64	279,55	2,88	253,44	0,44	2,43
	Semi- húmeda 20% - 30%	13,72	13,18	12,79	197,24	0,64	178,79	0,10	0,54
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
EL QUISCO	Seca < 20% Hd	27,50	26,39	25,59	200,77	2,07	182,01	0,32	1,75
	Semi- húmeda 20% - 30%	9,86	9,47	9,18	141,65	0,46	128,40	0,07	0,39
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

EL TABO	Seca < 20% Hd	57,27	54,96	53,30	418,12	4,30	379,06	0,66	3,64
	Semi- húmeda 20% - 30%	20,53	19,72	19,13	295,01	0,96	267,42	0,15	0,81
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SANTO DOMINGO	Seca < 20% Hd	25,26	24,24	23,51	184,43	1,90	167,20	0,29	1,61
	Semi- húmeda 20% - 30%	9,05	8,70	8,44	130,13	0,42	117,96	0,06	0,36
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SAN FELIPE	Seca < 20% Hd	62,59	60,06	58,25	456,98	4,70	414,28	0,72	3,98
	Semi- húmeda 20% - 30%	22,43	21,55	20,91	322,42	1,05	292,27	0,16	0,88
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CATEMU	Seca < 20% Hd	5,80	5,57	5,40	42,37	0,44	38,41	0,07	0,37
	Semi- húmeda 20% - 30%	2,08	2,00	1,94	29,89	0,10	27,10	0,01	0,08
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LLAY LLAY	Seca < 20% Hd	8,55	8,20	7,96	62,42	0,64	56,59	0,10	0,54
	Semi- húmeda 20% - 30%	3,06	2,94	2,86	44,04	0,14	39,92	0,02	0,12
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PANQUEHUE	Seca < 20% Hd	2,84	2,72	2,64	20,71	0,21	18,78	0,03	0,18
	Semi- húmeda 20% - 30%	1,02	0,98	0,95	14,61	0,05	13,25	0,01	0,04
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PUTAENDO	Seca < 20% Hd	15,59	14,96	14,51	113,81	1,17	103,18	0,18	0,99
	Semi- húmeda 20% - 30%	5,59	5,37	5,21	80,30	0,26	72,79	0,04	0,22
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SANTA MARIA	Seca < 20% Hd	42,22	40,51	39,29	308,23	3,17	279,43	0,49	2,68
	Semi- húmeda 20% - 30%	15,13	14,53	14,10	217,47	0,71	197,13	0,11	0,60
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL		1731,25	1622,87	1571,18	15375,65	114,56	13929,44	17,80	99,92

Fuente: Elaboración propia

Tabla 88. Emisiones de Comunas del área de estudio por tipo de Artefacto y Humedad (Rural).

EMISIONES RURALES POR HUMEDAD Y TIPO DE ARTEFACTO									
Artefacto: Cocina a leña		CONTAMINANTES							
COMUNAS	% DE HUMEDAD	MP	MP10	MP2,5	CO	NOX	COV	SOX	NH3
VALPARAISO	Seca < 20% Hd	2,41	2,32	2,24	15,23	0,16	13,81	0,02	0,13
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,87	0,83	0,81	10,75	0,03	9,74	0,01	0,03
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CASA BLANCA	Seca < 20% Hd	1,23	1,18	1,14	7,77	0,08	7,04	0,01	0,07
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,44	0,42	0,41	5,48	0,02	4,97	0,00	0,02
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CONCON	Seca < 20% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PUCHUNCAVI	Seca < 20% Hd	0,23	0,22	0,21	1,43	0,01	1,30	0,00	0,01

	Semi- húmeda 20% - 30%	0,05	0,05	0,05	0,32	0,00	0,29	0,00	0,00
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
QUILPUE	Seca < 20% Hd	0,39	0,38	0,37	2,48	0,03	2,25	0,00	0,02
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,14	0,13	0,13	1,75	0,01	1,59	0,00	0,00
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
QUINTERO	Seca < 20% Hd	0,39	0,37	0,36	2,43	0,03	2,21	0,00	0,02
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,14	0,13	0,13	1,72	0,01	1,56	0,00	0,00
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
VILLA ALEMANA	Seca < 20% Hd	0,51	0,49	0,48	3,24	0,03	2,94	0,01	0,03
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,18	0,18	0,17	2,29	0,01	2,07	0,00	0,01
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
VIÑA DEL MAR	Seca < 20% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LOS ANDES	Seca < 20% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CALLE LARGA	Seca < 20% Hd	7,87	7,56	7,32	49,72	0,51	45,08	0,08	0,43
	Semi- húmeda 20% - 30%	2,83	2,70	2,63	35,08	0,11	31,80	0,02	0,10
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
RINCONADA	Seca < 20% Hd	4,29	4,12	3,99	27,08	0,28	24,55	0,04	0,24
	Semi- húmeda 20% - 30%	1,54	1,47	1,43	19,10	0,06	17,32	0,01	0,05
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SAN ESTEBAN	Seca < 20% Hd	0,92	0,89	0,86	5,83	0,06	5,29	0,01	0,05
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,33	0,32	0,31	4,11	0,01	3,73	0,00	0,01
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LA LIGUA	Seca < 20% Hd	5,27	5,06	4,90	33,28	0,34	30,17	0,05	0,29
	Semi- húmeda 20% - 30%	1,89	1,81	1,76	23,48	0,08	21,28	0,01	0,06
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CABILDO	Seca < 20% Hd	2,26	2,17	2,10	14,27	0,15	12,94	0,02	0,12
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,81	0,78	0,76	10,07	0,03	9,13	0,01	0,03
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PAPUDO	Seca < 20% Hd	4,52	4,34	4,20	28,54	0,29	25,87	0,05	0,25
	Semi- húmeda 20% - 30%	1,62	1,55	1,51	20,13	0,07	18,25	0,01	0,06
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PETORCA	Seca < 20% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ZAPALLAR	Seca < 20% Hd	3,97	3,81	3,69	25,07	0,26	22,73	0,04	0,22
	Semi- húmeda 20% - 30%	1,42	1,36	1,33	17,69	0,06	16,03	0,01	0,05
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
QUILLOTA	Seca < 20% Hd	0,81	0,78	0,76	5,14	0,05	4,66	0,01	0,04

	Semi- húmeda 20% - 30%	0,29	0,28	0,27	3,63	0,01	3,29	0,00	0,01
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LA CALERA	Seca < 20% Hd	8,05	7,73	7,48	50,82	0,52	46,08	0,08	0,44
	Semi- húmeda 20% - 30%	2,89	2,76	2,69	35,86	0,12	32,51	0,02	0,10
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HIJUELAS	Seca < 20% Hd	0,27	0,26	0,26	1,73	0,02	1,57	0,00	0,02
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,10	0,09	0,09	1,22	0,00	1,11	0,00	0,00
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LA CRUZ	Seca < 20% Hd	3,87	3,72	3,60	24,45	0,25	22,17	0,04	0,21
	Semi- húmeda 20% - 30%	1,39	1,33	1,29	17,25	0,06	15,64	0,01	0,05
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LIMACHE	Seca < 20% Hd	1,26	1,21	1,17	7,95	0,08	7,21	0,01	0,07
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,45	0,43	0,42	5,61	0,02	5,08	0,00	0,02
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
NOGALES	Seca < 20% Hd	1,92	1,84	1,78	12,10	0,12	10,97	0,02	0,11
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,69	0,66	0,64	8,54	0,03	7,74	0,00	0,02
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
OLMUE	Seca < 20% Hd	2,36	2,26	2,19	14,89	0,15	13,50	0,02	0,13
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,85	0,81	0,79	10,50	0,03	9,52	0,01	0,03
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SAN ANTONIO	Seca < 20% Hd	2,87	2,76	2,67	18,13	0,19	16,43	0,03	0,16
	Semi- húmeda 20% - 30%	1,03	0,99	0,96	12,79	0,04	11,59	0,01	0,04
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ALGARROBO	Seca < 20% Hd	5,98	5,74	5,56	37,78	0,39	34,25	0,06	0,33
	Semi- húmeda 20% - 30%	2,15	2,05	2,00	26,65	0,09	24,16	0,01	0,07
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CARTAGENA	Seca < 20% Hd	4,59	4,40	4,26	28,96	0,30	26,25	0,05	0,25
	Semi- húmeda 20% - 30%	1,65	1,57	1,53	20,43	0,07	18,52	0,01	0,06
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
EL QUISCO	Seca < 20% Hd	6,90	6,62	6,42	43,56	0,45	39,49	0,07	0,38
	Semi- húmeda 20% - 30%	2,48	2,37	2,31	30,74	0,10	27,86	0,02	0,08
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
EL TABO	Seca < 20% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SANTO DOMINGO	Seca < 20% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SAN FELIPE	Seca < 20% Hd	3,98	3,82	3,70	25,13	0,26	22,78	0,04	0,22
	Semi- húmeda 20% - 30%	1,43	1,37	1,33	17,73	0,06	16,07	0,01	0,05
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CATEMU	Seca < 20% Hd	5,75	5,52	5,35	36,32	0,37	32,92	0,06	0,32

	Semi- húmeda 20% - 30%	2,06	1,97	1,92	25,62	0,08	23,23	0,01	0,07
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LLAY LLAY	Seca < 20% Hd	3,96	3,81	3,69	25,03	0,26	22,69	0,04	0,22
	Semi- húmeda 20% - 30%	1,42	1,36	1,33	17,66	0,06	16,01	0,01	0,05
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PANQUEHUE	Seca < 20% Hd	2,63	2,53	2,45	16,62	0,17	15,07	0,03	0,14
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,94	0,90	0,88	11,73	0,04	10,63	0,01	0,03
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PUTAENDO	Seca < 20% Hd	0,98	0,94	0,91	6,20	0,06	5,62	0,01	0,05
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,35	0,34	0,33	4,37	0,01	3,96	0,00	0,01
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SANTA MARIA	Seca < 20% Hd	6,95	6,67	6,46	43,88	0,45	39,78	0,07	0,38
	Semi- húmeda 20% - 30%	2,49	2,39	2,32	30,96	0,10	28,06	0,02	0,08
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL		132,32	126,91	123,12	1048,32	7,74	950,34	1,19	6,54

Fuente: Elaboración propia

Tabla 89. Emisiones de Comunas del área de estudio por tipo de Artefacto y Humedad (Rural).

EMISIONES RURALES POR HUMEDAD Y TIPO DE ARTEFACTO									
Artefacto: Salamandra / Chimenea tradicional / Estufa / Brasero / Horno barro o ladrillo / Otro									
		CONTAMINANTES							
COMUNAS	% DE HUMEDAD	MP	MP10	MP2,5	CO	NOX	COV	SOX	NH3
VALPARAISO	Seca < 20% Hd	15,30	14,68	14,24	111,69	1,15	101,26	0,18	0,97
	Semi- húmeda 20% - 30%	5,48	5,27	5,11	78,80	0,26	71,44	0,04	0,22
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CASA BLANCA	Seca < 20% Hd	7,80	7,48	7,26	56,95	0,59	51,63	0,09	0,50
	Semi- húmeda 20% - 30%	2,80	2,69	2,61	40,18	0,13	36,42	0,02	0,11
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CONCON	Seca < 20% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PUCHUNCAVI	Seca < 20% Hd	1,44	1,38	1,34	10,51	0,11	9,53	0,02	0,09
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,52	0,50	0,48	7,41	0,02	6,72	0,00	0,02
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
QUILPUE	Seca < 20% Hd	2,49	2,39	2,32	18,19	0,19	16,49	0,03	0,16
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,89	0,86	0,83	12,83	0,04	11,63	0,01	0,04
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
QUINTERO	Seca < 20% Hd	2,45	2,35	2,28	17,85	0,18	16,18	0,03	0,16
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,88	0,84	0,82	12,60	0,04	11,42	0,01	0,03
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
VILLA ALEMANA	Seca < 20% Hd	3,25	3,12	3,03	23,76	0,24	21,54	0,04	0,21

	Semi- húmeda 20% - 30%	1,17	1,12	1,09	16,77	0,05	15,20	0,01	0,05
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
VIÑA DEL MAR	Seca < 20% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LOS ANDES	Seca < 20% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CALLE LARGA	Seca < 20% Hd	49,94	47,92	46,48	364,62	3,75	330,56	0,58	3,18
	Semi- húmeda 20% - 30%	17,90	17,19	16,68	257,26	0,83	233,20	0,13	0,71
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
RINCONADA	Seca < 20% Hd	27,20	26,10	25,31	198,56	2,04	180,01	0,31	1,73
	Semi- húmeda 20% - 30%	9,75	9,36	9,08	140,09	0,45	126,99	0,07	0,38
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SAN ESTEBAN	Seca < 20% Hd	5,86	5,62	5,45	42,77	0,44	38,77	0,07	0,37
	Semi- húmeda 20% - 30%	2,10	2,02	1,96	30,17	0,10	27,35	0,02	0,08
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LA LIGUA	Seca < 20% Hd	33,43	32,07	31,11	244,04	2,51	221,24	0,39	2,13
	Semi- húmeda 20% - 30%	11,98	11,51	11,16	172,18	0,56	156,08	0,09	0,47
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CABILDO	Seca < 20% Hd	14,34	13,76	13,34	104,66	1,08	94,88	0,17	0,91
	Semi- húmeda 20% - 30%	5,14	4,94	4,79	73,84	0,24	66,94	0,04	0,20
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PAPUDO	Seca < 20% Hd	28,66	27,50	26,68	209,27	2,15	189,72	0,33	1,82
	Semi- húmeda 20% - 30%	10,27	9,87	9,57	147,65	0,48	133,84	0,07	0,41
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PETORCA	Seca < 20% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ZAPALLAR	Seca < 20% Hd	25,18	24,16	23,43	183,83	1,89	166,65	0,29	1,60
	Semi- húmeda 20% - 30%	9,02	8,67	8,41	129,70	0,42	117,57	0,06	0,36
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
QUILLOTA	Seca < 20% Hd	5,17	4,96	4,81	37,72	0,39	34,20	0,06	0,33
	Semi- húmeda 20% - 30%	1,85	1,78	1,73	26,62	0,09	24,13	0,01	0,07
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LA CALERA	Seca < 20% Hd	51,05	48,99	47,51	372,71	3,84	337,89	0,59	3,25
	Semi- húmeda 20% - 30%	18,30	17,57	17,05	262,97	0,85	238,37	0,13	0,72
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HIJUELAS	Seca < 20% Hd	1,74	1,67	1,62	12,72	0,13	11,53	0,02	0,11
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,62	0,60	0,58	8,98	0,03	8,14	0,00	0,02
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LA CRUZ	Seca < 20% Hd	24,56	23,57	22,86	179,31	1,85	162,56	0,28	1,56

	Semi- húmeda 20% - 30%	8,80	8,46	8,20	126,51	0,41	114,68	0,06	0,35
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LIMACHE	Seca < 20% Hd	7,98	7,66	7,43	58,28	0,60	52,84	0,09	0,51
	Semi- húmeda 20% - 30%	2,86	2,75	2,67	41,12	0,13	37,28	0,02	0,11
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
NOGALES	Seca < 20% Hd	12,16	11,66	11,31	88,75	0,91	80,46	0,14	0,77
	Semi- húmeda 20% - 30%	4,36	4,18	4,06	62,62	0,20	56,76	0,03	0,17
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
OLMUE	Seca < 20% Hd	14,96	14,35	13,92	109,19	1,12	98,99	0,17	0,95
	Semi- húmeda 20% - 30%	5,36	5,15	4,99	77,04	0,25	69,83	0,04	0,21
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SAN ANTONIO	Seca < 20% Hd	18,21	17,47	16,95	132,93	1,37	120,51	0,21	1,16
	Semi- húmeda 20% - 30%	6,53	6,27	6,08	93,79	0,30	85,02	0,05	0,26
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ALGARROBO	Seca < 20% Hd	37,95	36,41	35,31	277,02	2,85	251,14	0,44	2,41
	Semi- húmeda 20% - 30%	13,60	13,06	12,67	195,45	0,63	177,18	0,10	0,54
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CARTAGENA	Seca < 20% Hd	29,09	27,91	27,07	212,35	2,19	192,51	0,34	1,85
	Semi- húmeda 20% - 30%	10,42	10,01	9,71	149,82	0,49	135,81	0,07	0,41
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
EL QUISCO	Seca < 20% Hd	43,76	41,99	40,72	319,46	3,29	289,61	0,51	2,78
	Semi- húmeda 20% - 30%	15,68	15,06	14,61	225,39	0,73	204,32	0,11	0,62
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
EL TABO	Seca < 20% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SANTO DOMINGO	Seca < 20% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SAN FELIPE	Seca < 20% Hd	25,24	24,22	23,49	184,28	1,90	167,07	0,29	1,61
	Semi- húmeda 20% - 30%	9,05	8,69	8,43	130,02	0,42	117,86	0,06	0,36
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CATEMU	Seca < 20% Hd	36,48	35,00	33,95	266,33	2,74	241,44	0,42	2,32
	Semi- húmeda 20% - 30%	13,07	12,56	12,18	187,91	0,61	170,34	0,09	0,52
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LLAY LLAY	Seca < 20% Hd	25,14	24,12	23,40	183,55	1,89	166,40	0,29	1,60
	Semi- húmeda 20% - 30%	9,01	8,66	8,40	129,51	0,42	117,39	0,06	0,36
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PANQUEHUE	Seca < 20% Hd	16,69	16,02	15,54	121,88	1,25	110,49	0,19	1,06
	Semi- húmeda 20% - 30%	5,98	5,75	5,58	85,99	0,28	77,95	0,04	0,24
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PUTAENDO	Seca < 20% Hd	6,23	5,97	5,79	45,46	0,47	41,21	0,07	0,40

	Semi- húmeda 20% - 30%	2,23	2,14	2,08	32,07	0,10	29,07	0,02	0,09
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SANTA MARIA	Seca < 20% Hd	44,08	42,29	41,02	321,79	3,31	291,73	0,51	2,80
	Semi- húmeda 20% - 30%	15,80	15,17	14,72	227,04	0,74	205,81	0,11	0,62
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL		839,23	805,51	781,30	7692,78	56,74	6973,77	8,73	48,01

Fuente: Elaboración propia

Tabla 90. Emisiones Totales de Comunas del área de estudio por tipo de Artefacto y Humedad (Urbano y Rural).

COMUNAS	EMISIONES TOTALES POR TIPO DE ARTEFACTO Y HUMEDAD							
	MP	MP10	MP2,5	CO	NOX	COV	SOX	NH3
Valparaíso	237,36	188,97	180,37	1493,54	13,86	1344,84	2,31	14,71
Casablanca	48,21	46,27	44,88	433,80	3,20	393,25	0,49	2,71
Concón	22,18	21,28	20,65	199,54	1,47	180,89	0,23	1,25
Puchuncaví	19,51	18,72	18,16	175,08	1,30	158,72	0,20	1,10
Quilpué	39,07	37,50	36,37	351,55	2,59	318,70	0,40	2,19
Quintero	18,04	17,31	16,79	162,30	1,20	147,14	0,18	1,01
Villa Alemana	148,24	142,27	138,00	1333,82	9,84	1209,15	1,51	8,32
Viña del Mar	367,17	352,38	341,80	3303,64	24,37	2994,87	3,75	20,62
Los Andes	30,80	29,56	28,67	277,11	2,04	251,21	0,31	1,73
Calle Larga	105,58	101,33	98,28	949,95	7,01	861,16	1,08	5,93
Rinconada	81,45	78,17	75,82	732,82	5,41	664,33	0,83	4,57
San Esteban	44,81	42,54	41,26	392,30	2,97	355,64	0,46	2,52
La Ligua	77,65	74,52	72,28	698,61	5,15	633,31	0,79	4,36
Cabildo	35,88	34,44	33,40	322,84	2,38	292,66	0,37	2,01
Papudo	65,83	63,18	61,28	592,32	4,37	536,96	0,67	3,70
Petorca	4,90	4,70	4,56	44,05	0,32	39,93	0,05	0,27
Zapallar	66,88	64,19	62,26	601,75	4,44	545,51	0,68	3,76
Quillota	65,91	63,26	61,36	593,06	4,37	537,63	0,67	3,70
La Calera	110,88	106,41	103,21	997,60	7,36	904,36	1,13	6,23
Hijuelas	15,43	14,81	14,36	138,81	1,02	125,83	0,16	0,87
La Cruz	76,81	73,72	71,50	691,09	5,10	626,50	0,78	4,31
Limache	35,00	33,59	32,59	314,95	2,32	285,51	0,36	1,97
Nogales	50,70	48,68	47,23	606,02	2,78	549,36	0,43	2,35
Olmué	40,17	38,55	37,39	361,41	2,67	327,63	0,41	2,26
San Antonio	283,60	272,18	264,00	2551,68	18,82	2313,19	2,90	15,93
Algarrobo	76,21	73,14	70,95	685,73	5,06	621,64	0,78	4,28
Cartagena	105,96	101,69	98,64	953,37	7,03	864,27	1,08	5,95
El Quisco	112,06	107,55	104,32	1008,26	7,44	914,03	1,14	6,29
El Tabo	90,07	86,44	83,84	810,37	5,98	734,63	0,92	5,06
Santo Domingo	39,73	38,13	36,98	357,46	2,64	324,05	0,41	2,23

San Felipe	138,13	132,57	128,59	1242,84	9,17	1126,68	1,41	7,76
Catemu	66,37	63,70	61,78	595,50	4,41	539,84	0,68	3,73
Llay Llay	52,98	50,85	49,32	476,73	3,52	432,17	0,54	2,98
Panquehue	30,72	29,48	28,59	276,36	2,04	250,53	0,31	1,72
Putendo	34,31	32,93	31,94	308,68	2,28	279,83	0,35	1,93
Santa María	135,71	130,25	126,34	1221,06	9,01	1106,94	1,39	7,62
Total	2974,31	2815,23	2727,78	26256,00	194,92	23792,86	30,16	167,91

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente figura se grafican la estimación total de emisiones para MP10 mostradas en las tablas anteriores:

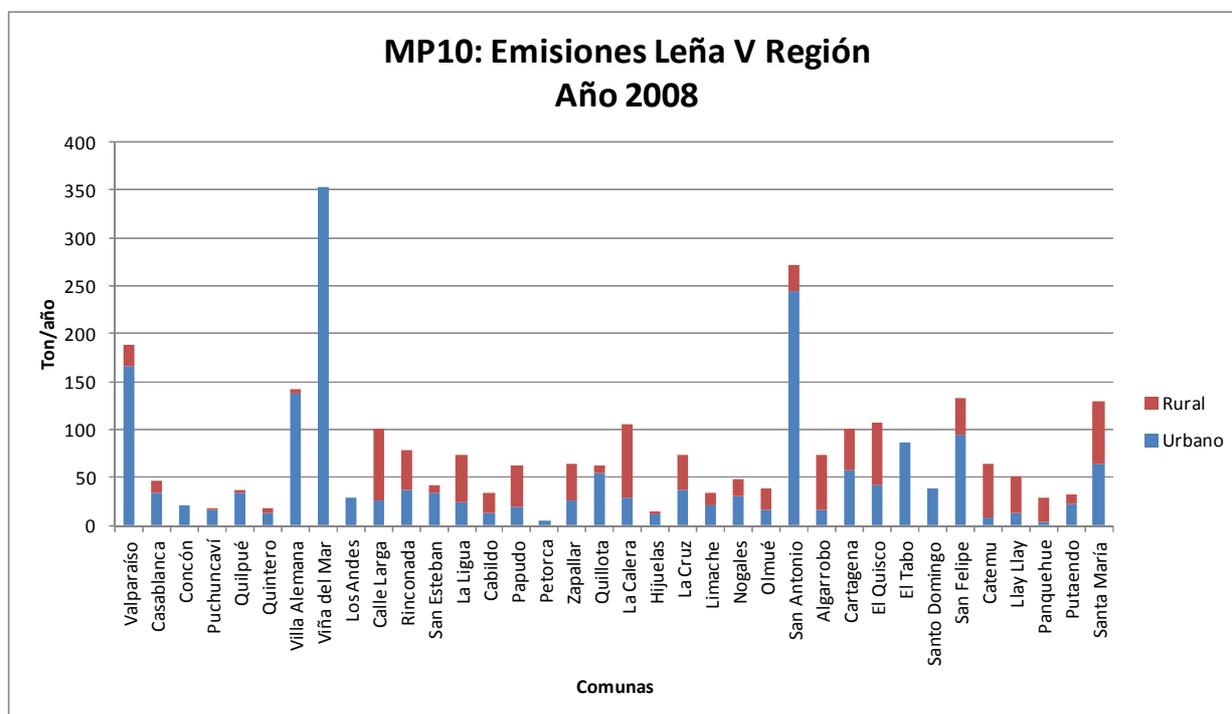


Figura 79. Emisiones de MP10, provenientes del consumo de leña. Escenario 2

Escenario 3

En este escenario, las emisiones para la región de Valparaíso, fueron estimadas según la metodología EPA, AP-42 y los consumos de leña fueron obtenidos a partir de la encuesta CASEN 2006, para todas las comunas. Los resultados son los siguientes:

Tabla 91. Emisiones Comunas del área de estudio (Urbano).

Ciudades	EMISIONES ton/año					
	Urbano					
	MP ₁₀	MP _{2,5}	NO _x	CO	COV	SO _x
Valparaíso	26,46	25,94	2,42	199,56	45,83	0,35
Casablanca	28,08	27,53	2,57	211,77	48,63	0,37
Concón	17,32	16,98	1,59	130,66	30,00	0,23
Puchuncaví	13,49	13,23	1,23	101,76	23,37	0,18
Quilpué	81,71	80,11	7,48	616,32	141,53	1,07
Quintero	11,09	10,87	1,01	83,62	19,20	0,14
Villa Alemana	111,79	109,60	10,23	843,19	193,63	1,46
Viña del Mar	57,99	56,86	5,31	437,42	100,45	0,76
Los Andes	24,06	23,58	2,20	181,45	41,67	0,31
Calle Larga	21,12	20,70	1,93	159,28	36,58	0,28
Rinconada	30,21	29,62	2,76	227,85	52,32	0,39
San Esteban	27,81	27,26	2,54	209,73	48,16	0,36
La Ligua	19,59	19,20	1,79	147,74	33,93	0,26
Cabildo	10,42	10,21	0,95	78,56	18,04	0,14
Papudo	16,21	15,89	1,48	122,27	28,08	0,21
Petorca	3,82	3,75	0,35	28,84	6,62	0,05
Zapallar	21,31	20,89	1,95	160,72	36,91	0,28
Quillota	27,83	27,28	2,55	209,91	48,20	0,36
La Calera	23,89	23,43	2,19	180,22	41,38	0,31
Hijuelas	9,91	9,72	0,91	74,74	17,16	0,13
La Cruz	29,82	29,24	2,73	224,95	51,66	0,39
Limache	17,53	17,19	1,60	132,25	30,37	0,23
Nogales	17,75	17,41	1,62	133,91	30,75	0,23
Olmué	13,00	12,75	1,19	98,08	22,52	0,17
San Antonio	199,15	195,24	18,22	1.502,07	344,93	2,60
Algarrobo	12,92	12,67	1,18	97,45	22,38	0,17
Cartagena	47,03	46,11	4,30	354,76	81,47	0,61
El Quisco	33,78	33,12	3,09	254,78	58,51	0,44
El Tabo	70,35	68,97	6,44	530,61	121,85	0,92
Santo Domingo	31,03	30,42	2,84	234,05	53,75	0,41
San Felipe	76,89	75,38	7,04	579,91	133,17	1,01
Catemu	7,13	6,99	0,65	53,77	12,35	0,09
Llay Llay	10,50	10,30	0,96	79,21	18,19	0,14
Panquehue	3,48	3,42	0,32	26,28	6,04	0,05
Putendo	19,15	18,77	1,75	144,43	33,17	0,25
Santa María	51,86	50,84	4,75	391,15	89,82	0,68
Totales	1.225,49	1.201,46	112,14	9.243,25	2.122,58	16,02

Fuente: Elaboración propia

Tabla 92. Emisiones Comunas del área de estudio (Rural).

Ciudades	EMISIONES ton/año					
	Rural					
	MP ₁₀	MP _{2,5}	NO _x	CO	COV	SO _x
Valparaíso	2,98	2,93	0,27	22,51	5,17	0,04

Casablanca	9,58	9,39	0,88	72,27	16,60	0,13
Concón	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Puchuncaví	1,77	1,73	0,16	13,33	3,06	0,02
Quilpué	9,10	8,93	0,83	68,67	15,77	0,12
Quintero	3,00	2,94	0,27	22,65	5,20	0,04
Villa Alemana	4,00	3,92	0,37	30,16	6,92	0,05
Viña del Mar	-	-	-	-	-	-
Los Andes	61,35	60,15	5,61	462,72	106,26	0,80
Calle Larga	33,41	32,75	3,06	251,98	57,86	0,44
Rinconada	7,20	7,05	0,66	54,27	12,46	0,09
San Esteban	41,06	40,25	3,76	309,69	71,12	0,54
La Ligua	17,61	17,26	1,61	132,82	30,50	0,23
Cabildo	35,21	34,52	3,22	265,57	60,98	0,46
Papudo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Petorca	30,93	30,32	2,83	233,28	53,57	0,40
Zapallar	6,35	6,22	0,58	47,87	10,99	0,08
Quillota	38,66	37,90	3,54	291,61	66,96	0,51
La Calera	2,14	2,10	0,20	16,14	3,71	0,03
Hijuelas	30,17	29,58	2,76	227,55	52,25	0,39
La Cruz	9,81	9,61	0,90	73,96	16,98	0,13
Limache	14,93	14,64	1,37	112,63	25,86	0,20
Nogales	18,37	18,01	1,68	138,56	31,82	0,24
Olmué	22,37	21,93	2,05	168,69	38,74	0,29
San Antonio	46,61	45,70	4,26	351,55	80,73	0,61
Algarrobo	35,73	35,03	3,27	269,48	61,88	0,47
Cartagena	53,75	52,70	4,92	405,40	93,09	0,70
El Quisco	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
El Tabo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Santo Domingo	31,01	30,40	2,84	233,86	53,70	0,41
San Felipe	44,81	43,93	4,10	337,98	77,61	0,59
Catemu	30,88	30,28	2,83	232,93	53,49	0,40
Llay Llay	20,51	20,10	1,88	154,67	35,52	0,27
Panquehue	7,65	7,50	0,70	57,68	13,25	0,10
Putendo	54,14	53,08	4,95	408,36	93,78	0,71
Santa María	26,61	26,09	2,43	200,70	46,09	0,35
Totales	751,68	736,94	68,78	5.669,55	1.301,93	9,83

Fuente: Elaboración propia

Para el cálculo de las emisiones se proyectó el crecimiento de consumo al 2008, para el total de las comunas de la quinta región, considerando un incremento poblacional parejo para todas las comunas.

Tabla 93. Emisiones Comunas del área de estudio (Urbano y Rural).

EMISIONES ton/año						
Ciudades	Urbano y Rural					
	MP ₁₀	MP _{2,5}	NO _x	CO	COV	SO _x

Valparaíso	29,44	28,87	2,69	222,07	51,00	0,38
Casablanca	37,66	36,92	3,45	284,04	65,22	0,49
Concón	17,32	16,98	1,59	130,66	30,00	0,23
Puchuncaví	15,26	14,96	1,40	115,09	26,43	0,20
Quilpué	90,82	89,04	8,31	684,99	157,30	1,19
Quintero	14,09	13,81	1,29	106,27	24,40	0,18
Villa Alemana	115,79	113,52	10,60	873,34	200,55	1,51
Viña del Mar	-	-	-	-	-	-
Los Andes	85,40	83,73	7,81	644,16	147,92	1,12
Calle Larga	54,53	53,46	4,99	411,26	94,44	0,71
Rinconada	37,40	36,67	3,42	282,12	64,79	0,49
San Esteban	68,87	67,52	6,30	519,42	119,28	0,90
La Ligua	37,20	36,47	3,40	280,56	64,43	0,49
Cabildo	45,63	44,73	4,17	344,13	79,02	0,60
Papudo	16,21	15,89	1,48	122,27	28,08	0,21
Petorca	34,75	34,07	3,18	262,13	60,19	0,45
Zapallar	27,66	27,11	2,53	208,60	47,90	0,36
Quillota	66,49	65,19	6,08	501,52	115,17	0,87
La Calera	26,03	25,52	2,38	196,36	45,09	0,34
Hijuelas	40,08	39,29	3,67	302,29	69,42	0,52
La Cruz	39,63	38,85	3,63	298,91	68,64	0,52
Limache	32,47	31,83	2,97	244,88	56,23	0,42
Nogales	36,12	35,42	3,31	272,47	62,57	0,47
Olmué	35,37	34,68	3,24	266,78	61,26	0,46
San Antonio	245,76	240,94	22,49	1.853,61	425,66	3,21
Algarrobo	48,65	47,69	4,45	366,93	84,26	0,64
Cartagena	100,78	98,81	9,22	760,16	174,56	1,32
El Quisco	33,78	33,12	3,09	254,78	58,51	0,44
El Tabo	70,35	68,97	6,44	530,61	121,85	0,92
Santo Domingo	62,04	60,82	5,68	467,91	107,45	0,81
San Felipe	121,70	119,31	11,14	917,89	210,78	1,59
Catemu	38,01	37,27	3,48	286,70	65,84	0,50
Llay Llay	31,01	30,40	2,84	233,88	53,71	0,41
Panquehue	11,13	10,91	1,02	83,97	19,28	0,15
Putendo	73,29	71,85	6,71	552,79	126,94	0,96
Santa María	78,47	76,93	7,18	591,85	135,91	1,03
Totales	1.919,18	1.881,55	175,61	14.475,38	3.324,07	25,09

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente figura se grafican las estimaciones de emisiones de MP10 mostradas en la tabla anterior:

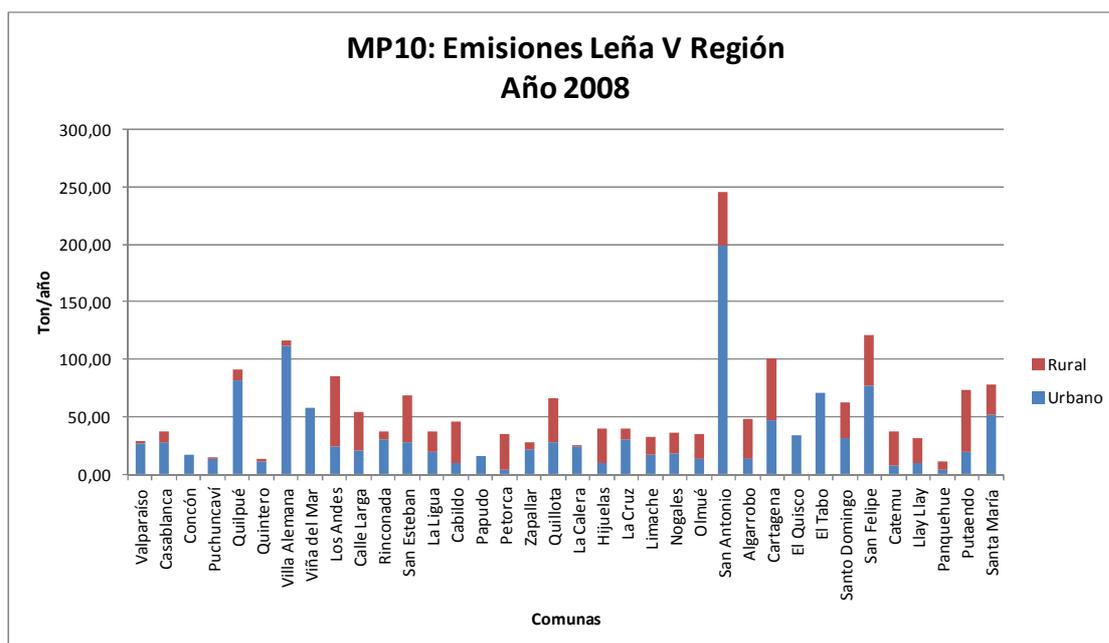


Figura 80. Emisiones de MP10, provenientes del consumo de leña. Escenario 3

Escenario 4

Emisiones estimadas para la región de Valparaíso según los factores de emisión aplicados en el estudio, "Inventario de Emisiones de Contaminantes Atmosféricos y Definición de Área de Influencia de las Emisiones que Causan el Efecto de Saturación por PM10 en la Ciudad de TALCA" Consultora AMBIOSIS, 2008". Los consumos de leña para todas las comunas de la región de Valparaíso, fueron obtenidos a partir de la encuesta CASEN 2006.

Tabla 94. Emisiones provenientes de Comunas del área de estudio por tipo de Artefacto y Humedad (Urbano).

EMISIONES URBANAS POR HUMEDAD Y TIPO DE ARTEFACTO (ton/año)									
Artefacto: Cocina a leña		CONTAMINANTES							
COMUNAS	% DE HUMEDAD	MP	MP10	MP2,5	CO	NOX	COV	SOX	NH3
VALPARAISO	Seca < 20% Hd	3,40	3,26	3,16	21,44	0,22	19,44	0,03	0,19
	Semi- húmeda 20% - 30%	1,22	1,17	1,14	15,13	0,05	13,71	0,01	0,04
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CASA BLANCA	Seca < 20% Hd	3,60	3,46	3,35	22,76	0,23	20,63	0,04	0,20
	Semi- húmeda 20% - 30%	1,29	1,24	1,21	16,06	0,05	14,55	0,01	0,04
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CONCON	Seca < 20% Hd	2,22	2,13	2,07	14,04	0,14	12,73	0,02	0,12
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,80	0,76	0,74	9,91	0,03	8,98	0,00	0,03
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

PUCHUNCAVI	Seca < 20% Hd	1,73	1,66	1,61	10,93	0,11	9,91	0,02	0,10
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,62	0,59	0,58	7,71	0,03	6,99	0,00	0,02
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
QUILPUE	Seca < 20% Hd	10,49	10,07	9,75	66,23	0,68	60,04	0,10	0,58
	Semi- húmeda 20% - 30%	3,76	3,60	3,51	46,73	0,15	42,36	0,02	0,13
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
QUINTERO	Seca < 20% Hd	1,42	1,37	1,32	8,99	0,09	8,15	0,01	0,08
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,51	0,49	0,48	6,34	0,02	5,75	0,00	0,02
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
VILLA ALEMANA	Seca < 20% Hd	14,35	13,77	13,34	90,60	0,93	82,14	0,14	0,79
	Semi- húmeda 20% - 30%	5,15	4,93	4,80	63,93	0,21	57,95	0,03	0,18
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
VIÑA DEL MAR	Seca < 20% Hd	7,44	7,15	6,92	47,00	0,48	42,61	0,07	0,41
	Semi- húmeda 20% - 30%	2,67	2,56	2,49	33,16	0,11	30,06	0,02	0,09
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LOS ANDES	Seca < 20% Hd	3,09	2,96	2,87	19,50	0,20	17,68	0,03	0,17
	Semi- húmeda 20% - 30%	1,11	1,06	1,03	13,76	0,04	12,47	0,01	0,04
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CALLE LARGA	Seca < 20% Hd	2,71	2,60	2,52	17,12	0,18	15,52	0,03	0,15
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,97	0,93	0,91	12,08	0,04	10,95	0,01	0,03
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
RINCONADA	Seca < 20% Hd	3,88	3,72	3,61	24,48	0,25	22,20	0,04	0,21
	Semi- húmeda 20% - 30%	1,39	1,33	1,30	17,27	0,06	15,66	0,01	0,05
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SAN ESTEBAN	Seca < 20% Hd	3,57	3,43	3,32	22,54	0,23	20,43	0,04	0,20
	Semi- húmeda 20% - 30%	1,28	0,76	0,74	5,01	0,05	4,54	0,01	0,04
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LA LIGUA	Seca < 20% Hd	2,51	2,41	2,34	15,88	0,16	14,39	0,03	0,14
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,90	0,86	0,84	11,20	0,04	10,15	0,01	0,03
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CABILDO	Seca < 20% Hd	1,34	1,28	1,24	8,44	0,09	7,65	0,01	0,07
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,48	0,46	0,45	5,96	0,02	5,40	0,00	0,02
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PAPUDO	Seca < 20% Hd	2,08	2,00	1,93	13,14	0,14	11,91	0,02	0,11
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,75	0,71	0,70	9,27	0,03	8,40	0,00	0,03
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PETORCA	Seca < 20% Hd	0,49	0,47	0,46	3,10	0,03	2,81	0,00	0,03
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,18	0,17	0,16	2,19	0,01	1,98	0,00	0,01
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ZAPALLAR	Seca < 20% Hd	2,73	2,63	2,54	17,27	0,18	15,66	0,03	0,15
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,98	0,94	0,91	12,19	0,04	11,05	0,01	0,03
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

QUILLOTA	Seca < 20% Hd	3,57	3,43	3,32	22,56	0,23	20,45	0,04	0,20
	Semi- húmeda 20% - 30%	1,28	1,23	1,19	15,91	0,05	14,43	0,01	0,04
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LA CALERA	Seca < 20% Hd	3,07	2,94	2,85	19,37	0,20	17,56	0,03	0,17
	Semi- húmeda 20% - 30%	1,10	1,05	1,03	13,66	0,04	12,39	0,01	0,04
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HIJUELAS	Seca < 20% Hd	1,27	1,22	1,18	8,03	0,08	7,28	0,01	0,07
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,46	0,44	0,43	5,67	0,02	5,14	0,00	0,02
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LA CRUZ	Seca < 20% Hd	3,83	3,67	3,56	24,17	0,25	21,91	0,04	0,21
	Semi- húmeda 20% - 30%	1,37	1,31	1,28	17,05	0,06	15,46	0,01	0,05
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LIMACHE	Seca < 20% Hd	2,25	2,16	2,09	14,21	0,15	12,88	0,02	0,12
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,81	0,77	0,75	10,03	0,03	9,09	0,01	0,03
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
NOGALES	Seca < 20% Hd	2,28	2,19	2,12	14,39	0,15	13,04	0,02	0,13
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,82	0,78	0,76	10,15	0,03	9,20	0,01	0,03
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
OLMUE	Seca < 20% Hd	1,67	1,60	1,55	10,54	0,11	9,55	0,02	0,09
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,60	0,57	0,56	7,44	0,02	6,74	0,00	0,02
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SAN ANTONIO	Seca < 20% Hd	25,56	24,54	23,77	161,41	1,66	146,33	0,26	1,41
	Semi- húmeda 20% - 30%	9,17	8,78	8,55	113,88	0,37	103,23	0,06	0,31
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ALGARROBO	Seca < 20% Hd	1,66	1,59	1,54	10,47	0,11	9,49	0,02	0,09
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,60	0,57	0,55	7,39	0,02	6,70	0,00	0,02
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CARTAGENA	Seca < 20% Hd	6,04	5,80	5,61	38,12	0,39	34,56	0,06	0,33
	Semi- húmeda 20% - 30%	2,17	2,07	2,02	26,90	0,09	24,38	0,01	0,07
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
EL QUISCO	Seca < 20% Hd	4,34	4,16	4,03	27,38	0,28	24,82	0,04	0,24
	Semi- húmeda 20% - 30%	1,56	1,49	1,45	19,32	0,06	17,51	0,01	0,05
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
EL TABO	Seca < 20% Hd	9,03	8,67	8,40	57,02	0,59	51,69	0,09	0,50
	Semi- húmeda 20% - 30%	3,24	3,10	3,02	40,23	0,13	36,47	0,02	0,11
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SANTO DOMINGO	Seca < 20% Hd	3,98	3,82	3,70	25,15	0,26	22,80	0,04	0,22
	Semi- húmeda 20% - 30%	1,43	1,37	1,33	17,74	0,06	16,09	0,01	0,05
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SAN FELIPE	Seca < 20% Hd	9,87	9,47	9,18	62,31	0,64	56,49	0,10	0,54
	Semi- húmeda 20% - 30%	3,54	3,39	3,30	43,97	0,14	39,85	0,02	0,12
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

CATEMU	Seca < 20% Hd	0,91	0,88	0,85	5,78	0,06	5,24	0,01	0,05
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,20	0,20	0,19	1,28	0,01	1,16	0,00	0,01
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LLAY LLAY	Seca < 20% Hd	1,35	1,29	1,25	8,51	0,09	7,72	0,01	0,07
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,48	0,46	0,45	6,01	0,02	5,44	0,00	0,02
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PANQUEHUE	Seca < 20% Hd	0,45	0,43	0,42	2,82	0,03	2,56	0,00	0,02
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,16	0,15	0,15	1,99	0,01	1,81	0,00	0,01
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PUTAENDO	Seca < 20% Hd	2,46	2,36	2,29	15,52	0,16	14,07	0,02	0,14
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,88	0,84	0,82	10,95	0,04	9,93	0,01	0,03
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SANTA MARIA	Seca < 20% Hd	6,66	6,39	6,19	42,03	0,43	38,10	0,07	0,37
	Semi- húmeda 20% - 30%	2,39	2,29	2,23	29,66	0,10	26,88	0,01	0,08
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL		213,60	204,41	198,30	1680,33	12,50	1523,28	1,92	10,57

Fuente: Elaboración propia

Tabla 95. Emisiones provenientes de Comunas del área de estudio por tipo de Artefacto y Humedad (Urbano).

EMISIONES URBANAS POR HUMEDAD Y TIPO DE ARTEFACTO									
Artefacto: Salamandra / Chimenea tradicional / Estufa / Brasero / Horno barro o ladrillo / Otro									
		CONTAMINANTES							
COMUNAS	% DE HUMEDAD	MP	MP10	MP2,5	CO	NOX	COV	SOX	NH3
VALPARAISO	Seca < 20% Hd	21,54	20,67	20,05	157,25	1,62	142,56	0,25	1,37
	Semi- húmeda 20% - 30%	7,72	7,87	4,71	56,57	1,11	42,14	0,23	0,67
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CASA BLANCA	Seca < 20% Hd	22,86	21,93	21,27	166,87	1,72	151,28	0,26	1,45
	Semi- húmeda 20% - 30%	8,19	7,87	7,63	117,74	0,38	106,73	0,06	0,32
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CONCON	Seca < 20% Hd	14,10	13,53	13,12	102,96	1,06	93,34	0,16	0,90
	Semi- húmeda 20% - 30%	5,05	4,85	4,71	72,64	0,24	65,85	0,04	0,20
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PUCHUNCAVI	Seca < 20% Hd	10,98	10,54	10,22	80,19	0,83	72,69	0,13	0,70
	Semi- húmeda 20% - 30%	3,94	3,78	3,67	56,57	0,18	51,28	0,03	0,16
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
QUILPUE	Seca < 20% Hd	66,52	63,83	61,91	485,67	5,00	440,29	0,77	4,23
	Semi- húmeda 20% - 30%	23,84	22,90	22,22	342,66	1,11	310,62	0,17	0,94
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
QUINTERO	Seca < 20% Hd	9,03	8,66	8,40	65,89	0,68	59,74	0,10	0,57

	Semi- húmeda 20% - 30%	3,23	3,11	3,01	46,49	0,15	42,14	0,02	0,13
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
VILLA ALEMANA	Seca < 20% Hd	91,01	87,33	84,70	664,44	6,84	602,36	1,05	5,79
	Semi- húmeda 20% - 30%	32,62	31,33	30,40	468,79	1,52	424,95	0,23	1,29
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
VIÑA DEL MAR	Seca < 20% Hd	47,21	45,30	43,94	344,69	3,55	312,49	0,55	3,00
	Semi- húmeda 20% - 30%	16,92	16,25	15,77	243,20	0,79	220,45	0,12	0,67
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LOS ANDES	Seca < 20% Hd	19,58	18,79	18,23	142,98	1,47	129,62	0,23	1,25
	Semi- húmeda 20% - 30%	7,02	6,74	6,54	100,88	0,33	91,45	0,05	0,28
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CALLE LARGA	Seca < 20% Hd	17,19	16,50	16,00	125,51	1,29	113,79	0,20	1,09
	Semi- húmeda 20% - 30%	6,16	5,92	5,74	88,56	0,29	80,28	0,04	0,24
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
RINCONADA	Seca < 20% Hd	24,59	23,60	22,89	179,55	1,85	162,77	0,28	1,56
	Semi- húmeda 20% - 30%	8,81	8,47	8,21	126,68	0,41	114,83	0,06	0,35
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SAN ESTEBAN	Seca < 20% Hd	22,64	21,72	21,07	165,27	1,70	149,83	0,26	1,44
	Semi- húmeda 20% - 30%	8,11	7,79	7,56	116,61	0,38	105,70	0,06	0,32
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LA LIGUA	Seca < 20% Hd	15,95	15,30	14,84	116,42	1,20	105,54	0,18	1,01
	Semi- húmeda 20% - 30%	5,71	5,49	5,33	82,14	0,27	74,46	0,04	0,23
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CABILDO	Seca < 20% Hd	8,48	8,14	7,89	61,91	0,64	56,13	0,10	0,54
	Semi- húmeda 20% - 30%	3,04	2,92	2,83	43,68	0,14	39,60	0,02	0,12
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PAPUDO	Seca < 20% Hd	13,20	12,66	12,28	96,35	0,99	87,35	0,15	0,84
	Semi- húmeda 20% - 30%	4,73	4,54	4,41	67,98	0,22	61,62	0,03	0,19
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PETORCA	Seca < 20% Hd	3,11	2,99	2,90	22,73	0,23	20,60	0,04	0,20
	Semi- húmeda 20% - 30%	1,12	1,07	1,04	16,03	0,05	14,54	0,01	0,04
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ZAPALLAR	Seca < 20% Hd	17,35	16,65	16,14	126,65	1,30	114,82	0,20	1,10
	Semi- húmeda 20% - 30%	6,22	5,97	5,79	89,36	0,29	81,00	0,04	0,25
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
QUILLOTA	Seca < 20% Hd	22,66	21,74	21,09	165,41	1,70	149,96	0,26	1,44
	Semi- húmeda 20% -	8,12	7,80	7,57	116,71	0,38	105,79	0,06	0,32

	30%								
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LA CALERA	Seca < 20% Hd	19,45	18,67	18,10	142,01	1,46	128,74	0,22	1,24
	Semi- húmeda 20% - 30%	6,97	6,70	6,50	100,20	0,32	90,83	0,05	0,27
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HIJUELAS	Seca < 20% Hd	8,07	7,74	7,51	58,90	0,61	53,39	0,09	0,51
	Semi- húmeda 20% - 30%	2,89	2,78	2,69	41,56	0,13	37,67	0,02	0,11
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LA CRUZ	Seca < 20% Hd	24,28	23,30	22,60	177,26	1,82	160,70	0,28	1,54
	Semi- húmeda 20% - 30%	8,70	8,36	8,11	125,07	0,41	113,37	0,06	0,34
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LIMACHE	Seca < 20% Hd	14,28	13,70	13,29	104,22	1,07	94,48	0,17	0,91
	Semi- húmeda 20% - 30%	5,12	4,91	4,77	73,53	0,24	66,65	0,04	0,20
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
NOGALES	Seca < 20% Hd	23,31	22,39	21,72	335,02	1,09	303,69	0,17	0,92
	Semi- húmeda 20% - 30%	5,18	4,98	4,83	74,45	0,24	67,49	0,04	0,20
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
OLMUE	Seca < 20% Hd	10,59	10,16	9,85	77,29	0,80	70,07	0,12	0,67
	Semi- húmeda 20% - 30%	3,79	3,64	3,54	54,53	0,18	49,43	0,03	0,15
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SAN ANTONIO	Seca < 20% Hd	162,13	155,57	150,88	1183,64	12,18	1073,05	1,87	10,31
	Semi- húmeda 20% - 30%	58,10	55,81	54,15	835,12	2,71	757,02	0,42	2,29
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ALGARROBO	Seca < 20% Hd	10,52	10,09	9,79	76,79	0,79	69,61	0,12	0,67
	Semi- húmeda 20% - 30%	3,77	3,62	3,51	54,18	0,18	49,11	0,03	0,15
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CARTAGENA	Seca < 20% Hd	38,29	36,74	35,64	279,55	2,88	253,44	0,44	2,43
	Semi- húmeda 20% - 30%	13,72	13,18	12,79	197,24	0,64	178,79	0,10	0,54
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
EL QUISCO	Seca < 20% Hd	27,50	26,39	25,59	200,77	2,07	182,01	0,32	1,75
	Semi- húmeda 20% - 30%	9,86	9,47	9,18	141,65	0,46	128,40	0,07	0,39
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
EL TABO	Seca < 20% Hd	57,27	54,96	53,30	418,12	4,30	379,06	0,66	3,64
	Semi- húmeda 20% - 30%	20,53	19,72	19,13	295,01	0,96	267,42	0,15	0,81
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SANTO DOMINGO	Seca < 20% Hd	25,26	24,24	23,51	184,43	1,90	167,20	0,29	1,61
	Semi- húmeda 20% - 30%	9,05	8,70	8,44	130,13	0,42	117,96	0,06	0,36

	30%								
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SAN FELIPE	Seca < 20% Hd	62,59	60,06	58,25	456,98	4,70	414,28	0,72	3,98
	Semi- húmeda 20% - 30%	22,43	21,55	20,91	322,42	1,05	292,27	0,16	0,88
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CATEMU	Seca < 20% Hd	5,80	5,57	5,40	42,37	0,44	38,41	0,07	0,37
	Semi- húmeda 20% - 30%	2,08	2,00	1,94	29,89	0,10	27,10	0,01	0,08
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LLAY LLAY	Seca < 20% Hd	8,55	8,20	7,96	62,42	0,64	56,59	0,10	0,54
	Semi- húmeda 20% - 30%	3,06	2,94	2,86	44,04	0,14	39,92	0,02	0,12
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PANQUEHUE	Seca < 20% Hd	2,84	2,72	2,64	20,71	0,21	18,78	0,03	0,18
	Semi- húmeda 20% - 30%	1,02	0,98	0,95	14,61	0,05	13,25	0,01	0,04
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PUTAENDO	Seca < 20% Hd	15,59	14,96	14,51	113,81	1,17	103,18	0,18	0,99
	Semi- húmeda 20% - 30%	5,59	5,37	5,21	80,30	0,26	72,79	0,04	0,22
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SANTA MARIA	Seca < 20% Hd	42,22	40,51	39,29	308,23	3,17	279,43	0,49	2,68
	Semi- húmeda 20% - 30%	15,13	14,53	14,10	217,47	0,71	197,13	0,11	0,60
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL		1364,11	1309,76	1267,48	12597,93	92,38	11411,31	14,28	77,90

Fuente: Elaboración propia

Tabla 96. Emisiones de Comunas del área de estudio por tipo de Artefacto y Humedad (Rural).

EMISIONES RURALES POR HUMEDAD Y TIPO DE ARTEFACTO									
Artefacto: Cocina a leña		CONTAMINANTES							
COMUNAS	% DE HUMEDAD	MP	MP10	MP2,5	CO	NOX	COV	SOX	NH3
VALPARAISO	Seca < 20% Hd	0,38	0,37	0,36	2,42	0,02	2,19	0,00	0,02
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,14	0,13	0,13	1,71	0,01	1,55	0,00	0,00
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CASA BLANCA	Seca < 20% Hd	1,23	1,18	1,14	7,77	0,08	7,04	0,01	0,07
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,44	0,42	0,41	5,48	0,02	4,97	0,00	0,02
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CONCON	Seca < 20% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PUCHUNCAVI	Seca < 20% Hd	0,23	0,22	0,21	1,43	0,01	1,30	0,00	0,01
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,05	0,05	0,05	0,32	0,00	0,29	0,00	0,00

	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
QUILPUE	Seca < 20% Hd	1,17	1,12	1,09	7,38	0,08	6,69	0,01	0,06
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,42	0,40	0,39	5,21	0,02	4,72	0,00	0,00
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
QUINTERO	Seca < 20% Hd	0,39	0,37	0,36	2,43	0,03	2,21	0,00	0,02
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,14	0,13	0,13	1,72	0,01	1,56	0,00	0,00
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
VILLA ALEMANA	Seca < 20% Hd	0,51	0,49	0,48	3,24	0,03	2,94	0,01	0,03
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,18	0,18	0,17	2,29	0,01	2,07	0,00	0,01
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
VIÑA DEL MAR	Seca < 20% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LOS ANDES	Seca < 20% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CALLE LARGA	Seca < 20% Hd	7,87	7,56	7,32	49,72	0,51	45,08	0,08	0,43
	Semi- húmeda 20% - 30%	2,83	2,70	2,63	35,08	0,11	31,80	0,02	0,10
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
RINCONADA	Seca < 20% Hd	4,29	4,12	3,99	27,08	0,28	24,55	0,04	0,24
	Semi- húmeda 20% - 30%	1,54	1,47	1,43	19,10	0,06	17,32	0,01	0,05
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SAN ESTEBAN	Seca < 20% Hd	0,92	0,89	0,86	5,83	0,06	5,29	0,01	0,05
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,33	0,32	0,31	4,11	0,01	3,73	0,00	0,01
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LA LIGUA	Seca < 20% Hd	5,27	5,06	4,90	33,28	0,34	30,17	0,05	0,29
	Semi- húmeda 20% - 30%	1,89	1,81	1,76	23,48	0,08	21,28	0,01	0,06
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CABILDO	Seca < 20% Hd	2,26	2,17	2,10	14,27	0,15	12,94	0,02	0,12
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,81	0,78	0,76	10,07	0,03	9,13	0,01	0,03
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PAPUDO	Seca < 20% Hd	4,52	4,34	4,20	28,54	0,29	25,87	0,05	0,25
	Semi- húmeda 20% - 30%	1,62	1,55	1,51	20,13	0,07	18,25	0,01	0,06
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PETORCA	Seca < 20% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ZAPALLAR	Seca < 20% Hd	3,97	3,81	3,69	25,07	0,26	22,73	0,04	0,22
	Semi- húmeda 20% - 30%	1,42	1,36	1,33	17,69	0,06	16,03	0,01	0,05
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
QUILLOTA	Seca < 20% Hd	0,81	0,78	0,76	5,14	0,05	4,66	0,01	0,04
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,29	0,28	0,27	3,63	0,01	3,29	0,00	0,01

	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LA CALERA	Seca < 20% Hd	4,96	4,76	4,61	31,34	0,32	28,41	0,05	0,27
	Semi- húmeda 20% - 30%	1,78	1,70	1,66	22,11	0,07	20,04	0,01	0,06
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HIJUELAS	Seca < 20% Hd	0,27	0,26	0,26	1,73	0,02	1,57	0,00	0,02
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,10	0,09	0,09	1,22	0,00	1,11	0,00	0,00
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LA CRUZ	Seca < 20% Hd	3,87	3,72	3,60	24,45	0,25	22,17	0,04	0,21
	Semi- húmeda 20% - 30%	1,39	1,33	1,29	17,25	0,06	15,64	0,01	0,05
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LIMACHE	Seca < 20% Hd	1,26	1,21	1,17	7,95	0,08	7,21	0,01	0,07
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,45	0,43	0,42	5,61	0,02	5,08	0,00	0,02
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
NOGALES	Seca < 20% Hd	1,92	1,84	1,78	12,10	0,12	10,97	0,02	0,11
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,69	0,66	0,64	8,54	0,03	7,74	0,00	0,02
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
OLMUE	Seca < 20% Hd	2,36	2,26	2,19	14,89	0,15	13,50	0,02	0,13
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,85	0,81	0,79	10,50	0,03	9,52	0,01	0,03
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SAN ANTONIO	Seca < 20% Hd	2,87	2,76	2,67	18,13	0,19	16,43	0,03	0,16
	Semi- húmeda 20% - 30%	1,03	0,99	0,96	12,79	0,04	11,59	0,01	0,04
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ALGARROBO	Seca < 20% Hd	5,98	5,74	5,56	37,78	0,39	34,25	0,06	0,33
	Semi- húmeda 20% - 30%	2,15	2,05	2,00	26,65	0,09	24,16	0,01	0,07
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CARTAGENA	Seca < 20% Hd	4,59	4,40	4,26	28,96	0,30	26,25	0,05	0,25
	Semi- húmeda 20% - 30%	1,65	1,57	1,53	20,43	0,07	18,52	0,01	0,06
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
EL QUISCO	Seca < 20% Hd	6,90	6,62	6,42	43,56	0,45	39,49	0,07	0,38
	Semi- húmeda 20% - 30%	2,48	2,37	2,31	30,74	0,10	27,86	0,02	0,08
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
EL TABO	Seca < 20% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SANTO DOMINGO	Seca < 20% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SAN FELIPE	Seca < 20% Hd	3,98	3,82	3,70	25,13	0,26	22,78	0,04	0,22
	Semi- húmeda 20% - 30%	1,43	1,37	1,33	17,73	0,06	16,07	0,01	0,05
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CATEMU	Seca < 20% Hd	5,75	5,52	5,35	36,32	0,37	32,92	0,06	0,32
	Semi- húmeda 20% - 30%	2,06	1,97	1,92	25,62	0,08	23,23	0,01	0,07

	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LLAY LLAY	Seca < 20% Hd	3,96	3,81	3,69	25,03	0,26	22,69	0,04	0,22
	Semi- húmeda 20% - 30%	1,42	1,36	1,33	17,66	0,06	16,01	0,01	0,05
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PANQUEHUE	Seca < 20% Hd	2,63	2,53	2,45	16,62	0,17	15,07	0,03	0,14
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,94	0,90	0,88	11,73	0,04	10,63	0,01	0,03
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PUTAENDO	Seca < 20% Hd	0,98	0,94	0,91	6,20	0,06	5,62	0,01	0,05
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,35	0,34	0,33	4,37	0,01	3,96	0,00	0,01
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SANTA MARIA	Seca < 20% Hd	6,95	6,67	6,46	43,88	0,45	39,78	0,07	0,38
	Semi- húmeda 20% - 30%	2,49	2,39	2,32	30,96	0,10	28,06	0,02	0,08
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL		126,42	121,26	117,64	1001,59	7,39	907,98	1,14	6,24

Fuente: Elaboración propia

Tabla 97. Emisiones de Comunas del área de estudio por tipo de Artefacto y Humedad (Rural).

EMISIONES RURALES POR HUMEDAD Y TIPO DE ARTEFACTO									
Artefacto: Salamandra / Chimenea tradicional / Estufa / Brasero / Horno barro o ladrillo / Otro									
		CONTAMINANTES							
COMUNAS	% DE HUMEDAD	MP	MP10	MP2,5	CO	NOX	COV	SOX	NH3
VALPARAISO	Seca < 20% Hd	2,43	2,33	2,26	17,74	0,18	16,08	0,03	0,15
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,87	0,84	0,81	12,52	0,04	11,35	0,01	0,03
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CASA BLANCA	Seca < 20% Hd	7,80	7,48	7,26	56,95	0,59	51,63	0,09	0,50
	Semi- húmeda 20% - 30%	2,80	2,69	2,61	40,18	0,13	36,42	0,02	0,11
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CONCON	Seca < 20% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PUCHUNCAVI	Seca < 20% Hd	1,44	1,38	1,34	10,51	0,11	9,53	0,02	0,09
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,52	0,50	0,48	7,41	0,02	6,72	0,00	0,02
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
QUILPUE	Seca < 20% Hd	7,41	7,11	6,90	54,11	0,56	49,06	0,09	0,47
	Semi- húmeda 20% - 30%	2,66	2,55	2,48	38,18	0,12	34,61	0,02	0,10
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
QUINTERO	Seca < 20% Hd	2,45	2,35	2,28	17,85	0,18	16,18	0,03	0,16
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,88	0,84	0,82	12,60	0,04	11,42	0,01	0,03

	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
VILLA ALEMANA	Seca < 20% Hd	3,25	3,12	3,03	23,76	0,24	21,54	0,04	0,21
	Semi- húmeda 20% - 30%	1,17	1,12	1,09	16,77	0,05	15,20	0,01	0,05
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
VIÑA DEL MAR	Seca < 20% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LOS ANDES	Seca < 20% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CALLE LARGA	Seca < 20% Hd	49,94	47,92	46,48	364,62	3,75	330,56	0,58	3,18
	Semi- húmeda 20% - 30%	17,90	17,19	16,68	257,26	0,83	233,20	0,13	0,71
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
RINCONADA	Seca < 20% Hd	27,20	26,10	25,31	198,56	2,04	180,01	0,31	1,73
	Semi- húmeda 20% - 30%	9,75	9,36	9,08	140,09	0,45	126,99	0,07	0,38
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SAN ESTEBAN	Seca < 20% Hd	5,86	5,62	5,45	42,77	0,44	38,77	0,07	0,37
	Semi- húmeda 20% - 30%	2,10	2,02	1,96	30,17	0,10	27,35	0,02	0,08
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LA LIGUA	Seca < 20% Hd	33,43	32,07	31,11	244,04	2,51	221,24	0,39	2,13
	Semi- húmeda 20% - 30%	11,98	11,51	11,16	172,18	0,56	156,08	0,09	0,47
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CABILDO	Seca < 20% Hd	14,34	13,76	13,34	104,66	1,08	94,88	0,17	0,91
	Semi- húmeda 20% - 30%	5,14	4,94	4,79	73,84	0,24	66,94	0,04	0,20
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PAPUDO	Seca < 20% Hd	28,66	27,50	26,68	209,27	2,15	189,72	0,33	1,82
	Semi- húmeda 20% - 30%	10,27	9,87	9,57	147,65	0,48	133,84	0,07	0,41
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PETORCA	Seca < 20% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ZAPALLAR	Seca < 20% Hd	25,18	24,16	23,43	183,83	1,89	166,65	0,29	1,60
	Semi- húmeda 20% - 30%	9,02	8,67	8,41	129,70	0,42	117,57	0,06	0,36
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
QUILLOTA	Seca < 20% Hd	5,17	4,96	4,81	37,72	0,39	34,20	0,06	0,33
	Semi- húmeda 20% - 30%	1,85	1,78	1,73	26,62	0,09	24,13	0,01	0,07
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

LA CALERA	Seca < 20% Hd	31,48	30,20	29,29	229,79	2,37	208,32	0,36	2,00
	Semi- húmeda 20% - 30%	11,28	10,84	10,51	162,13	0,53	146,97	0,08	0,44
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HIJUELAS	Seca < 20% Hd	1,74	1,67	1,62	12,72	0,13	11,53	0,02	0,11
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,62	0,60	0,58	8,98	0,03	8,14	0,00	0,02
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LA CRUZ	Seca < 20% Hd	24,56	23,57	22,86	179,31	1,85	162,56	0,28	1,56
	Semi- húmeda 20% - 30%	8,80	8,46	8,20	126,51	0,41	114,68	0,06	0,35
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LIMACHE	Seca < 20% Hd	7,98	7,66	7,43	58,28	0,60	52,84	0,09	0,51
	Semi- húmeda 20% - 30%	2,86	2,75	2,67	41,12	0,13	37,28	0,02	0,11
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
NOGALES	Seca < 20% Hd	12,16	11,66	11,31	88,75	0,91	80,46	0,14	0,77
	Semi- húmeda 20% - 30%	4,36	4,18	4,06	62,62	0,20	56,76	0,03	0,17
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
OLMUE	Seca < 20% Hd	14,96	14,35	13,92	109,19	1,12	98,99	0,17	0,95
	Semi- húmeda 20% - 30%	5,36	5,15	4,99	77,04	0,25	69,83	0,04	0,21
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SAN ANTONIO	Seca < 20% Hd	18,21	17,47	16,95	132,93	1,37	120,51	0,21	1,16
	Semi- húmeda 20% - 30%	6,53	6,27	6,08	93,79	0,30	85,02	0,05	0,26
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ALGARROBO	Seca < 20% Hd	37,95	36,41	35,31	277,02	2,85	251,14	0,44	2,41
	Semi- húmeda 20% - 30%	13,60	13,06	12,67	195,45	0,63	177,18	0,10	0,54
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CARTAGENA	Seca < 20% Hd	29,09	27,91	27,07	212,35	2,19	192,51	0,34	1,85
	Semi- húmeda 20% - 30%	10,42	10,01	9,71	149,82	0,49	135,81	0,07	0,41
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
EL QUISCO	Seca < 20% Hd	43,76	41,99	40,72	319,46	3,29	289,61	0,51	2,78
	Semi- húmeda 20% - 30%	15,68	15,06	14,61	225,39	0,73	204,32	0,11	0,62
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
EL TABO	Seca < 20% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SANTO DOMINGO	Seca < 20% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Semi- húmeda 20% - 30%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SAN FELIPE	Seca < 20% Hd	25,24	24,22	23,49	184,28	1,90	167,07	0,29	1,61

	Semi- húmeda 20% - 30%	9,05	8,69	8,43	130,02	0,42	117,86	0,06	0,36
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CATEMU	Seca < 20% Hd	36,48	35,00	33,95	266,33	2,74	241,44	0,42	2,32
	Semi- húmeda 20% - 30%	13,07	12,56	12,18	187,91	0,61	170,34	0,09	0,52
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LLAY LLAY	Seca < 20% Hd	25,14	24,12	23,40	183,55	1,89	166,40	0,29	1,60
	Semi- húmeda 20% - 30%	9,01	8,66	8,40	129,51	0,42	117,39	0,06	0,36
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PANQUEHUE	Seca < 20% Hd	16,69	16,02	15,54	121,88	1,25	110,49	0,19	1,06
	Semi- húmeda 20% - 30%	5,98	5,75	5,58	85,99	0,28	77,95	0,04	0,24
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PUTAENDO	Seca < 20% Hd	6,23	5,97	5,79	45,46	0,47	41,21	0,07	0,40
	Semi- húmeda 20% - 30%	2,23	2,14	2,08	32,07	0,10	29,07	0,02	0,09
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SANTA MARIA	Seca < 20% Hd	44,08	42,29	41,02	321,79	3,31	291,73	0,51	2,80
	Semi- húmeda 20% - 30%	15,80	15,17	14,72	227,04	0,74	205,81	0,11	0,62
	Húmeda > 30% Hd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL		801,85	769,62	746,49	7350,06	54,21	6663,09	8,34	45,87

Fuente: Elaboración propia

Tabla 98. Emisiones Totales de Comunas del área de estudio por tipo de Artefacto y Humedad (Urbano y Rural)

COMUNAS	EMISIONES TOTALES POR TIPO DE ARTEFACTO Y HUMEDAD							
	MP	MP10	MP2,5	CO	NOX	COV	SOX	NH3
Valparaíso	37,69	36,63	32,61	284,78	3,25	249,03	0,56	2,48
Casablanca	48,21	46,27	44,88	433,80	3,20	393,25	0,49	2,71
Concón	22,18	21,28	20,65	199,54	1,47	180,89	0,23	1,25
Puchuncaví	19,51	18,72	18,16	175,08	1,30	158,72	0,20	1,10
Quilpué	116,27	111,59	108,24	1046,16	7,72	948,38	1,19	6,52
Quintero	18,04	17,31	16,79	162,30	1,20	147,14	0,18	1,01
Villa Alemana	148,24	142,27	138,00	1333,82	9,84	1209,15	1,51	8,32
Viña del Mar	74,25	71,26	69,12	668,05	4,93	605,61	0,76	4,17
Los Andes	30,80	29,56	28,67	277,11	2,04	251,21	0,31	1,73
Calle Larga	105,58	101,33	98,28	949,95	7,01	861,16	1,08	5,93
Rinconada	81,45	78,17	75,82	732,82	5,41	664,33	0,83	4,57
San Esteban	44,81	42,54	41,26	392,30	2,97	355,64	0,46	2,52
La Ligua	77,65	74,52	72,28	698,61	5,15	633,31	0,79	4,36
Cabildo	35,88	34,44	33,40	322,84	2,38	292,66	0,37	2,01

Papudo	65,83	63,18	61,28	592,32	4,37	536,96	0,67	3,70
Petorca	4,90	4,70	4,56	44,05	0,32	39,93	0,05	0,27
Zapallar	66,88	64,19	62,26	601,75	4,44	545,51	0,68	3,76
Quillota	43,76	41,99	40,73	393,70	2,90	356,91	0,45	2,46
La Calera	80,09	76,86	74,56	720,60	5,32	653,25	0,82	4,50
Hijuelas	15,43	14,81	14,36	138,81	1,02	125,83	0,16	0,87
La Cruz	76,81	73,72	71,50	691,09	5,10	626,50	0,78	4,31
Limache	35,00	33,59	32,59	314,95	2,32	285,51	0,36	1,97
Nogales	50,70	48,68	47,23	606,02	2,78	549,36	0,43	2,35
Olmué	40,17	38,55	37,39	361,41	2,67	327,63	0,41	2,26
San Antonio	283,60	272,18	264,00	2551,68	18,82	2313,19	2,90	15,93
Algarrobo	76,21	73,14	70,95	685,73	5,06	621,64	0,78	4,28
Cartagena	105,96	101,69	98,64	953,37	7,03	864,27	1,08	5,95
El Quisco	112,06	107,55	104,32	1008,26	7,44	914,03	1,14	6,29
El Tabo	90,07	86,44	83,84	810,37	5,98	734,63	0,92	5,06
Santo Domingo	39,73	38,13	36,98	357,46	2,64	324,05	0,41	2,23
San Felipe	138,13	132,57	128,59	1242,84	9,17	1126,68	1,41	7,76
Catemu	66,37	63,70	61,78	595,50	4,41	539,84	0,68	3,73
Llay Llay	52,98	50,85	49,32	476,73	3,52	432,17	0,54	2,98
Panquehue	30,72	29,48	28,59	276,36	2,04	250,53	0,31	1,72
Putendo	34,31	32,93	31,94	308,68	2,28	279,83	0,35	1,93
Santa María	135,71	130,25	126,34	1221,06	9,01	1106,94	1,39	7,62
Total	2505,98	2405,04	2329,92	22629,91	166,49	20505,66	25,68	140,59

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente figura se grafican la estimación total de emisiones para MP10 mostradas en las tablas anteriores:

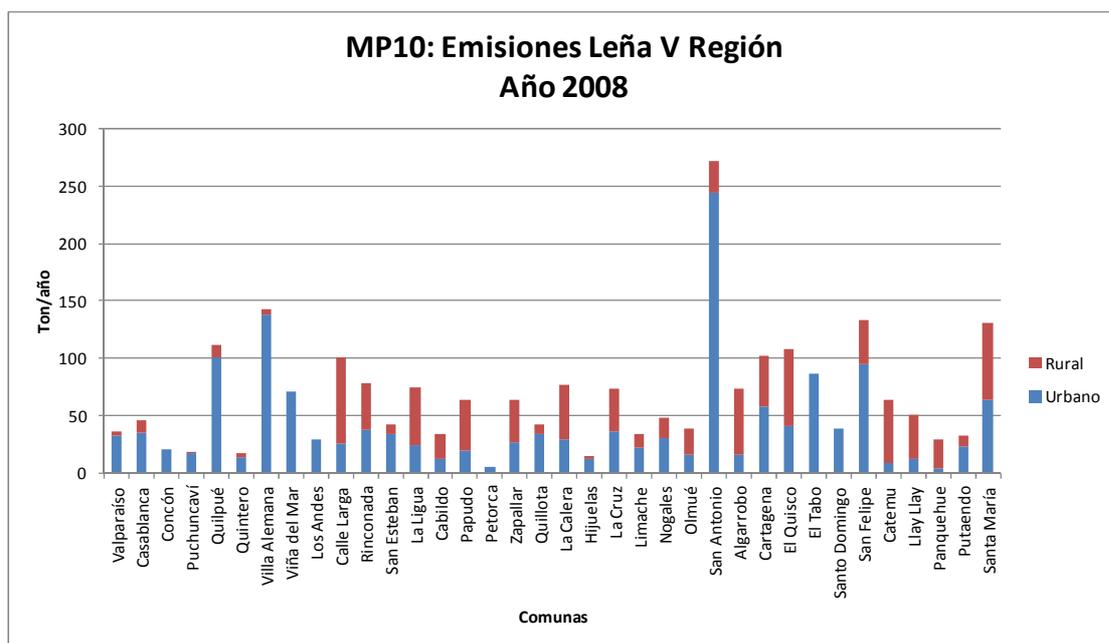


Figura 81. Emisiones de MP10, provenientes del consumo de leña. Escenario 4

Es importante destacar, que la encuesta CASEN usa los datos de consumo en Kg y se usó el factor: 1 m³=578 Kg, para todos los escenarios reportados.

La diferencia fundamental en estas estimaciones, radican en que por la encuesta aplicada en terreno, se proyectan para las zonas encuestadas 69.041 m³, mientras que la casen reporta sólo 27.676 m³.

Cabe mencionar que la encuesta CASEN reporta una gran cantidad de consumo de leña para las comunas de San Antonio, El Tabo, El Quisco y Cartagena versus la cantidad de población que en ellas habitan, lo que se refleja en emisiones altas. A partir de ello se realizó un desglose por número de habitantes por vivienda para llegar al consumo de leña por cada comuna.

Para efectos de este estudio, se considera el escenario 2 (Los 4 tipos de escenarios son descritos y mostrados sus resultados en el capítulo de "Combustión Residencial de Leña"), debido a que los factores de emisión considerados en el estudio, "Inventario de Emisiones de Contaminantes Atmosféricos y Definición de Área de Influencia de las Emisiones que Causan el Efecto de Saturación por PM10 en la Ciudad de TALCA" Consultora AMBIOSIS, 2008; son los que están en boga, ya que consideran situaciones más reales de funcionamiento, como lo son las condiciones de humedad de la leña y los tipos de artefactos. Por otra parte la encuesta aplicada en terreno entrega información focalizada con respecto a la leña y en la encuesta CASEN es una variable indirecta.

Distribución Espacial

La distribución espacial de las emisiones generadas por la combustión residencial de leña, se efectúa directamente en función del nivel de detalle de la información de consumo de combustible disponible, por ejemplo, a nivel comunal o a nivel de distrito censal o bien mediante el uso de factores de distribución, en el caso que sólo se posea información agregada del consumo.

8.1.2 Evaporativas Residencial

8.1.2.1 Solventes de Uso Doméstico

Factores de emisión

Los factores presentados en la Tabla 22 fueron obtenidos del documento de la EPA que especifica las emisiones de solventes de uso doméstico y comercial.

Tabla 99. Factores de Emisión para Solventes de Uso Doméstico

Producto	Factor [%/p COV]		
	Promedio	Mín	Máx
4632: Líquidos para limpiar y desmanchadores ¹	9,1	1	42
4633: cera para pisos	35,2	2	96
4634: desodorantes ambientales	67,3	35,5	95
4635: insecticidas, fumigantes y desinfectantes ²	71,4	10,8	100
9154: desodorante	66,4	43,8	79,5

Fuente: USA-EPA

1: equivalente a "all purpose cleaners summary". 2: se unieron dos categorías: "insect sprays summary" y "herbicides y fungicides".

Niveles de Actividad

Para el cálculo del nivel de actividad se utiliza un consumo per cápita, obtenido de información de consumos. Por tanto para obtener el consumo para la zona en estudio, se multiplica este consumo per cápita por la población proyectada por el INE para el año 2008, para cada una de las 38 comunas de la región de Valparaíso.

Tabla 100: Consumos proyectados para las Comunas de la V Región año 2008.

Comuna	Población 2008	Consumo Toneladas				
		Limpiador y desmanchadores	Cera para Pisos	Desodorante Ambiental	Insecticidas, Fumigantes y Desinfectantes	Desod. General

Valparaíso	273.202	3,86	160,00	2,18	5,09	9,49
Casablanca	28.404	0,40	16,63	0,23	0,53	0,99
Concón	53.871	0,76	31,55	0,43	1,00	1,87
Puchuncaví	15.679	0,22	9,18	0,13	0,29	0,54
Quilpué	155.133	2,19	90,85	1,24	2,89	5,39
Quintero	25.018	0,35	14,65	0,20	0,47	0,87
Villa Alemana	125.119	1,77	73,28	1,00	2,33	4,35
Viña del Mar	291.415	4,11	170,67	2,33	5,43	10,12
Los Andes	72.569	1,02	42,50	0,58	1,35	2,52
Calle Larga	11.029	0,16	6,46	0,09	0,21	0,38
Rinconada	7.797	0,11	4,57	0,06	0,15	0,27
San Esteban	16.970	0,24	9,94	0,14	0,32	0,59
La Ligua	37.115	0,52	21,74	0,30	0,69	1,29
Cabildo	20.699	0,29	12,12	0,17	0,39	0,72
Papudo	7.650	0,11	4,48	0,06	0,14	0,27
Petorca	9.742	0,14	5,71	0,08	0,18	0,34
Zapallar	6.909	0,10	4,05	0,06	0,13	0,24
Quillota	86.050	1,21	50,40	0,69	1,60	2,99
Calera	54.178	0,76	31,73	0,43	1,01	1,88
Hijuelas	18.472	0,26	10,82	0,15	0,34	0,64
La Cruz	15.408	0,22	9,02	0,12	0,29	0,54
Limache	44.468	0,63	26,04	0,36	0,83	1,54
Nogales	25.357	0,36	14,85	0,20	0,47	0,88
Olmué	15.781	0,22	9,24	0,13	0,29	0,55
San Antonio	97.339	1,37	57,01	0,78	1,81	3,38
Algarrobo	12.126	0,17	7,10	0,10	0,23	0,42
Cartagena	23.334	0,33	13,67	0,19	0,44	0,81
El Quisco	14.016	0,20	8,21	0,11	0,26	0,49
El Tabo	10.457	0,15	6,12	0,08	0,19	0,36
Santo Domingo	8.789	0,12	5,15	0,07	0,16	0,31
San Felipe	75.303	1,06	44,10	0,60	1,40	2,62
Catemu	13.145	0,19	7,70	0,11	0,25	0,46
Llailay	23.349	0,33	13,67	0,19	0,44	0,81
Panquehue	7.357	0,10	4,31	0,06	0,14	0,26
Putendo	16.750	0,24	9,81	0,13	0,31	0,58
Santa María	14.313	0,20	8,38	0,11	0,27	0,50
Total	1.734.313	24	1.016	14	32	60

Fuente: Elaboración Propia

Calculo de emisiones

Las emisiones estimadas para la región de Valparaíso según la metodología descrita son los siguientes:

Tabla 101: Emisiones Estimadas para las Comunas de la V Región año 2008.

Comuna	Emisiones COV Ton / año					
---------------	--------------------------------	--	--	--	--	--

	Limpiador y desmanchadores	Cera para Pisos	Desodorante Ambiental	Insecticidas, Fumigantes y Desinfectantes	Desod. General
Valparaíso	0,351	56,32	1,47	3,64	6,30
Casablanca	0,036	5,86	0,15	0,38	0,66
Concón	0,069	11,11	0,29	0,72	1,24
Puchuncavi	0,02	3,23	0,08	0,21	0,36
Quilpué	0,199	31,98	0,83	2,07	3,58
Quintero	0,032	5,16	0,14	0,33	0,58
Villa Alemana	0,161	25,79	0,67	1,67	2,89
Viña del Mar	0,374	60,07	1,57	3,88	6,72
Los Andes	0,093	14,96	0,39	0,97	1,67
Calle Larga	0,014	2,27	0,06	0,15	0,25
Rinconada	0,01	1,61	0,04	0,10	0,18
San Esteban	0,022	3,5	0,09	0,23	0,39
La Ligua	0,048	7,65	0,20	0,49	0,86
Cabildo	0,027	4,27	0,11	0,28	0,48
Papudo	0,01	1,58	0,04	0,10	0,18
Petorca	0,013	2,01	0,05	0,13	0,23
Zapallar	0,009	1,42	0,04	0,09	0,16
Quillota	0,111	17,74	0,46	1,15	1,99
Calera	0,07	11,17	0,29	0,72	1,25
Hijuelas	0,024	3,81	0,10	0,25	0,43
La Cruz	0,02	3,18	0,08	0,21	0,36
Limache	0,057	9,17	0,24	0,59	1,03
Nogales	0,033	5,23	0,14	0,34	0,59
Olmué	0,02	3,25	0,09	0,21	0,36
San Antonio	0,125	20,07	0,52	1,30	2,25
Algarrobo	0,016	2,5	0,07	0,16	0,28
Cartagena	0,03	4,81	0,13	0,31	0,54
El Quisco	0,018	2,89	0,08	0,19	0,32
El Tabo	0,013	2,16	0,06	0,14	0,24
Santo Domingo	0,011	1,81	0,05	0,12	0,20
San Felipe	0,097	15,52	0,41	1,00	1,74
Catemu	0,017	2,71	0,07	0,18	0,30
Llaillay	0,03	4,81	0,13	0,31	0,54
Panquehue	0,009	1,52	0,04	0,10	0,17
Putendo	0,022	3,45	0,09	0,22	0,39
Santa María	0,018	2,95	0,08	0,19	0,33
Total	2,23	357,54	9,33	23,09	40,01

Fuente: Elaboración Propia

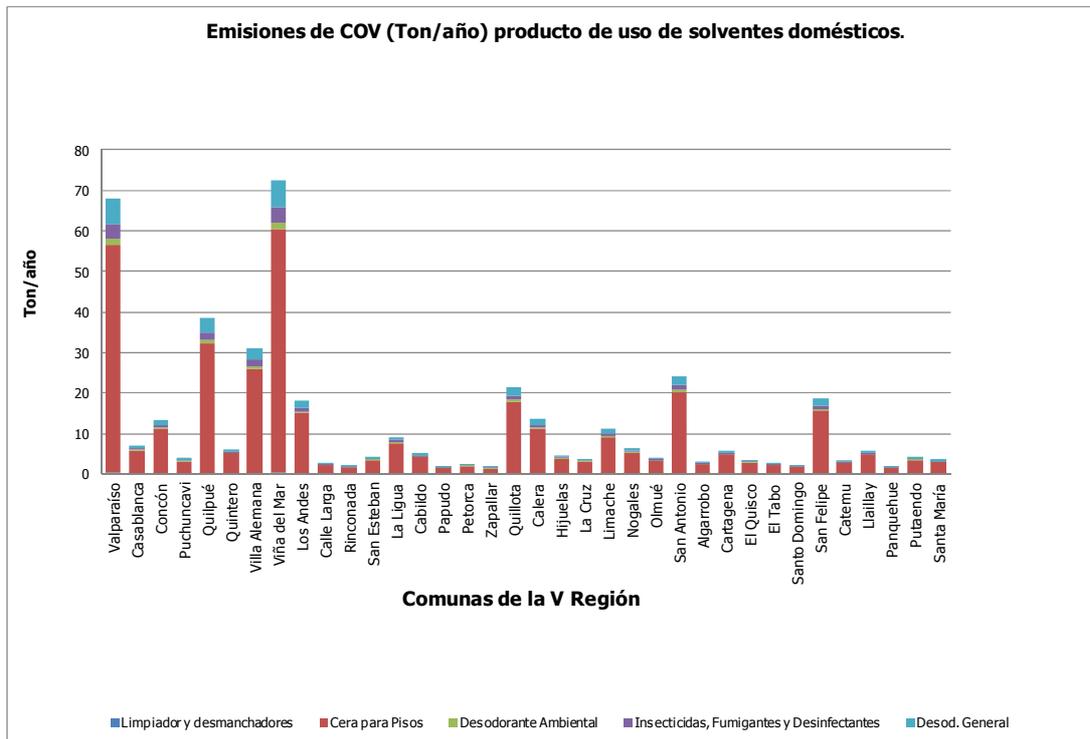


Figura 82: Emisiones de COV (Ton/año) producto de uso de solventes domésticos.

8.1.2.2 Aplicación de pinturas.

Factores de emisión

Los factores de emisión a utilizar para el cálculo de emisiones asociadas a la aplicación de pintura arquitectónica, son los propuestos por la Agencia Ambiental de California, los que se muestran en la tabla siguiente.

Tabla 102. Factores de Emisión para Pinturas

Producto	FE [Kg/m ³]	FE [kg/Ton]
Pintura base agua	52,50	52,50 ^a
Pintura base solvente	343,62	343,62 ^a
Adelgazante	766,90	995,97 ^b

a: se utilizó una densidad promedio de 1 kg/lit

b: se utilizó una densidad de 0.77 kg/lit. Este valor corresponde a TOG.

Niveles de Actividad

En general, el proceso de cálculo de emisiones requiere la cuantificación del consumo de pinturas desagregadas en base acuosa, en base a solventes y en el uso de diluyentes o adelgazantes que se requieren para la aplicación de pinturas en base a solventes. Esta información no se encuentra detallada a nivel regional por lo que los valores obtenidos a nivel nacional de ventas físicas de pinturas durante el año en estudio, se ponderan por

un factor que se asume representativo de la actividad económica en la región el cual es calculado en base al PIB registrado en el año y región en cuestión.

La información de importación y exportación de pinturas a nivel nacional es obtenida de reportes de Aduana, las de ventas internas son obtenidas a partir de Antecedentes INE Anuario Ventas Físicas 2008.

En la siguiente tabla se muestran los valores anuales para el uso de pintura arquitectónica en la zona de estudio obtenidos al asignar un consumo comunal ponderado por número de habitantes.

Tabla 103. Aplicación de Pinturas Arquitectónicas en la zona de estudio.

Comuna	Consumo (ton/año)		
	Base Agua	Base Solvente	Diluyente
Valparaíso	47,617	591,908	71,029
Casablanca	4,815	59,851	7,182
Concón	8,900	110,636	13,276
Puchuncaví	2,675	33,252	3,990
Quilpué	26,450	328,791	39,455
Quintero	4,279	53,187	6,382
Villa Alemana	21,175	263,224	31,587
Viña del Mar	50,645	629,551	75,546
Los Andes	12,394	154,068	18,488
Calle Larga	1,910	23,739	2,849
Rinconada	1,337	16,624	1,995
San Esteban	2,905	36,112	4,333
La Ligua	6,365	79,124	9,495
Cabildo	3,573	44,416	5,330
Papudo	0,927	11,526	1,383
Petorca	1,691	21,017	2,522
Zapallar	1,177	14,631	1,756
Quillota	14,782	183,749	22,050
Calera	9,347	116,187	13,942
Hijuelas	3,170	39,403	4,728
La Cruz	2,631	32,705	3,925
Limache	7,640	94,969	11,396
Nogales	4,345	54,011	6,481
Olmué	2,714	33,736	4,048
San Antonio	16,756	208,284	24,994
Algarrobo	2,036	25,311	3,037
Cartagena	3,926	48,800	5,856
El Quisco	2,343	29,120	3,494
El Tabo	1,745	21,695	2,603
Santo Domingo	1,501	18,664	2,240
San Felipe	12,897	160,314	19,238
Catemu	2,271	28,227	3,387
Llaillay	4,034	50,148	6,018

Panquehue	1,267	15,751	1,890
Putendo	2,874	35,722	4,287
Santa María	2,464	30,626	3,675
Total	298	3.699	444

Fuente: Elaboración propia a partir de información de Aduana.

Calculo de emisiones

Con la metodología descrita anteriormente y los niveles de actividad, se estiman las emisiones para la zona de estudio, que se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 104: Emisiones por aplicación de pintura arquitectónica en la zona de estudio (Ton/año).

Comunas	Emisiones COV (ton/año)		
	Base Agua	Base Solvente	Diluyente
Valparaíso	2,500	203,391	70,743
Casablanca	0,253	20,566	7,153
Concón	0,467	38,017	13,223
Puchuncaví	0,140	11,426	3,974
Quilpué	1,389	112,979	39,296
Quintero	0,225	18,276	6,357
Villa Alemana	1,112	90,449	31,460
Viña del Mar	2,659	216,326	75,242
Los Andes	0,651	52,941	18,414
Calle Larga	0,100	8,157	2,837
Rinconada	0,070	5,712	1,987
San Esteban	0,153	12,409	4,316
La Ligua	0,334	27,189	9,457
Cabildo	0,188	15,262	5,308
Papudo	0,049	3,960	1,377
Petorca	0,089	7,222	2,512
Zapallar	0,062	5,028	1,749
Quillota	0,776	63,140	21,961
Calera	0,491	39,924	13,886
Hijuelas	0,166	13,540	4,709
La Cruz	0,138	11,238	3,909
Limache	0,401	32,633	11,350
Nogales	0,228	18,559	6,455
Olmué	0,142	11,592	4,032
San Antonio	0,880	71,571	24,893
Algarrobo	0,107	8,697	3,025
Cartagena	0,206	16,769	5,832

El Quisco	0,123	10,006	3,480
El Tabo	0,092	7,455	2,593
Santo Domingo	0,079	6,413	2,231
San Felipe	0,677	55,087	19,160
Catemu	0,119	9,699	3,374
Llailay	0,212	17,232	5,994
Panquehue	0,067	5,412	1,882
Putendo	0,151	12,275	4,269
Santa María	0,129	10,524	3,660
Total	15,62	1.271,08	442,10

Fuente: Elaboración propia.

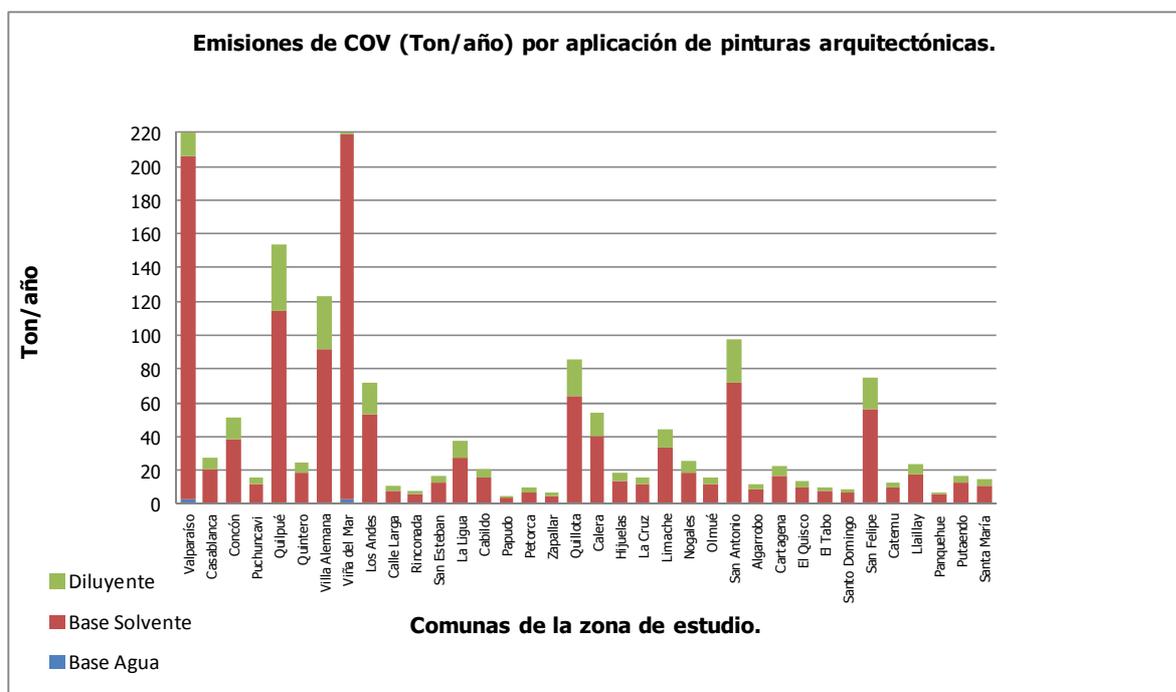


Figura 83. Emisiones de COV (Ton/año) por aplicación de pinturas arquitectónicas.

Fuente: Elaboración propia.

8.1.2.3 Aplicación de adhesivos.

Factores de emisión.

En cuanto a los factores de emisión, el equipo consultor ha efectuando una revisión de estos factores con el propósito de actualizarlos, ya que hoy en día existen adhesivos en base agua que por su formulación no emiten emisiones de COV. Además se han considerado nuevos estudios internacionales asociados a la generación de factores de

emisión de esta fuente, por otro lado estos valores han quedado oficialmente publicados en la "Guía Metodológica Inventario Nacional de Emisiones en Chile" los valores se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 105. Factores de emisión para uso de adhesivos

Naturaleza de la base de adhesivos	FE[kg COV/ton]
Solvente	430,9
Agua	0,00

Fuente: Agencia Ambiental de California (CARB), SECTION 3.7 ADHESIVES AND SEALANTS .2007

Es importante señalar que el factor de emisión considerado para adhesivo base solvente, presenta un valor de 430,9 [kg COV/ton] en comparación con los valores considerados en años anteriores de 558,0 [kg COV/ton] y para el tipo de adhesivo base agua presenta ahora un valor de 0 [kg COV/ton] en comparación con los valores considerados en años anteriores de 40,8 [kg COV/ton], por lo tanto no se reportarán niveles de actividad para esta última categoría.

Niveles de Actividad

Como ya se mencionó, el proceso de cálculo de emisiones requiere la cuantificación del consumo de adhesivo desagregadas en base acuosa y en base a solventes; esta información no se encuentra detallada a nivel regional por lo que los valores obtenidos a nivel nacional de ventas físicas de adhesivos durante el año en estudio, se ponderan por un factor que se asume representativo de la actividad económica en la región el cual es calculado en base al PIB registrado en el año y región en cuestión, al igual que para determinar el nivel de actividad de aplicación de pinturas.

En la siguiente tabla se muestran los valores anuales para el uso de adhesivos en la zona de estudio obtenidos al asignar un consumo comunal ponderado por número de habitantes.

Tabla 106. Consumo de adhesivos en la zona de estudio año 2008.

Comuna	Consumo por comuna (ton)	
	Base Agua	Base Solvente
Valparaíso	4.353,47	2.344,18
Casablanca	440,21	237,03
Concón	813,72	438,16
Puchuncavi	244,57	131,69
Quilpué	2.418,25	1.302,14
Quintero	391,19	210,64
Villa Alemana	1.936,01	1.042,47
Viña del Mar	4.630,34	2.493,26

Los Andes	1.133,17	610,17
Calle Larga	174,60	94,02
Rinconada	122,27	65,84
San Esteban	265,61	143,02
La Ligua	581,95	313,36
Cabildo	326,68	175,90
Papudo	84,77	45,65
Petorca	154,58	83,24
Zapallar	107,61	57,95
Quillota	1.351,47	727,71
Calera	854,56	460,15
Hijuelas	289,81	156,05
La Cruz	240,54	129,52
Limache	698,50	376,11
Nogales	397,25	213,90
Olmué	248,12	133,61
San Antonio	1.531,92	824,88
Algarrobo	186,16	100,24
Cartagena	358,93	193,27
El Quisco	214,18	115,33
El Tabo	159,56	85,92
Santo Domingo	137,28	73,92
San Felipe	1.179,11	634,90
Catemu	207,61	111,79
Llaillay	368,84	198,61
Panquehue	115,85	62,38
Putendo	262,73	141,47
Santa María	225,25	121,29
Total	27.206,67	14.649,75

Fuente: Elaboración propia a partir de información de Aduana.

Calculo de emisión.

Mediante la aplicación de la metodología para el cálculo de emisiones, se estimaron los resultados que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 107. Emisiones de COV (Ton/año) por aplicación de adhesivos en la zona de estudio año 2008.

Comuna	Base Solvente
Valparaíso	1.010,11
Casablanca	102,14
Concón	188,80
Puchuncavi	56,75
Quilpué	561,09

Quintero	90,77
Villa Alemana	449,20
Viña del Mar	1.074,35
Los Andes	262,92
Calle Larga	40,51
Rinconada	28,37
San Esteban	61,63
La Ligua	135,03
Cabildo	75,80
Papudo	19,67
Petorca	35,87
Zapallar	24,97
Quillota	313,57
Calera	198,28
Hijuelas	67,24
La Cruz	55,81
Limache	162,07
Nogales	92,17
Olmué	57,57
San Antonio	355,44
Algarrobo	43,19
Cartagena	83,28
El Quisco	49,69
El Tabo	37,02
Santo Domingo	31,85
San Felipe	273,58
Catemu	48,17
Llaillay	85,58
Panquehue	26,88
Putendo	60,96
Santa María	52,26
Total	6.312,58

Fuente: Elaboración propia.

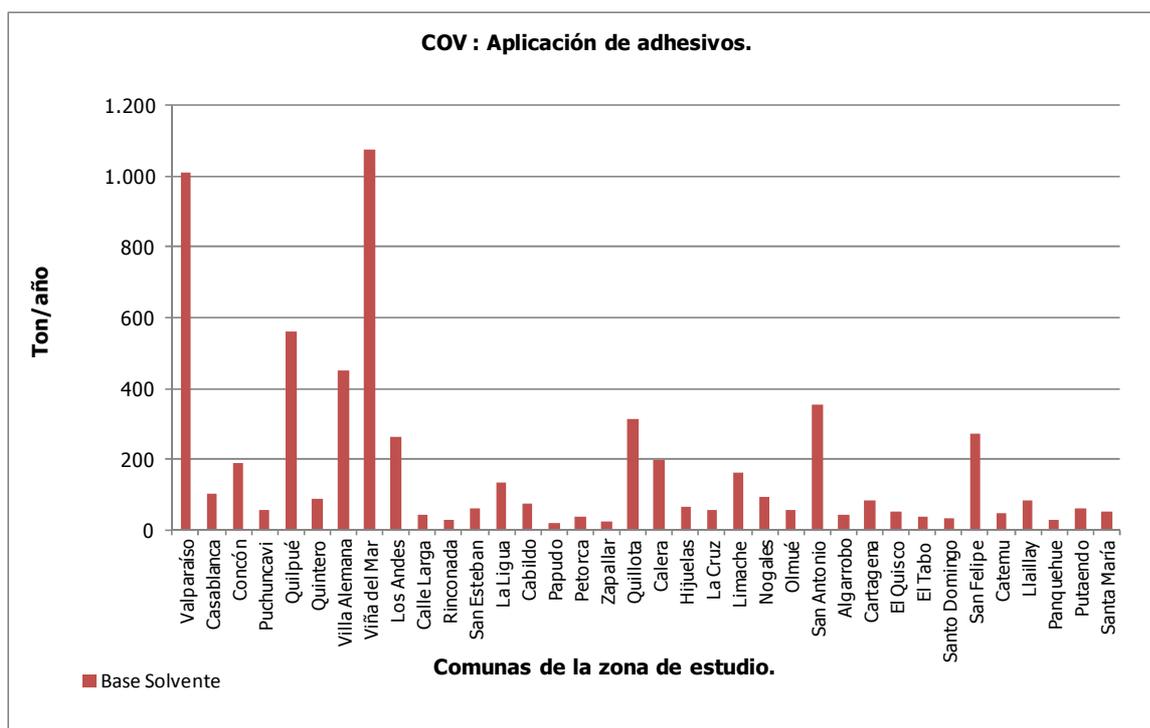


Figura 84. Emisiones de COV (Ton/año) por aplicación de adhesivos en la zona de estudio año 2008.

Fuente: Elaboración propia.

8.1.2.4 Fuentes Emisoras de NH₃

Factores de emisión

Los factores de emisión utilizados para estimar las **emisiones residenciales de NH₃** son los proporcionados por el estudio "DeveloMPent of the Ammonia Emission Inventory for the Southern California Air Quality Study", desarrollado por RADIANT, en Septiembre de 1991 y por "DeveloMPent and Selection of Ammonia Emission Factors Final Report", desarrollado por la EPA en Agosto de 1994.

Tabla 108. Factores de emisión Fuentes NH₃

FACTORES DE EMISION			
RESIDENCIALES	Fuentes Emisoras de NH ₃ por persona		Unidades
	Respiración humana	1,59	g NH ₃ /per/año
	Transpiración humana	249,48	g NH ₃ /per/año
	Caseras	22,68	g NH ₃ /per/año
	Residuos sólidos y líquidos niños < 3 años		
	Con pañal de género 1	3126,84	g NH ₃ /niño año
	Con pañal desechable	163,296	g NH ₃ /niño año
	Residuos de adultos		

	Personas	22,68	g NH3/persona al año
	Animales Domésticos		
	Perros	2.49	g NH3/animal
	Gatos	0.81	g NH3/animal
PLANTAS DE TRATAMIENTO¹⁹	Plantas de Tratamiento	3,33	mg/lt

Fuente: "Development of the Ammonia Emission Inventory for the Southern California Air Quality Study", desarrollado por RADIANT, en Septiembre de 1991 y por "Development and Selection of Ammonia Emission Factors Final Report", desarrollado por la EPA en Agosto de 1994

Nivel de Actividad

En el caso de las fuentes emisoras de NH₃ por persona; residuos sólidos y líquidos de niños y residuos de adultos, se trabajara con la estadística de población para el año 2008 proporcionada por el INE

Para estimar el número de animales domésticos, se asume lo siguiente:

- La estimación poblacional de la zona de estudio para el año 2008, corresponde a 1.720.588 personas.
- Existe una proporción de 122 perros por cada 1000 personas y una a proporción de 83 gatos por cada 1000 personas²⁰.

Con respecto a las emisiones asociadas al uso de pañales en niños, se trabaja con datos proporcionados por el INE de acuerdo a tramos de edad con niños menores de 3 años, que estarían en edad de usar pañales.

Por otro lado, se asume que los niños que provienen de familias indigentes utilizarían pañales de género, este valor se obtiene con los resultados de la encuesta CASEN 2006 para las comunas de la V región. El porcentaje reportado de pobreza en cada una de las comunas de la zona de estudio se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 109: Porcentajes de pobreza e indigencia por comunas en la zona de estudio.

Comuna	Indigencia	Pobreza no indigente	Total pobreza	No pobres
Valparaíso	2,7%	12,7%	15,4%	84,6%
Casablanca	3,1%	11,5%	14,6%	85,4%
Concón	3,3%	9,3%	12,6%	87,4%
Puchuncavi	0,9%	15,8%	16,7%	83,3%
Quilpué	3,5%	7,2%	10,7%	89,3%
Quintero	3,8%	12,2%	16,0%	84,0%
Villa Alemana	1,3%	15,2%	16,5%	83,5%
Viña del Mar	1,5%	15,1%	16,6%	83,5%

¹⁹ En base al promedio de que una persona en la RM utiliza 11.42 lts/hr de agua. Ref. (SISS)

²⁰ Fuente: Programa de Inventarios de Emisiones de Mexico, Volumen V

Los Andes	0,5%	7,6%	8,1%	91,9%
Calle Larga	2,4%	9,1%	11,5%	88,5%
Rinconada	1,1%	11,5%	12,6%	87,4%
San Esteban	2,8%	9,2%	12,0%	88,0%
La Ligua	4,9%	15,5%	20,5%	79,6%
Cabildo	4,3%	11,6%	15,9%	84,1%
Papudo	2,1%	12,0%	14,2%	85,8%
Petorca	3,1%	12,0%	15,1%	84,9%
Zapallar	1,0%	6,2%	7,2%	92,8%
Quillota	1,2%	12,9%	14,0%	86,0%
Calera	5,7%	11,5%	17,1%	82,9%
Hijuelas	0,3%	6,1%	6,5%	93,5%
La Cruz	2,3%	10,0%	12,3%	87,7%
Limache	2,3%	16,3%	18,6%	81,4%
Nogales	3,8%	13,9%	17,7%	82,3%
Olmué	1,7%	12,7%	14,4%	85,7%
San Antonio	8,4%	15,8%	24,3%	75,7%
Algarrobo	2,8%	7,7%	10,5%	89,5%
Cartagena	8,2%	17,3%	25,4%	74,6%
El Quisco	2,6%	8,2%	10,8%	89,2%
El Tabo	0,0%	7,8%	7,8%	92,2%
Santo Domingo	0,0%	4,1%	4,1%	95,9%
San Felipe	4,7%	11,4%	16,1%	83,9%
Catemu	0,4%	15,0%	15,3%	84,7%
Llailay	2,1%	6,1%	8,2%	91,8%
Panquehue	2,8%	7,0%	9,7%	90,3%
Putendo	4,3%	15,3%	19,6%	80,4%
Santa María	1,8%	14,3%	16,1%	83,9%

Fuente: Encuesta CASEN 2006, MIDEPLAN.

Para la fuente, Plantas de Tratamiento, se utiliza información proporcionada por la SISS en el "Informe anual de cobertura de servicios sanitarios 2008" específicamente sobre cobertura de tratamiento de aguas servidas

Al 31 de Diciembre de 2008, el 91,2% de la población de la V Región estaba cubierto por un sistema de alcantarillado y de este total contaba con un sistema de tratamiento de sus aguas servidas.

Tabla 110: Niveles de Actividad V Región.

Año 2008	
Población Proyecciones 2008	1.715.135

Niños < 3 años	97.883
Adultos	1.617.252
Pob. Con tratamiento	1.054.630
Pob. Sin tratamiento	660.505
Niños con pañal desechable	95.035
Niños con pañal	2.864
Perros	209.246
Gatos	142.356

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 111: Niveles de Actividad por comuna año 2008.

Comunas	Población Total	Niños < 3 años	Pob Adultos	Pob. Con tratamiento	Pob. Sin tratamiento	Niños con pañal desechable	Niños con pañal género
Valparaíso	274.447	14.279,7	260.167	252.350	22.097	13899,86	385,55
Casablanca	27.751	1.846,5	25.904	13.926	13.825	1789,08	57,24
Concón	51.298	3.413,6	47.884	29.508	21.790	3301,61	112,65
Puchuncavi	15.418	896,9	14.521	2.741	12.677	888,89	8,07
Quilpué	152.449	8.144,1	144.305	131.649	20.800	7859,84	285,04
Quintero	24.661	1.549,0	23.112	0	24.661	1489,83	58,86
Villa Alemana	122.048	6.930,9	115.117	100.227	21.821	6838,74	90,10
Viña del Mar	291.901	14.855,6	277.045	46.802	245.099	14640,18	222,83
Los Andes	71.436	4.453,1	66.983	60.390	11.046	4432,65	22,27
Calle Larga	11.007	629,3	10.378	4.659	6.348	614,44	15,10
Rinconada	7.708	455,6	7.252	1.501	6.207	450,55	5,01
San Esteban	16.744	977,0	15.767	6952	9.792	949,60	27,35
La Ligua	36.687	2.241,7	34.445	18.959	17.728	2130,76	109,84
Cabildo	20.594	1.375,5	19.219	12.266	8.328	1316,61	59,15
Papudo	5.344	488,1	4.856	2.512	2.832	477,49	10,25
Petorca	9.745	547,0	9.198	1.951	7.794	529,84	16,96
Zapallar	6.784	363,8	6.420	811	5.973	360,19	3,64
Quillota	85.198	4.829,8	80.368	79.212	5.986	4775,22	57,96
Calera	53.872	3.405,9	50.466	35.788	18.084	3213,80	194,14
Hijuelas	18.270	1.210,0	17.060	5.814	12.456	1205,53	3,63
La Cruz	15.164	913,6	14.250	10.188	4.976	892,79	21,01
Limache	44.034	2.586,3	41.448	32.513	11.521	2527,83	59,48
Nogales	25.043	1.707,8	23.335	8.235	16.808	1643,26	64,90
Olmué	15.642	920,8	14.721	0	15.642	905,60	15,65
San Antonio	96.574	5.684,9	90.889	82.227	14.347	5203,91	477,53

Algarrobo	11.736	735,9	11.000	6.961	4.775	715,25	20,61
Cartagena	22.627	1.345,4	21.282	6.984	15.643	1236,31	110,32
El Quisco	13.502	809,8	12.692	4.053	9.449	788,78	21,06
El Tabo	10.059	488,0	9.571	694	9.365	488,13	0
Santo Domingo	8.654	472,7	8.181	4.586	4.068	472,74	0
San Felipe	74.332	4.786,4	69.546	58.400	15.932	4560,04	224,96
Catemu	13.088	814,0	12.274	5.663	7.425	811,20	3,26
Llailay	23.252	1.399,2	21.853	14.777	8.475	1370,07	29,38
Panquehue	7.303	461,6	6.841	0	7.303	448,92	12,92
Putando	16.563	961,6	15.601	6.230	10.333	920,27	41,35
Santa María	14.200	901,5	13.299	5.101	9.099	884,98	16,23
Total general	1.715.135	97.883	1.617.252	1.054.630	660.505	95.035	2.864

Fuente: Elaboración Propia.

Calculo de Emisiones.

En la siguiente tabla se entrega el resultado de las emisiones estimadas para el año 2008 en la zona de estudio, a partir de los niveles de actividad reportados y la metodología descrita anteriormente.

Tabla 112: Emisiones de NH3 (Ton/año), año 2008 zona de estudio.

		EMISIONES
Zona de estudio (V Región)		V Región
EMISIONES RESIDENCIALES	Fuentes Emisoras de NH3	Ton/año
	Respiración humana	2,571
	Transpiración humana	403,472
	Caseras	36,679
	Residuos sólidos y líquidos niños < 3 años	
	Con pañal de género	8,85
	Con pañal desechable	15,34
	Residuos de adultos	
	Sin tratamiento en plantas de aguas servidas	
	Personas	14,98

	Animales Domésticos	
	Perros	521,02
	Gatos	115,31
	Total Emisiones Residenciales	
PLANTAS DE TRATAMIENTO	Plantas de Tratamiento	350,36

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 113: Emisiones de NH3 producto de fuentes emisoras (Ton/año)

Emisiones de NH3 (Ton/año) producto de fuentes emisoras			
Comunas	NH3 respiración	NH3 transpiración	Caseras
Valparaíso	0,414	64,907	5,901
Casablanca	0,041	6,463	0,588
Concón	0,076	11,946	1,086
Puchuncavi	0,023	3,623	0,329
Quilpué	0,229	36,001	3,273
Quintero	0,037	5,766	0,524
Villa Alemana	0,183	28,719	2,611
Viña del Mar	0,441	69,117	6,283
Los Andes	0,107	16,711	1,519
Calle Larga	0,017	2,589	0,235
Rinconada	0,012	1,809	0,164
San Esteban	0,025	3,934	0,358
La Ligua	0,055	8,593	0,781
Cabildo	0,031	4,795	0,436
Papudo	0,008	1,211	0,110
Petorca	0,015	2,295	0,209
Zapallar	0,010	1,602	0,146
Quillota	0,128	20,050	1,823
Calera	0,080	12,590	1,145
Hijuelas	0,027	4,256	0,387
La Cruz	0,023	3,555	0,323
Limache	0,066	10,340	0,940
Nogales	0,037	5,822	0,529
Olmué	0,023	3,673	0,334
San Antonio	0,145	22,675	2,061
Algarrobo	0,017	2,744	0,249
Cartagena	0,034	5,309	0,483
El Quisco	0,020	3,166	0,288
El Tabo	0,015	2,388	0,217
Santo Domingo	0,013	2,041	0,186

San Felipe	0,111	17,350	1,577
Catemu	0,020	3,062	0,278
Llailay	0,035	5,452	0,496
Panquehue	0,011	1,707	0,155
Putendo	0,025	3,892	0,354
Santa María	0,021	3,318	0,302
Total general	2,571	403,472	36,679

Fuente: Elaboración Propia.

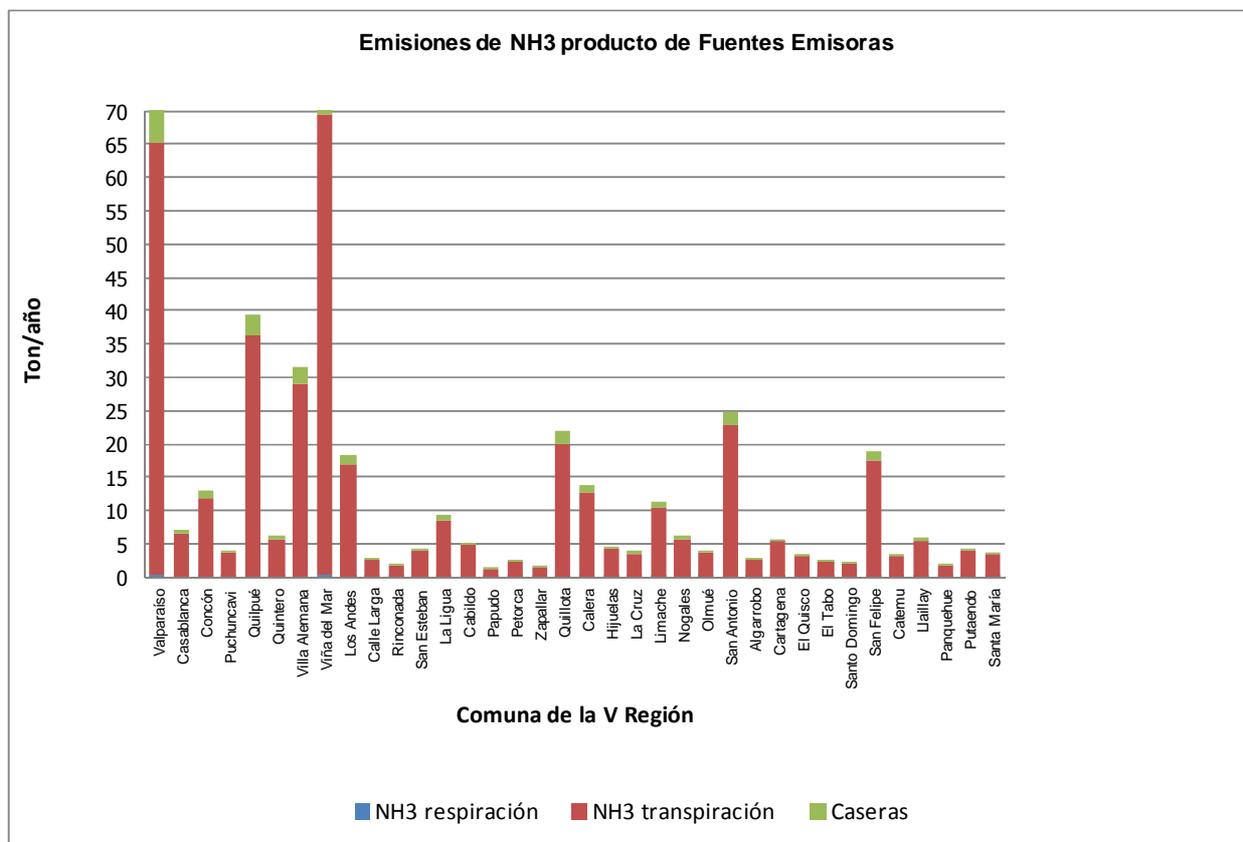


Figura 85: Emisiones de NH3 Producto de fuentes emisoras.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 114: Emisiones de NH3 producto de plantas de tratamiento (Ton/año).

Comuna	NH3 (ton/año) P Tratada	NH3 (ton/año) P No Tratada
Valparaíso	83,83	0,50
Casablanca	4,63	0,31
Concón	9,80	0,49
Puchuncaví	0,91	0,29
Quilpué	43,73	0,47

Quintero	-	0,56
Villa Alemana	33,30	0,49
Viña del Mar	15,55	5,56
Los Andes	20,06	0,25
Calle Larga	1,55	0,14
Rinconada	0,50	0,14
San Esteban	2,31	0,22
La Ligua	6,30	0,40
Cabildo	4,07	0,19
Papudo	0,83	0,06
Petorca	0,65	0,18
Zapallar	0,27	0,14
Quillota	26,31	0,14
Calera	11,89	0,41
Hijuelas	1,93	0,28
La Cruz	3,38	0,11
Limache	10,80	0,26
Nogales	2,74	0,38
Olmué	-	0,35
San Antonio	27,32	0,33
Algarrobo	2,31	0,11
Cartagena	2,32	0,35
El Quisco	1,35	0,21
El Tabo	0,23	0,21
Santo Domingo	1,52	0,09
San Felipe	19,40	0,36
Catemu	1,88	0,17
Llaillay	4,91	0,19
Panquehue	-	0,17
Putendo	2,07	0,23
Santa María	1,69	0,21
Total	350,36	14,98

Fuente: Elaboración Propia.

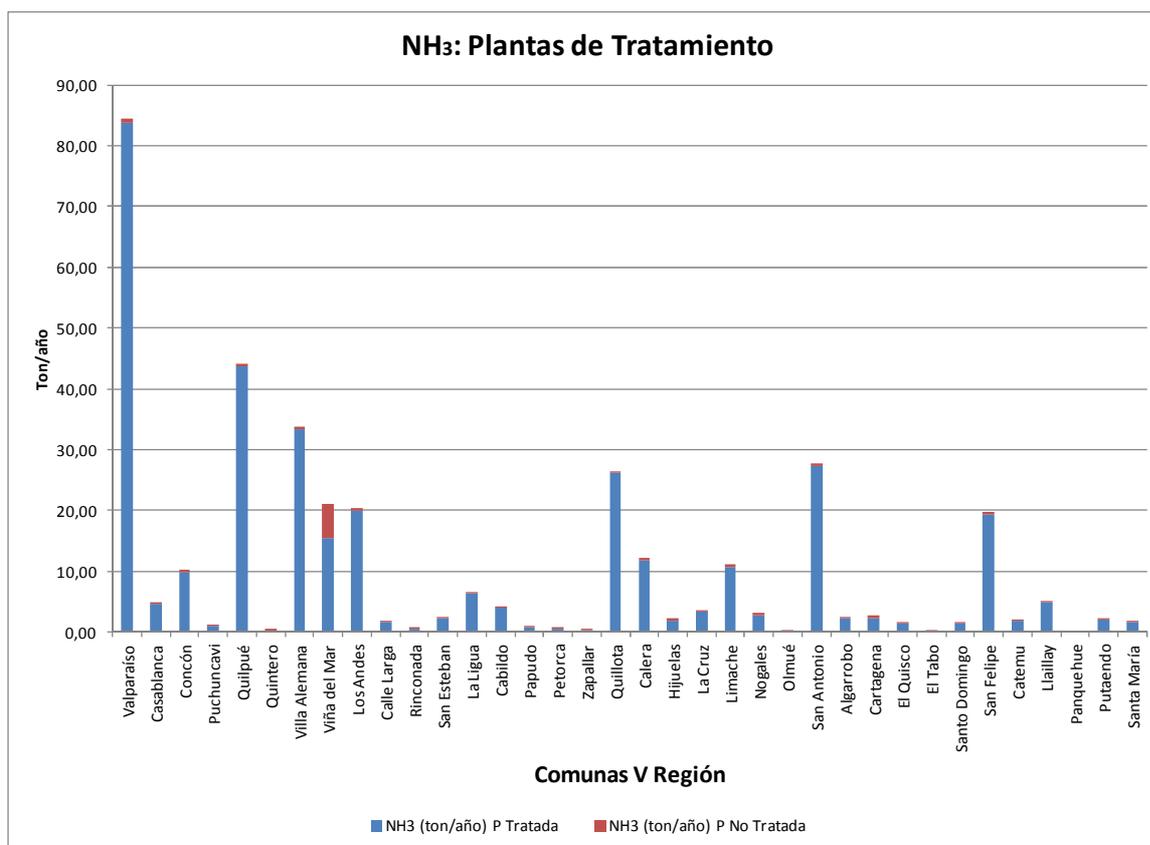


Figura 86: Emisiones de NH₃ (Ton/año) producto de plantas de tratamiento.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 115: Emisiones de NH₃ (Ton/año) producto de residuos sólidos y líquidos de niños < 3 años.

Comuna	NH ₃ P género	NH ₃ P desechable
Valparaíso	1,21	2,28
Casablanca	0,17	0,29
Concón	0,34	0,51
Puchuncavi	0,02	0,14
Quilpué	0,88	1,26
Quintero	0,18	0,24
Villa Alemana	0,27	1,09
Viña del Mar	0,70	2,39
Los Andes	0,07	0,71
Calle Larga	0,05	0,10
Rinconada	0,02	0,07
San Esteban	0,08	0,15
La Ligua	0,34	0,34
Cabildo	0,18	0,21

Papudo	0,02	0,05
Petorca	0,05	0,09
Zapallar	0,01	0,06
Quillota	0,18	0,77
Calera	0,60	0,52
Hijuelas	0,01	0,19
La Cruz	0,06	0,14
Limache	0,18	0,41
Nogales	0,20	0,27
Olmué	0,05	0,15
San Antonio	1,48	0,84
Algarrobo	0,06	0,11
Cartagena	0,33	0,20
El Quisco	0,06	0,12
El Tabo	0	0,08
Santo Domingo	0	0,08
San Felipe	0,69	0,74
Catemu	0,01	0,13
Llaillay	0,09	0,22
Panquehue	0,04	0,07
Putendo	0,13	0,15
Santa María	0,05	0,14
Total	8,85	15,34

Fuente: Elaboración Propia.

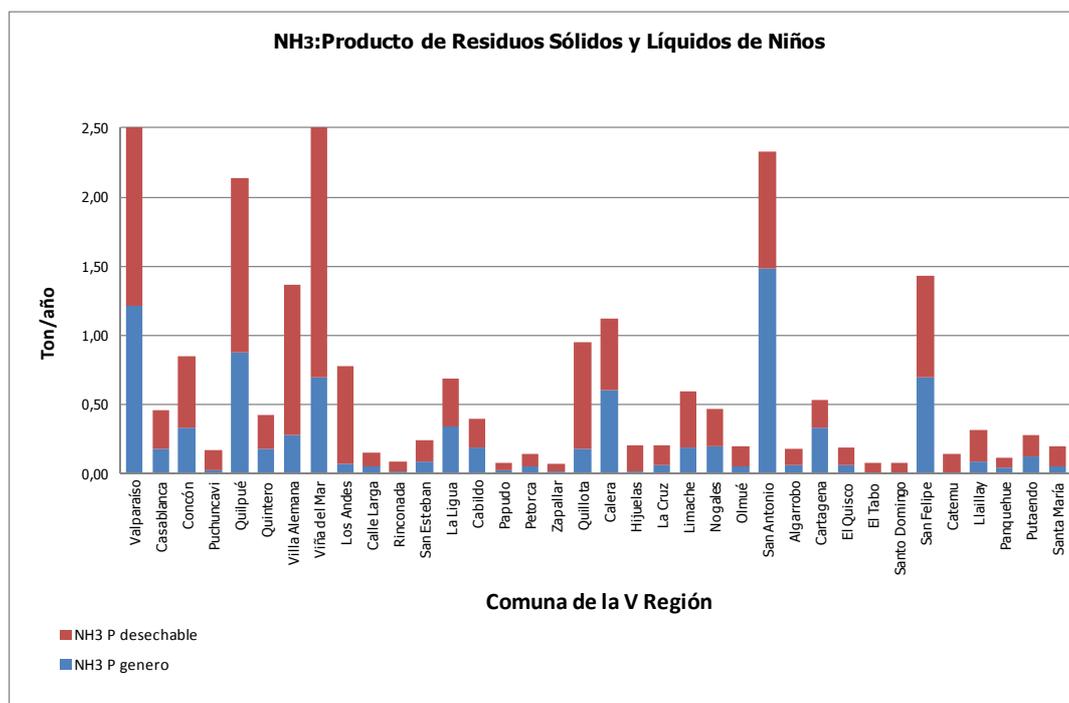


Figura 87: Emisiones de NH3 (Ton/año) producto de residuos sólidos y líquidos de niños < 3 años.

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 116: Emisiones de NH3 (Ton/año) producto de animales domésticos.

Comunas	Perros (ton/año)	Gatos (ton/año)
Calle Larga	3,34	0,74
Los Andes	21,70	4,80
Rinconada	2,34	0,52
San Esteban	5,09	1,13
Cabildo	6,26	1,38
La Ligua	11,14	2,47
Papudo	1,62	0,36
Petorca	2,96	0,66
Zapallar	2,06	0,46
Calera	16,37	3,62
Hijuelas	5,55	1,23
La Cruz	4,61	1,02
Limache	13,38	2,96
Nogales	7,61	1,68
Olmué	4,75	1,05
Quillota	25,88	5,73
Algarrobo	3,57	0,79
Cartagena	6,87	1,52
El Quisco	4,10	0,91
El Tabo	3,06	0,68
San Antonio	29,34	6,49
Santo Domingo	2,63	0,58
Catemu	3,98	0,88
Llay Llay	7,06	1,56
Panquehue	2,22	0,49
Putendo	5,03	1,11
San Felipe	22,58	5,00
Santa María	4,31	0,95
Puchuncavi	4,68	1,04
Casablanca	8,43	1,87
Concón	15,58	3,45
Quilpué	46,31	10,25
Quintero	7,49	1,66
Valparaíso	83,37	18,45
Villa Alemana	37,08	8,21

Viña del Mar	88,67	19,62
Total	521,02	115,31

Fuente: Elaboración Propia.

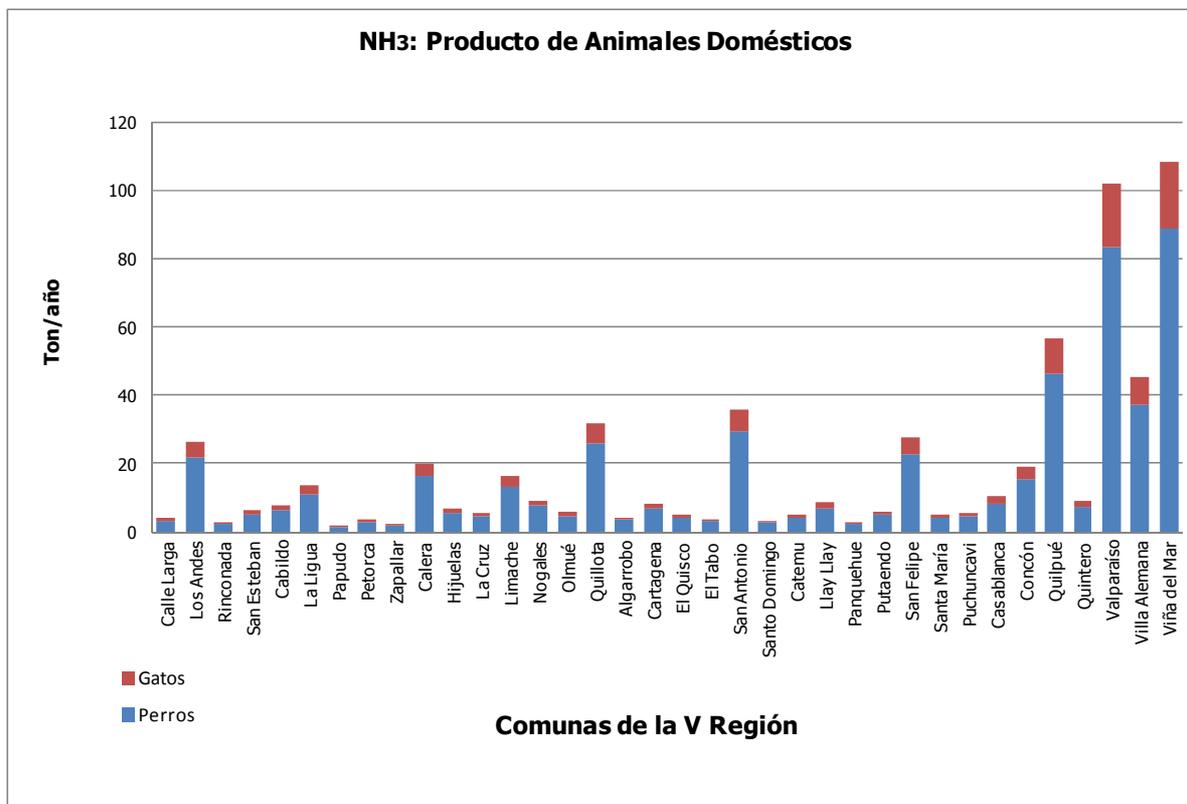


Figura 88: Emisiones de NH3 (Ton/año) producto de animales domésticos.

Fuente: Elaboración Propia.

8.1.2.5 Fugas de Gas Licuado.

Factores de emisión

En el caso de **fugas de GLP**, el factor de emisión está relacionado con los porcentajes de fuga. La metodología de estimación de dichos porcentajes se ha basado en el estudio realizado por la Empresa Nacional de Petróleos Mexicanos, PEMEX²¹.

En dicho estudio se realizaron mediciones en los puntos críticos de almacenamiento y envasado de gas, también se realizaron estimaciones en instalaciones industriales, domésticas y comerciales basadas en el consumo del equipo, su eficiencia y el tiempo de uso, así como los hidrocarburos no quemados durante el consumo para cada sector. Del estudio realizado por PEMEX, se han derivado porcentajes de fugas, los cuales se utilizan para estimar las emisiones de GLP y se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 117: Porcentajes de Fugas de GLP

²¹“Efectos de los componentes del Gas Licuado de Petróleo en la Acumulación de Ozono en la Atmósfera de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México”. Memoria Técnica del Estudio, PEMEX. 1997.

Punto de Fuga	Porcentaje de fuga* (%)
Sector residencial +	2,7
Sector comercial +	1,6
Sector industrial +	1,5
* : porcentajes en peso + : incluye las emisiones debido a las instalaciones y al gas no quemado en el momento del consumo. Fuente: Estudio de PEMEX. Nota: Los porcentajes de fuga han sido derivados de la realidad mexicana, se recomienda tomar estos porcentajes con cautela y como referencia.	

Nivel de actividad

El consumo de gas licuado es recopilado por la Superintendencia de Electricidad y Combustible (SEC), a partir de los cuales se realiza el cálculo de la fuga generada, para el año 2008.

La siguiente tabla entrega los consumos para cada comuna de la zona de estudio.

Tabla 118. Consumo Residencial¹ e Industrial² de GLP Zona de estudio 2008

Comuna	Consumo (ton/año) Residencial (1)	Consumo (ton/año) Industrial (2)
VALPARAÍSO	11.805,23	5.160,58
CASABLANCA	1.193,70	521,82
CONCÓN	2.206,56	964,59
JUAN FERNÁNDEZ	34,11	14,91
PUCHUNCAVÍ	663,20	289,91
QUILPUÉ	6.557,53	2.866,59
QUINTERO	1.060,78	463,71
VILLA ALEMANA	5.249,85	2.294,94
VIÑA DEL MAR	12.556,00	5.488,78
ISLA DE PASCUA	200,45	87,62
LOS ANDES	3.072,79	1.343,25
CALLE LARGA	473,46	206,97
RINCONADA	331,56	144,94
SAN ESTEBAN	720,24	314,85
LA LIGUA	1.578,08	689,85
CABILDO	885,84	387,24
PAPUDO	229,87	100,49
PETORCA	419,18	183,24
ZAPALLAR	291,81	127,56
QUILLOTA	3.664,76	1.602,03
CALERA	2.317,28	1.012,99
HIJUELAS	785,88	343,54
LA CRUZ	652,27	285,14
LIMACHE	1.894,10	828,00
NOGALES	1.077,21	470,90
OLMUÉ	672,83	294,13

SAN ANTONIO	4.154,09	1.815,94
ALGARROBO	504,82	220,68
CARTAGENA	973,29	425,47
EL QUISCO	580,78	253,89
EL TABO	432,68	189,15
SANTO DOMINGO	372,25	162,73
SAN FELIPE	3.197,36	1.397,71
CATEMU	562,98	246,10
LLAILLAY	1.000,18	437,22
PANQUEHUE	314,14	137,32
PUTAENDO	712,45	311,44
SANTA MARÍA	610,81	267,01
Total Zona de Estudio	74.010,40	32.353,20

Fuente: Informe Estadístico 2006 SEC

(1). Corresponde a gas envasado

(2). Corresponde a gas granel

Cálculo de emisiones.

La siguiente tabla entrega las emisiones estimadas producto de fugas de gas licuado petróleo utilizando los niveles de actividad detallados anteriormente y los porcentajes de fuga por tipo de consumo.

Tabla 119. Emisiones de COV de las fugas Residenciales e Industriales V región, año 2008.

Comuna	Emisiones de COV producto de fugas de GLP Residencial (Ton/año)	Emisiones de COV producto de fugas de GLP Industrial (Ton/año)
VALPARAÍSO	413,18	77,41
CASABLANCA	41,78	7,83
CONCÓN	77,23	14,47
PUCHUNCAVÍ	23,21	4,35
QUILPUÉ	229,51	43,00
QUINTERO	37,13	6,96
VILLA ALEMANA	183,74	34,42
VIÑA DEL MAR	439,46	82,33
LOS ANDES	107,55	20,15
CALLE LARGA	16,57	3,10
RINCONADA	11,60	2,17
SAN ESTEBAN	25,21	4,72
LA LIGUA	55,23	10,35
CABILDO	31,00	5,81
PAPUDO	8,05	1,51
PETORCA	14,67	2,75

ZAPALLAR	10,21	1,91
QUILLOTA	128,27	24,03
CALERA	81,10	15,19
HIJUELAS	27,51	5,15
LA CRUZ	22,83	4,28
LIMACHE	66,29	12,42
NOGALES	37,70	7,06
OLMUÉ	23,55	4,41
SAN ANTONIO	145,39	27,24
ALGARROBO	17,67	3,31
CARTAGENA	34,07	6,38
EL QUISCO	20,33	3,81
EL TABO	15,14	2,84
SANTO DOMINGO	13,03	2,44
SAN FELIPE	111,91	20,97
CATEMU	19,70	3,69
LLAILLAY	35,01	6,56
PANQUEHUE	10,99	2,06
PUTAENDO	24,94	4,67
SANTA MARÍA	21,38	4,01
Total Zona de Estudio	2.582,15	483,76

Fuente: Elaboración propia.

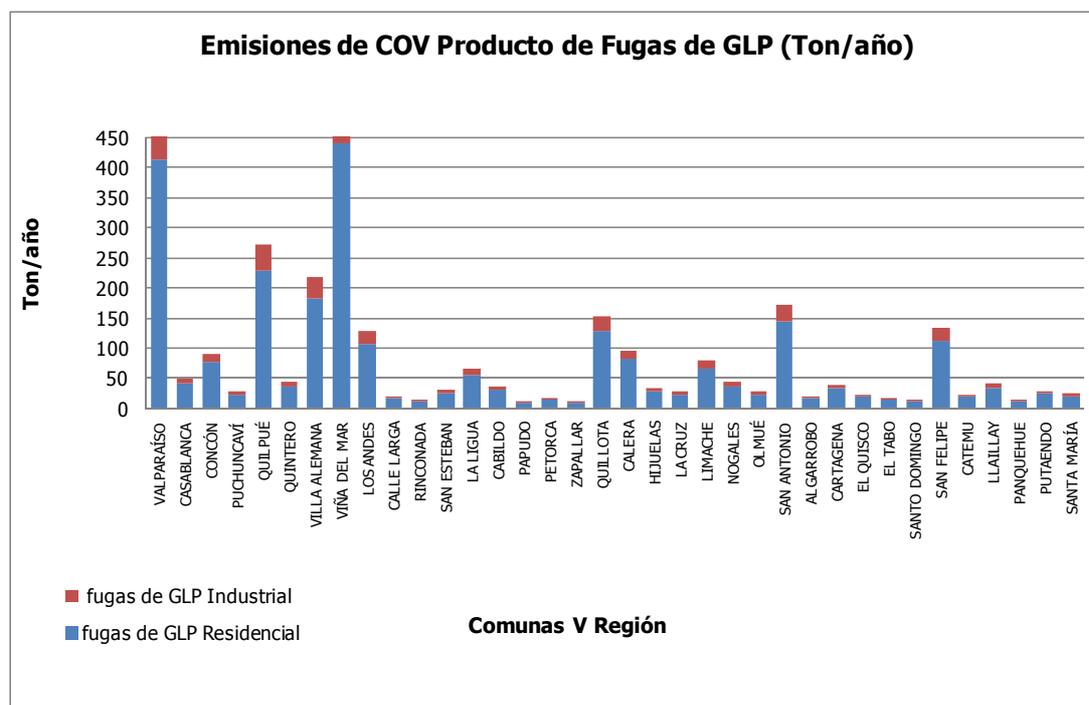


Figura 89. Emisiones de COV producto de fugas de GLP (Ton/año) en la zona de estudio.

Fuente: Elaboración propia.

8.2 Fuentes Comerciales

8.2.1 Evaporativa Comercial

8.2.1.1 Lavasecos.

Las emisiones generadas en los lavasecos corresponden a compuestos orgánicos volátiles producto del uso de percloroetileno.

El proceso de cálculo de emisiones requiere de la cuantificación del consumo de percloroetileno de los lavasecos existentes en la Quinta Región. Según la Asociación de Industriales Químicos ASIQUIM, en el mercado se usa percloroetileno y se encuentra en proyecto el uso de otro producto que lo reemplace, pero oficialmente este todavía no entra en vigencia, y según información entregada por empresas distribuidoras de percloroetileno, el consumo ha disminuido debido al uso de mejores tecnologías en las máquinas y a la calidad de la ropa utilizada.

Por otro lado los valores de importaciones y exportaciones reportados por Aduana, para poder obtener un valor más actualizado de consumo incluye el percloroetileno utilizado en los procesos de "metal mecánica", "limpieza" como desengrasante, y los "lavasecos", pero esta información solo incluye los totales, no la desagregación por actividad, por tanto no es posible obtener el valor consumido específicamente por lavasecos.

Metodología

La metodología general de estimación de emisiones provenientes del uso de este compuesto se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$E = C * FE \quad \text{Ecuación 8}$$

Donde,

- E : emisiones anuales de COV [ton/año]
- C : consumo de percloroetileno anual [ton/año]
- FE : factor de emisión de COV [ton/ton]

Tabla 120. Factores de emisión para uso de percloroetileno

Factor de Emisión	
1 Ton/VOC	1 Ton/consumo percloroetileno

Fuente: CENMA

Esta metodología implica que las emisiones son iguales al consumo debido a que a pesar de que los equipos son sellados, estos presentan fugas.

Niveles de actividad

La recopilación de información de operación de los lavasecos, se realiza a partir de la base de datos de este tipo de fuentes generada por la Secretaría Regional Ministerial de Salud, la que fue completada con la información contenida en las páginas amarillas de la región, incluyendo los establecimientos de interés, sus respectivas direcciones y las razones sociales. Por medio de la herramienta de internet google maps, se identificó la ubicación de las distintas direcciones, agrupándolas por sectores. Posteriormente, se generaron rutas de visita hacia los distintos sectores del Gran Valparaíso y los otros lugares de la región.

Los lavasecos catastrados utilizan percloroetileno ya sea como desmanchador o para el lavado en seco, las maquinaria en operación datan del año 2000, y generalmente estos recintos presentan extractores de aire.

Calculo de emisiones

La siguiente tabla indica las emisiones de VOC estimadas para los lavasecos catastrados a la fecha, las emisiones corresponde en su totalidad a percloroetileno.

Tabla 121. Emisiones por Lavasecos 2008 Zona de estudio (ton/año).

Comuna	VOC
QUILLOTA	0,27
QUILPUE	0,30
SAN ANTONIO	0,52
Total	1,08

Fuente: elaboración propia

8.2.1.2 Talleres de Pinturas

En estas fuentes se identifican dos tipos de actividades, la aplicación de pintura en talleres de reparación de vehículos y las empresas de distribución y formulación de pinturas especiales para los vehículos, las que se desarrollan a pedido a partir de la mezcla de las bases de colores.

Las emisiones generadas en los talleres de pintura y mezcla corresponden a compuestos orgánicos volátiles producto del uso de solventes.

La mayoría de los talleres de pinturas usan como materias primas; pinturas SHERWIN WILLIAMS y diluyentes habitualmente de la misma marca, sin embargo, la gran parte de los talleres no presentan cabinas de pinturas, es decir, el trabajo se realiza al aire libre sin ningún tipo de control de emisiones, además el secado de pintura es realizado al aire libre o bien utilizando secadores eléctricos.

En la práctica las reparaciones realizadas en vehículos utilizan solo pequeñas cantidades de pintura las que son formuladas a pedido en cuartos de galones, debido al desarrollo de nuevos productos, las mezclas generadas utilizan porcentajes cada vez más bajos de solventes, lo que facilita su aplicación y posterior secado.

Metodología

La metodología de estimación de emisiones provenientes del uso de solventes en talleres de pintura se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$E = C * FE \quad \text{Ecuación 9}$$

Donde,

- E : emisiones anuales de COV [ton/año]
- C : consumo de solventes anual [ton/año]
- FE : factor de emisión de COV [ton/ton]

Tabla 122. Factores de emisión para uso de solventes en talleres de pintura.

Factor de Emisión	
1 Ton/VOC	1 Ton/solvente

Fuente: CENMA

Esta metodología implica que las emisiones son iguales al consumo debido a que todo el solvente utilizado se evapora en las operaciones de secado de la pintura.

La metodología de estimación de emisiones provenientes del mezclado de pinturas en las empresas de distribución de pintura se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$E = C * FE \quad \text{Ecuación 10}$$

Donde,

- E : emisiones anuales de COV [ton/año]
- C : consumo de solventes anual [ton/año]
- FE : factor de emisión de COV [ton/ton]

Tabla 123. Factores de emisión para uso de solventes en talleres de pintura.

Factor de Emisión	
0,015 Ton VOC	Ton de pintura mezclada

Fuente: AP-42 Table 6.4-1 Uncontrolled emission factor for paint.

Niveles de actividad

La recopilación de información de operación de los talleres de pintura y empresas distribuidoras se realiza a partir de la base de datos de este tipo de fuentes generada por la Secretaría Regional Ministerial de Salud, la que fue completada con la información contenida en las páginas amarillas de la región, incluyendo los establecimientos de interés, sus respectivas direcciones y las razones sociales. Por medio de la herramienta de internet google maps, se identificó la ubicación de las distintas direcciones, agrupándolas por sectores. Posteriormente, se generaron rutas de visita hacia los distintos sectores del gran Valparaíso y los otros lugares de la región.

Calculo de emisiones

La siguiente tabla indica las emisiones de VOC estimadas para los talleres de pintura y empresas distribuidoras de pintura catastrados a la fecha, las emisiones corresponde en su totalidad a uso de solvente.

Tabla 124. Emisiones por empresas distribuidoras de pintura 2008 (ton/año).

Comuna	VOC
QUILPUE	0,09
VALPARAISO	0,42
VILLA ALEMANA	0,05
Total	0,55

Fuente: elaboración propia

Tabla 125. Emisiones por talleres de pintura 2008 (ton/año).

Comuna	VOC
LOS ANDES	2,65
QUILPUE	0,12
SAN ANTONIO	0,87
SAN FELIPE	0,12
VALPARAISO	9,30
VILLA ALEMANA	0,31

VIÑA DEL MAR	1,78
Total	15,14

Fuente: elaboración propia

8.2.1.3 Imprentas.

Las imprentas usan como materia prima las tintas SUNCHEMICAL y diluyente washer, aunque una minoría aun utiliza bencina blanca y parafina en sus procesos, en cuanto a su tecnología la mayoría de las maquinarias de imprenta son del modelo offset cuya antigüedad data aproximadamente de los años 70 y 80. La gran parte de los talleres de imprenta no presentan extractores de aire, por lo tanto, no presentan un sistema de ventilación adecuado en el lugar de trabajo.

Metodología

La metodología de estimación de emisiones provenientes del uso de solventes en imprentas se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$E = C * FE \qquad \text{Ecuación 11}$$

Donde,

- E : emisiones anuales de COV [ton/año]
- C : consumo de solventes anual [ton/año]
- FE : factor de emisión de COV [ton/ton]

Tabla 126. Factores de emisión para uso de solventes en imprentas.

Factor de Emisión	
1 Ton/VOC	1 Ton/solvente

Fuente: CENMA

Esta metodología implica que las emisiones son iguales al consumo debido a que todo el solvente utilizado se evapora en las operaciones de secado de la tinta.

Niveles de actividad

La recopilación de información de operación de las imprentas se realiza a partir de la base de datos de este tipo de fuentes generada por la Secretaría Regional Ministerial de Salud, la que fue completada con la información contenida en las páginas amarillas de la región, incluyendo los establecimientos de interés, sus respectivas direcciones y las razones sociales. Por medio de la herramienta de internet google maps, se identificó la ubicación de las distintas direcciones, agrupándolas por sectores. Posteriormente, se

generaron rutas de visita hacia los distintos sectores del gran Valparaíso y los otros lugares de la región.

Calculo de emisiones

La siguiente tabla indica las emisiones de VOC estimadas para las imprentas catastrados a la fecha, las emisiones corresponde en su totalidad a uso de solvente.

Tabla 127. Emisiones por imprentas 2008 (ton/año).

Comuna	VOC
LIMACHE	0,06
LOS ANDES	0,10
QUILLOTA	0,13
QUILPUE	0,55
SAN ANTONIO	0,41
SAN FELIPE	0,04
VALPARAISO	12,70
VIÑA DEL MAR	0,75
Total	14,75

Fuente: Elaboración propia

8.2.1.4 Aplicación Asfalto

Factores de emisión

El factor de emisión de acuerdo a las características anteriormente descritas se encuentra representado por la siguiente ecuación

$$FE = \frac{A * e * \frac{Vd}{100}}{0.001} * \frac{\rho d}{1000} * Peva \quad \text{Ecuación 12}$$

Donde:

A : Ancho de la calle (metro)

E : Espesor del metro lineal

Vd : Porcentaje en volumen del diluyente contenido en la mezcla.

ρd : Densidad del diluyente en (kg/l)

Peva : Porcentaje del diluyente que se evapora.

Niveles de Actividad

Los niveles de actividad están dados por los kilómetros de calles que son asfaltadas anualmente.

Tabla 128: Kilómetros de calles asfaltadas año 2008 en la V Región.

Comunas	Tipo de carpeta	Longitud Km
Valparaíso	Asfalto	46,96
Casablanca	Asfalto	57,10
Concón	Asfalto	32,99
Puchuncavi	Asfalto	148,63
Quilpué	Asfalto	97,01
Quintero	Asfalto	43,08
Villa Alemana	Asfalto	67,66
Viña del Mar	Asfalto	96,82
Los Andes	Asfalto	37,94
Calle Larga	Asfalto	16,30
Rinconada	Asfalto	14,61
San Esteban	Asfalto	19,65
La Ligua	Asfalto	133,65
Cabildo	Asfalto	40,11
Papudo	Asfalto	109,79
Petorca	Asfalto	12,53
Zapallar	Asfalto	152,53
Quillota	Asfalto	220,34
Calera	Asfalto	212,76
Hijuelas	Asfalto	158,20
La Cruz	Asfalto	109,19
Limache	Asfalto	210,38
Nogales	Asfalto	138,47
Olmué	Asfalto	1,50
San Antonio	Asfalto	72,68
Algarrobo	Asfalto	86,83
Cartagena	Asfalto	82,13
El Quisco	Asfalto	89,36
El Tabo	Asfalto	90,07
Santo Domingo	Asfalto	0,00
San Felipe	Asfalto	86,95
Catemu	Asfalto	51,26
Llaillay	Asfalto	81,46
Panquehue	Asfalto	75,19
Putendo	Asfalto	3,00
Santa María	Asfalto	13,53
Total	Asfalto	2.910,63

Fuente: MOP

Calculo de Emision.

Mediante la utilización de la metodología y factores descritos anteriormente se obtienen las siguientes tablas con las emisiones de COV para la V Región.

Tabla 129: Emisiones de Cov (Ton/año) producto de la aplicación de asfalto en la V Región.

Comunas	COV (ton/año)
Valparaíso	6,39
Casablanca	7,77
Concón	4,49
Puchuncavi	20,23
Quilpué	13,2
Quintero	5,86
Villa Alemana	9,21
Viña del Mar	13,18
Los Andes	5,16
Calle Larga	2,22
Rinconada	1,99
San Esteban	2,67
La Ligua	18,19
Cabildo	5,46
Papudo	14,94
Petorca	1,7
Zapallar	20,76
Quillota	29,98
Calera	28,95
Hijuelas	21,53
La Cruz	14,86
Limache	28,63
Nogales	18,84
Olmué	0,2
San Antonio	9,89
Algarrobo	11,82
Cartagena	11,18
El Quisco	12,16
El Tabo	12,26
Santo Domingo	0
San Felipe	11,83
Catemu	6,98
Llaillay	11,08
Panquehue	10,23
Putendo	0,41
Santa María	1,84
Total	396,08

Fuente: Elaboración propia.

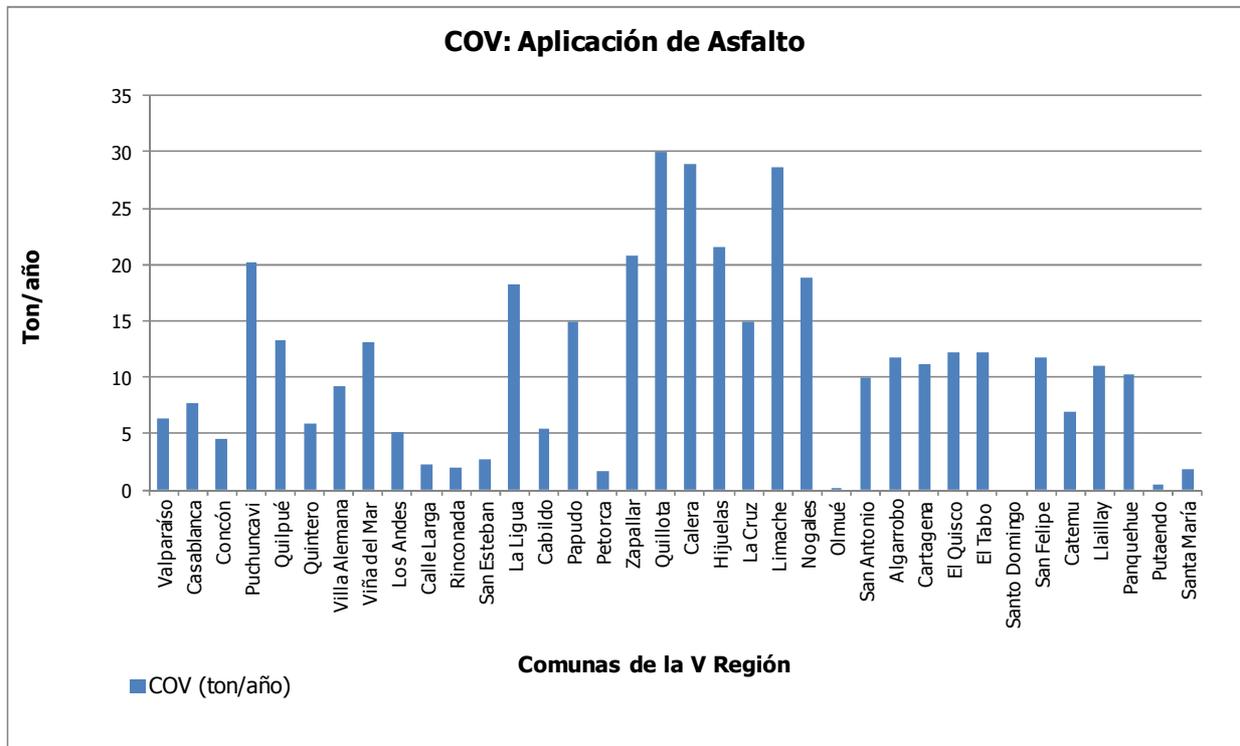


Figura 90. Emisiones de COV provenientes de la aplicación de asfalto (Ton/año) en la zona de estudio.

Fuente: Elaboración propia.

8.2.1.5 Distribución de Combustible.

Metodología para el cálculo de emisiones y factores de emisión.

La distribución de gasolina incluye dos operaciones emisoras de compuestos orgánicos volátiles:

1. Transporte
2. Expendio final

a) Transporte.

El factor de saturación (S) involucrado en el cálculo depende del modo de operación de la carga de los líquidos. En este caso, se utiliza el valor que supone llenado sumergido de estanque dedicado normal, con traspaso de vapores ($S=1$).

La Tabla 13053 muestra los distintos factores de saturación según modo de operación de carga de líquidos.

Tabla 130. Factor de Saturación (S) que depende del modo de llenado de los estanques de camiones

Tipos de transporte	Modo de operación	Factor S
	Llenado sumergido de estanque limpio	0,50
	Llenado sumergido de estanque dedicado normal	0,60
Camiones tanque	Llenado sumergido de estanque dedicado con traspaso de vapores	1,00
o vagones tanque	Llenado por rociado de estanque limpio	1,45
	Llenado por rociado de estanque dedicado con traspaso de vapores	1,45
	Llenado por rociado de estanque con traspaso de vapores	1,00

Fuente: AP-42, EPA 1995.

La Tabla 131 muestra los valores de los parámetros incluidos en la metodología base. Reemplazando los valores se obtiene el factor de emisión actualizado de COV, para el transporte de combustible, Tabla 132.

Tabla 131. Variables para estimar las pérdidas de COV en el transporte de combustible

	Variable	Valor	Unidad
S	Factor de saturación	1	adimensional
P	Presión de vapor real del líquido cargado	9,68	Psig
M	Peso molecular de vapores [lb/Lb mol].	66	lb/lmol
T	Temperatura del líquido cargado °R (= ° F + 460)	540	°R
Eff	Eficiencia de recuperación de vapores.	85.5	%

Fuente: AP-42, EPA

Tabla 132. Factor de Emisión para COV para el transporte de combustibles

	Valor	Unidad
L ₁	2,138	lb/1000 gal de líquido cargado
L ₁	$0,256 \times 10^{-3}$	Ton/m ³ de líquido cargado

b) Expendio Final.

La siguiente tabla muestra un resumen de los factores de emisión asociados al expendio de gasolina.

Tabla 133. Factores de Emisión de COV para las etapas de expendio final de gasolina

ETAPA	Factor de Emisión (mg/l transferido)	Observación
1. Llenado de estanques y camiones	880	Alimentación sumergida¹
	1.380	Llenado por rociado directo ¹
	40	Llenado con traspaso de vapores ¹
2. Respiración de estanques ¹	120	---
3. Llenado de estanques de Vehículos	1.013	Llenado no controlado²
	132	Llenado controlado ¹
4. Derrames ¹	80	---
Factor de Emisión total	2093	mg/l = 10 ⁻⁶ Ton/m ³

1. FUENTE: AP-42, EPA

2. FUENTE: SEC

Niveles de Actividad.

Se asume que las ventas corresponden al combustible distribuido desde las plantas de almacenamiento, el que es transportado y comercializado en las estaciones de servicios localizadas en la Región.

La siguiente Tabla muestra un resumen de las ventas de combustible en la Región para el año 2008.

Tabla 134. Ventas de combustibles (m³/año) en la V Región.

Ventas de Combustibles Año 2008 en la V Región.	
Ventas de combustibles	336.520

Fuente: Informes Estadísticos- SEC.

Calculo de emisiones.

Utilizando las metodologías y los factores de emisión descritos anteriormente se obtienen las siguiente emision.

Tabla 135: Emisiones de COV producto de transporte y expendio de combustibles.

Emisiones (Ton/año)		
Comuna	Trasporte	Expendio
Valparaíso	98,26	175,29
Casablanca	11,99	21,38
Concón	25,78	46,00
Puchuncavi	15,28	27,26
Quilpué	57,66	102,87
Quintero	7,59	13,54
Villa Alemana	25,23	45,02
Viña del Mar	182,43	325,44
Los Andes	33,38	59,55
Calle Larga	5,64	10,06
Rinconada	5,91	10,54
San Esteban	8,37	14,93
La Ligua	15,68	27,97
Cabildo	8,61	15,35
Papudo	4,36	7,79
Petorca	4,14	7,39
Zapallar	25,90	46,21
Quillota	32,16	57,37
Calera	17,88	31,91
Hijuelas	7,97	14,22
La Cruz	10,09	18,00
Limache	18,75	33,44
Nogales	9,60	17,13
Olmué	8,44	15,05
San Antonio	30,09	53,68
Algarrobo	18,19	32,44
Cartagena	6,20	11,06
El Quisco	7,82	13,95
El Tabo	7,17	12,79
Santo Domingo	16,47	29,39
San Felipe	34,51	61,57
Catemu	4,97	8,87
Llaillay	7,36	13,13
Panquehue	3,56	6,35
Putendo	4,87	8,68
Santa María	6,25	11,15
Total	788,56	1.406,77

Fuente: Elaboracion propia.

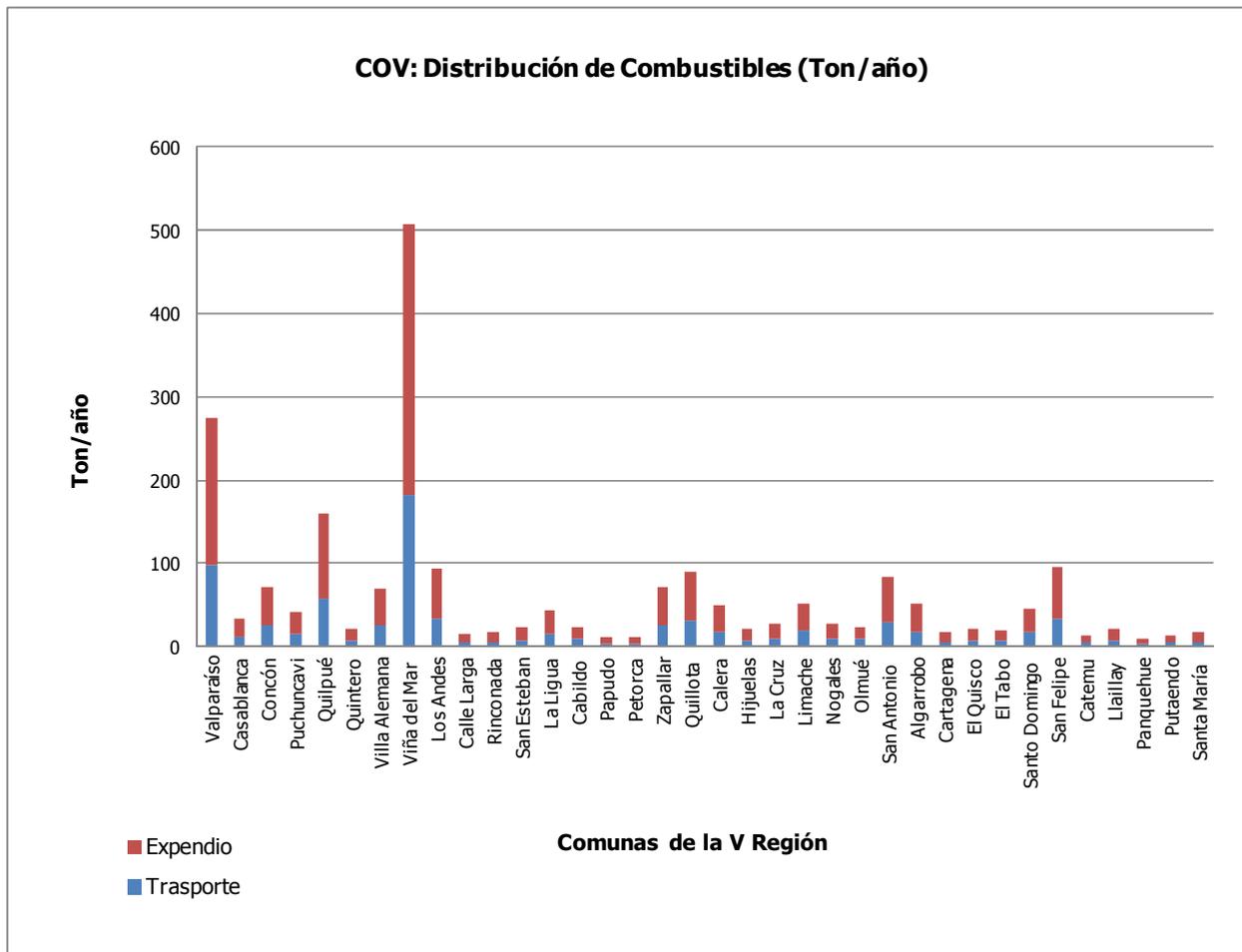


Figura 91: Emisiones de COV producto de transporte y expendio de combustibles en la V Región.

8.2.1.6 Recubrimiento industrial de Superficie.

Factor de Emisión.

Los factores de emisión a utilizar para el cálculo de emisiones asociadas a la aplicación de pintura arquitectónica, son los propuestos por la Agencia Ambiental de California, los que se muestran en la tabla siguiente.

Tabla 136. Factores de Emisión para Pinturas

Producto	FE [Kg/m ³]	FE [kg/Ton]
Pintura base agua	52,50	52,50 ^a

Pintura base solvente	343,62	343,62 ^a
Adelgazante	766,90	995,97 ^b

a: se utilizó una densidad promedio de 1 kg/lit

b: se utilizó una densidad de 0.77 kg/lit. Este valor corresponde

Nivel de actividad

Ver descripción de niveles de actividad para pintado arquitectónico residencial.

Tabla 137: Consumo de pintura arquitectónica año 2008 en la V Región.

	Consumo V Region (Ton/año)
Pint. Base Solvente	3.699,081
Pint. Base Agua	297,576
Diluyente	443,890
TOTAL	4.440,547

Fuente: INE.

Calculo de Emision.

Tabla 138: Emisiones de COV producto del Recubrimiento Industrial de Superficie.

Comunas	Emisiones COV (ton/año)		
	Base Agua	Base Solvente	Diluyente
Valparaíso	2,50	203,39	70,74
Casablanca	0,25	20,57	7,15
Concón	0,47	38,02	13,22
Puchuncaví	0,14	11,43	3,97
Quilpué	1,39	112,98	39,30
Quintero	0,23	18,28	6,36
Villa Alemana	1,11	90,45	31,46
Viña del Mar	2,66	216,33	75,24
Los Andes	0,65	52,94	18,41
Calle Larga	0,10	8,16	2,84
Rinconada	0,07	5,71	1,99
San Esteban	0,15	12,41	4,32
La Ligua	0,33	27,19	9,46
Cabildo	0,19	15,26	5,31
Papudo	0,05	3,96	1,38
Petorca	0,09	7,22	2,51
Zapallar	0,06	5,03	1,75

Quillota	0,78	63,14	21,96
Calera	0,49	39,92	13,89
Hijuelas	0,17	13,54	4,71
La Cruz	0,14	11,24	3,91
Limache	0,40	32,63	11,35
Nogales	0,23	18,56	6,46
Olmué	0,14	11,59	4,03
San Antonio	0,88	71,57	24,89
Algarrobo	0,11	8,70	3,03
Cartagena	0,21	16,77	5,83
El Quisco	0,12	10,01	3,48
El Tabo	0,09	7,46	2,59
Santo Domingo	0,08	6,41	2,23
San Felipe	0,68	55,09	19,16
Catemu	0,12	9,70	3,37
Llailay	0,21	17,23	5,99
Panquehue	0,07	5,41	1,88
Putendo	0,15	12,28	4,27
Santa María	0,13	10,52	3,66
Total	15,63	1.271,08	442,10

Fuente: Elaboracion Propia.

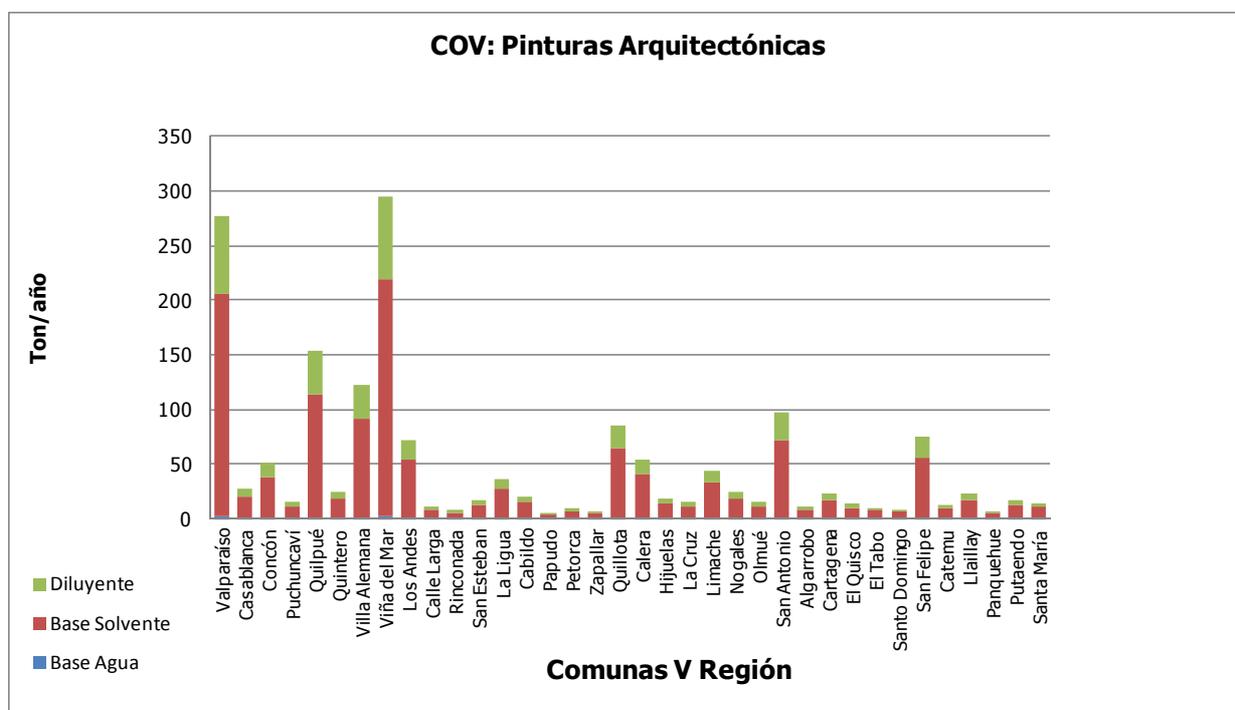


Figura 92: Emisiones de COV producto del Recubrimiento Industrial de Superficie.

Fuente: Elaboracion Propia.

8.2.1.7 Fugas Comerciales de GLP.

Factor de Emision

Ver la sección fugas residenciales de GLP.

Nivel de Actividad.

Ver la sección fugas residenciales de GLP.

Tabla 139: Consumos de GLP en la V Region año2008

Comuna	Consumo (ton/año) Residencial (1)	Consumo (ton/año) Industrial (2)	Consumo (ton/año) Comercial
VALPARAÍSO	11.805,23	5.160,58	5.140,80
CASABLANCA	1.193,70	521,82	483,59
CONCÓN	2.206,56	964,59	92.318,93
PUCHUNCAVÍ	663,20	289,91	1.595,82
QUILPUÉ	6.557,53	2.866,59	2.865,01
QUINTERO	1.060,78	463,71	0,00
VILLA ALEMANA	5.249,85	2.294,94	2.276,37
VIÑA DEL MAR	12.556,00	5.488,78	5.483,98
LOS ANDES	3.072,79	1.343,25	0,00
CALLE LARGA	473,46	206,97	0,00
RINCONADA	331,56	144,94	0,00
SAN ESTEBAN	720,24	314,85	0,00
LA LIGUA	1.578,08	689,85	0,00
CABILDO	885,84	387,24	0,00

PAPUDO	229,87	100,49	0,00
PETORCA	419,18	183,24	0,00
ZAPALLAR	291,81	127,56	0,00
QUILLOTA	3.664,76	1.602,03	0,00
CALERA	2.317,28	1.012,99	789,12
HIJUELAS	785,88	343,54	0,00
LA CRUZ	652,27	285,14	0,00
LIMACHE	1.894,10	828,00	0,00
NOGALES	1.077,21	470,90	6.579,66
OLMUÉ	672,83	294,13	0,00
SAN ANTONIO	4.154,09	1.815,94	0,00
ALGARROBO	504,82	220,68	0,00
CARTAGENA	973,29	425,47	0,00
EL QUISCO	580,78	253,89	0,00
EL TABO	432,68	189,15	0,00
SANTO DOMINGO	372,25	162,73	0,00
SAN FELIPE	3.197,36	1.397,71	1.380,72
CATEMU	562,8	246,10	0,00
LLAILLAY	1.000,18	437,22	0,00
PANQUEHUE	314,14	137,32	195,91
PUTAENDO	712,45	311,44	0,00
SANTA MARÍA	610,81	267,01	0,00
Total Zona de Estudio	74.010,40	32.353,20	119.109,70

Calculo de Emisiones

Tabla 140: Emisiones de COV producto de fugas de GLP Comercial año 2008.

Comuna	Emisiones de COV producto de fugas de GLP Comercial
VALPARAÍSO	82,24928
CASABLANCA	7,737408
CONCÓN	1.477,102894
PUCHUNCAVÍ	25,53318784
QUILPUÉ	45,84022387
QUINTERO	0
VILLA ALEMANA	36,421888
VIÑA DEL MAR	87,74368

LOS ANDES	0
CALLE LARGA	0
RINCONADA	0
SAN ESTEBAN	0
LA LIGUA	0
CABILDO	0
PAPUDO	0
PETORCA	0
ZAPALLAR	0
QUILLOTA	0
CALERA	12,6259264
HIJUELAS	0
LA CRUZ	0
LIMACHE	0
NOGALES	105,274624
OLMUÉ	0
SAN ANTONIO	0
ALGARROBO	0
CARTAGENA	0
EL QUISCO	0
EL TABO	0
SANTO DOMINGO	0
SAN FELIPE	22,091488
CATEMU	0
LLAILLAY	0
PANQUEHUE	3,13462976
PUTAENDO	0
SANTA MARÍA	0
Total Zona de Estudio	1.905,76

Fuente: Elaboracion propia.

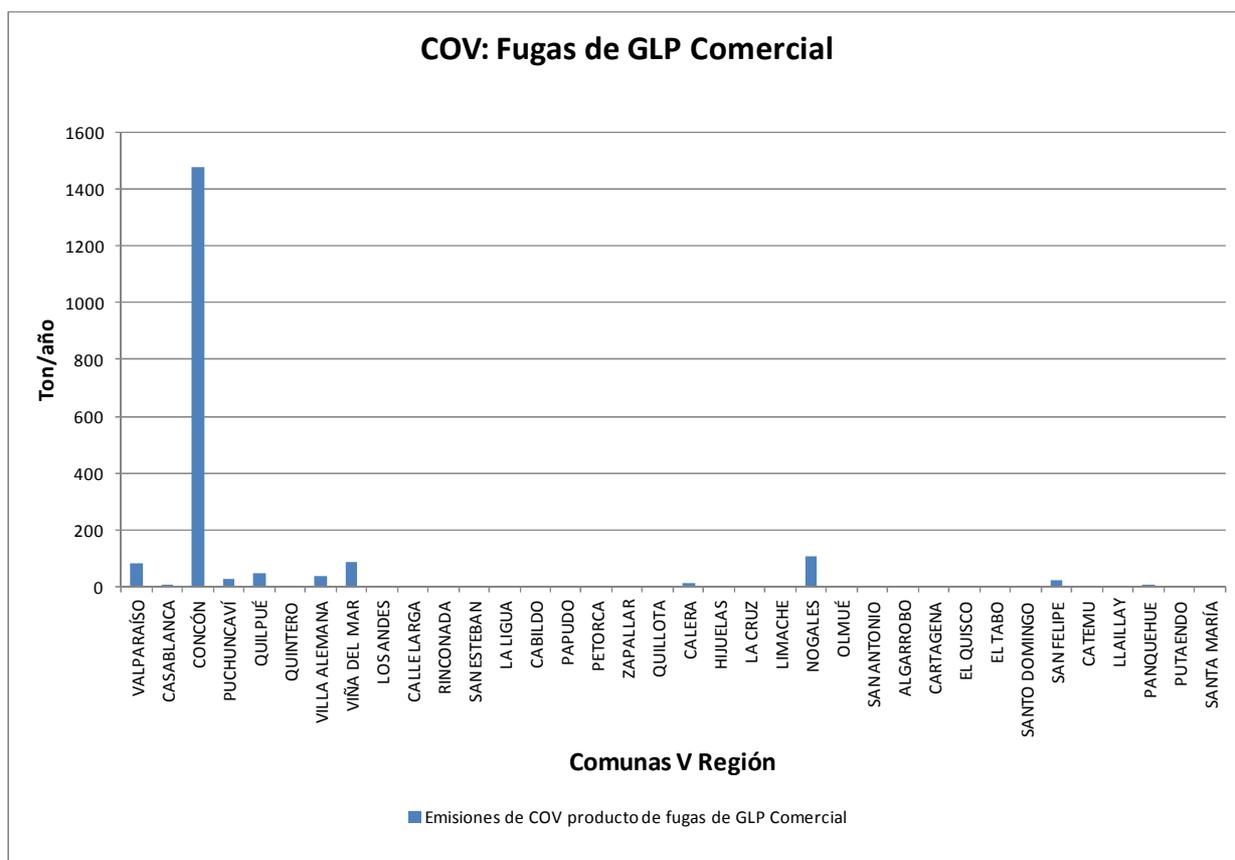


Figura 93: Emisiones de COV producto de fugas de GLP Comercial año 2008.

Fuente: Elaboración Propia

8.2.2 Combustión Comercial

8.2.2.1 Panaderías

Las emisiones de las panaderías que se encuentran operando en la Quinta Región, dependen del tipo de combustible empleado en los hornos de cocción, en este tipo de fuentes son relevantes especialmente las panaderías que utilizan leña como combustible, las que son muy comunes en toda la Región debido a la inexistencia de una regulación al respecto.

Metodología

La metodología de estimación de emisiones provenientes de la operación de las panaderías se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$E = C * FE$$

Ecuación 13

Donde,

E : emisiones anuales de Panaderías [ton/año]

C : consumo de combustible anual [ton/año]

FE : factor de emisión de por tipo de contaminante y combustible [ton/ton]

Los factores a utilizar en las estimaciones de emisiones de las panaderías corresponden a los disponibles en la "Guía metodológica para la estimación de emisiones atmosféricas de fuentes fijas y móviles en el registro de emisiones y transferencia de contaminantes", para calderas ya que no hay factores disponibles específicos para hornos de panaderías.

Niveles de actividad

La recopilación de información de operación de las panaderías se realiza a partir de la base de datos de este tipo de fuentes generada por la Secretaría Regional Ministerial de Salud, la que fue completada con la encuesta en terreno de las fuentes, incluyendo los establecimientos de interés, sus respectivas direcciones y las razones sociales. Por medio de la herramienta de internet google maps, se identificó la ubicación de las distintas direcciones, agrupándolas por sectores. Posteriormente, se generaron rutas de visita hacia los distintos sectores del Gran Valparaíso y los otros lugares de la región.

Calculo de emisiones

Las siguientes tablas indican la cantidad y las emisiones estimadas para las panaderías catastradas a la fecha.

Tabla 141. Cantidad de panaderías catastradas por comuna.

Comuna	Cantidad	Comuna	Cantidad
PUCHUNCAVI	1	PETORCA	2
QUINTERO	8	SAN ANTONIO	11
CATEMU	3	HIJUELAS	2
CON CON	7	PAPUDO	6
VALPARAISO	55	LA CRUZ	1
LA LIGUA	12	PANQUEHUE	2
LA CALERA	6	VIÑA DEL MAR	63
QUILLOTA	9	LA LAGUNA	1
QUILPUE	10	OLMUE	3
LOS ANDES	28	LLAY LLAY	4
CASABLANCA	4	LOS MOLLES	4
LIMACHE	7	PICHICUY	1

SAN FELIPE	9	PULLALLY	1
VILLA ALEMANA	8	CATAPILCO	2
ZAPALLAR	3	MAITENCILLO	1
PUTAENDO	4	HORCON	1
NOGALES	2	VENTANAS	1
CABILDO	3		
Total general	285		

Fuente: Elaboracion propia.

Tabla 142. Emisiones depanaderías por tipo de combustible 2008 (ton/año).

Combustible	PTS	MP ₁₀	MP _{2,5}	CO	NOx	COV	SOx
GAS	0,10	0,10	0,10	0,60	3,49	0,06	0,01
GAS NATURAL	0,01	0,01	0,01	0,10	0,12	0,01	0,01
LEÑA	18,69	17,00	14,64	39,72	4,38	0,64	0,22
PETROLEO Nº2	0,07	0,04	0,06	0,26	1,05	0,02	1,57
Total general	18,88	17,16	14,81	40,68	9,05	0,73	1,81

Fuente: Elaboracion propia.

8.3 Otras Fuentes

8.3.1 Disposición de Residuos

8.3.1.1 Emisiones provenientes de rellenos sanitarios.

Metodología de cálculo de emisiones y factores de emisión

Emisión de gases.

La metodología de estimación de emisiones utilizada es la del modelo US EPA:

$$Q_{CH_4} = L_o R (e^{-kc} - e^{-kt})$$

Ecuación 14

Donde:

Q_{CH_4} = Tasa de generación de metano en el tiempo t, m³/año.

L_o = Potencial de generación de metano m³ CH₄/Mg.

R = Tasa de deposito durante el la vida activa de relleno.

e = Base de logaritmo natural.

k = Constante de la tasa de generación de metano.

c = Tiempo transcurrido desde que cierre del relleno, en años (c=0 si aún esta activo).

t = Tiempo desde que comenzó a funcionar el relleno, en años.

$L_o = 100$ m³/Ton según recomendación EPA para la mayoría de los rellenos sanitarios.

Tabla 143. Valores para k.

Lluvia mm/año	Valor k
< 635	0.02
> 635	0.04

Fuente: AP42, EPA

Cuando la emisión de gas se estabiliza, éste se compone aproximadamente en un 40% de CO₂, 55% de CH₄ y un 5% de N y otros gases.

Se deberán considerar las medidas de control de emisión de gases, si existen, en cada relleno sanitario al momento de calcular emisiones de gas.

Finalmente, la emisión de un contaminante *p* para un año, puede ser estimada mediante la siguiente ecuación:

$$UM_p = Q_p * \left[\frac{MW_p * 1atm}{8.205 \times 10^{-5} (m^3 atm / gmol^\circ K)(1000g / kg)(273 + T^\circ K)} \right] \text{Ecuación 15}$$

Donde:

UM_p : Masa emitida del contaminante p en kg/año.

MW_p : Peso molecular de p en g/gmol.

Q_p : Tasa de emisión de p.

T : Temperatura del gas en °C.

Control de emisiones:

Las emisiones de gases normalmente son controladas mediante la instalación de tuberías captadoras, que conducen el gas a sistemas de combustión internas, llamas o turbinas. Los sistemas de control no son eficaces en un cien por ciento, por lo tanto, se debe calcular la eficiencia de estos. Se utilizará la metodología EPA que se describe a continuación para este cálculo:

$$CM_p = \left[UM_p * \left(1 - \frac{\eta_{col}}{100} \right) \right] + \left[UM_p * \frac{\eta_{col}}{100} * \left(1 - \frac{\eta_{cnt}}{100} \right) \right] \text{Ecuación 16}$$

Donde:

CM_p : Masa controlada de contaminante p emitido, kg/año.

UM_p : Masa de contaminante p emitida, kg/año.

η_{col} : Eficiencia de sistema de recolección de gas del vertedero, en porcentaje.

η_{cnt} : Eficiencia del sistema de utilización del contaminante, en porcentaje.

Debido a que no se dispone de información respecto de los sistemas de quema de gas, se consideraron los siguientes criterios recomendados por EPA para rellenos sanitarios: se asume una eficiencia promedio de captación de biogás del 30%, con un contenido promedio del 55% de metano (CH₄) y con una eficiencia de combustión del 98% del gas

captado en la antorcha. Para el relleno Coligues La Yesca se consideró un 18% de captación de biogás, según información entregada por el relleno sanitario.

Tabla 144. Factores de Emisión para Combustión del Biogás en Llama como Mecanismo de Control

Contaminante	Factores (kg/10 ⁶ m ³ de CH ₄)
NO ₂	650
CO	12000
Material Particulado (MP10)	270

Fuente: Tabla 2.4-4 "Municipal Solid Waste Landfills" de Compilation of Air Pollutant Emission Factors (AP-42).

Niveles de actividad.

Los niveles de actividad necesarios para la estimación de emisiones son: cantidad de residuos dispuestos en cada relleno sanitario desde su inicio de actividades, vida útil, existencia de sistemas de abatimiento de emisiones, tipo de maquinaria, cantidad y tiempo de funcionamiento, además del modelo de cada una de ellas. También se necesita la frecuencia de camiones que transportan los residuos y el tramo recorrido desde la entrada del terreno del relleno hasta llegar al lugar de disposición.

Tabla 145: Antecedentes de rellenos sanitarios aprobados en la V Región.

Región	Comuna	Tipología del proyecto	Provincia	Sector	Nombre	Titular	Superficie	Capacidad Volumétrica	densidad de los residuos	Vida Útil	tasa de disposición de residuos	Manejo de Biogás	Quema de Gas	Fecha de inicio	Fecha de término
5	San Felipe	o5.- Plantas de tratamiento y/o disposición de residuos sólidos de origen domiciliario, rellenos sanitarios y estaciones de transferencia que atiendan a una población igual o mayor a 5000 habitantes	San Felipe de Aconcagua	Cerro La Hormiga, Reserva Cora Nº4 de Quilpué; específicamente en la Parcela Nº1	CENTRO DE TRATAMIENTO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS LA HORMIGA	Señor Rene Lizama Sepúlveda en representación de Servicios GEA Ltda.	186.460m2	3.603.208 m3	0,8 ton/m3 una vez compactada	20 años	9.000 ton/me	Sistema de ventilación pasiva	No	2008	2028
5	Valparaíso	o5.- Plantas de tratamiento y/o disposición de residuos sólidos de origen domiciliario, rellenos sanitarios y estaciones de transferencia que atiendan a una población igual o mayor a 5000 habitantes	Valparaíso	Sector denominado Quebrada Verde, Cerro Colorado, sector Camino La Pólvora	Centro de Tratamiento y Disposición Final para Residuos Domiciliarios, Residuos Sólidos Asimilables a Domiciliarios, Relleno Sanitario El Molle	Gestión Integral de Residuos S.A	86,10 ha	4.000.000 m3	0,7 a 0,8 ton/m3 compactada	18 años	00 toneladas/a	red de pozos de vertido, trincheras y chimeneas	No	2006	2024
5	Ligua	o5.- Plantas de tratamiento y/o disposición de residuos sólidos de origen domiciliario, rellenos sanitarios y estaciones de transferencia que atiendan a una población igual o mayor a 5000 habitantes	Petorca	Provincia de Petorca, Comuna de la Ligua, a la altura del Kilómetro 165,91 de la Ruta 5 Norte, entre las coordenadas UTM 6.414.930m a 6.6.417.700 m Norte y 274.250m a 276.830 m	Relleno Sanitario	Guindos S.A representante legal Sr. Francisco Francisco Zilleruelo H.	364 ha	5.000.000 m3	0,8 ton/m3 una vez compactada	20 años	00 toneladas/a	de ventilación	No	2003	2023

Fuente: Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

Calculo de emisiones.

Mediante la metodología y factores descritos de obtuvieron las emisiones para las comunas donde se encuentra ubicado el relleno sanitario.

Tabla 146: Emisiones de CH4 y CO2 producto de rellenos sanitarios ubicados en la V Región.

Emisión (Ton/año)		
	CH4	CO2
Valparaíso	1.408,66	2.810,39
San Felipe	143,69	286,68
Ligua	547,06	1.091,42
Total	2.099,40	4.188,49

Fuente: Elaboración propia.

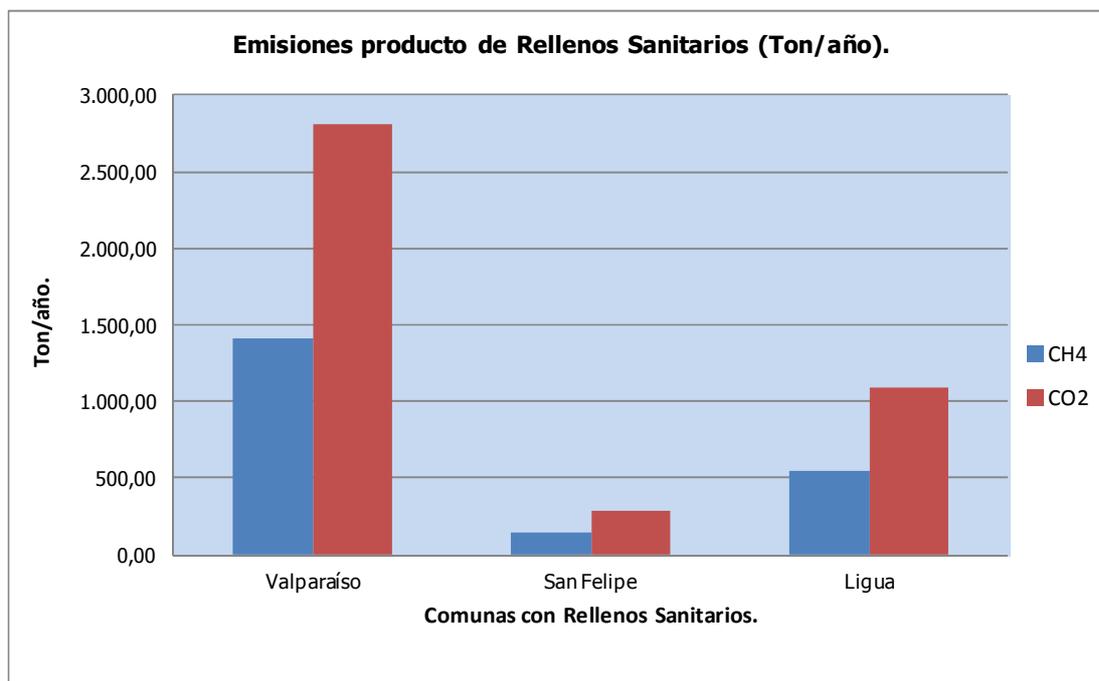


Figura 94: Emisiones producto de Rellenos Sanitarios.

Fuente: Elaboración Propia

Emisión de vehículos dentro del relleno sanitario

Factores de emisión

Se utilizaron los mismos factores de emisión descritos en fuentes móviles.

Nivel de Actividad

Se consideraron las emisiones provenientes de tubo de escape, así como también las emisiones de polvo resuspendido por el paso de los camiones.

Los antecedentes necesarios para el cálculo son el tipo de maquinaria, modelo, potencia, horas de uso, números de camiones días y distancia recorrida en kilometro, los cuales fueron obtenidos del Sistema de evaluación de impacto ambiental y de información entregada por los distintos rellenos sanitarios de la Región.

Tabla 147: Antecedentes de los Rellenos Sanitarios ubicados en las Comunas de la V Región.

Comuna	Maquinaria				Camiones	
	Tipo de Maquinaria	Modelo	Potencia (Hp)	Horas uso (año)	Nº camiones día	Distancia recorrida (Km)
Valparaiso	Bulldozer,	Komatsu D-155	150	3000	150	4.1
	cargador sobre neumaticos	Caterpillar 924F	75	960		
	cargador sobre oruga	D-75 S5	200	2400		
	retroexcavadora	214 E	150	1800		
	Excavadora,	EL 200B	80	1200		
	Compactador de residuo	BC 671 RB	750	2400		
	Motiveladora	730 A	175	1200		
	Vibrocompactador de suelo	BW 124	50	600		
San Felipe	Bulldozer	Caterpillar D6R	165	1980	110	3.8
	Bulldozer	Case 850	80	960		
	Excavadora	EL 200B	80	960		
	Compactador de residuo	BC 671 RB	350	4200		
	Motiveladora	730 A	195	2340		
	Vibrocompactador de suelo	BW 124	44	528		
La Ligua	Bulldozer	Caterpillar D6R	165	1560	24	0.8
	Bulldozer	Case 850	80	960		
	Retroexcavadora	-	170	600		

Fuente: Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental y los Rellenos Sanitarios.

Calculos de Emisiones.

A través de las metodologías y factores descritos anteriormente se obtuvieron las siguientes emisiones producto vehículos que transitan al interior de los rellenos sanitarios de la V Región.

Tabla 148: Emisiones producto de vehículos que transitan al interior de los Rellenos Sanitarios ubicados en la V Región.

	MAQUINARIA	CAMIONES TUBO DE ESCAPE	POLVO RESUSPENDIDO	TOTAL MOVILES	RELLENO	TOTAL
HC	0,99	0,46		1,45	0,00	1,45
CO	4,58	3,06		7,64	0,00	7,64
NOx	15,40	0,77		16,17	0,00	16,17
PM	1,06	0,83		1,89	0,00	1,89
Consumo Combustible						
Consumo Combustible	293,98		293,98	0,00	293,98	
Km Recorridos						
Km Recorridos	768.106,00		768.106,00	0,00	768.106,00	
Ammonia	0,00		0,00	0,00	0,00	
Metano	0,13		0,13	0,00	0,13	
SOx	0,03		0,03	0,00	0,03	
Oxido Nitroso	0,02		0,02	0,00	0,02	
CO2	921,43		921,43	0,00	921,43	
Pm10						
Pm10			310,29	310,29	0,00	310,29
Pm2.5						
Pm2.5			29,92	29,92	0,00	29,92

Fuente: Elaboración propia.

9.3.1.2 Emisiones provenientes de Plantas de Tratamiento.

Metodología para el cálculo de emisiones y Factores de emisión.

Los factores de emisión utilizados son los proporcionados por el estudio "DeveloMPent of the Ammonia Emission Inventory for the Southern California Air Quality Study", desarrollado por RADIANT, en Septiembre de 1991 y por "DeveloMPent and Selection of Ammonia Emission Factors Final Report", desarrollado por la EPA en Agosto de 1994.

Tabla 149: Factores de emisión Plantas de Tratamiento.

FACTORES DE EMISION	
PLANTAS DE TRATAMIENTO ²²	Plantas de Tratamiento 3,33 Mg de NH ₃ /lt

Nivel de Actividad.

En este caso la información de cantidad de agua tratada proviene de la SISS.

²²Supuesto de que en promedio una persona utiliza 11.42 lts/hr de agua. Ref. (SISS)

Calculo de Emisiones.

Tabla 150: Emisiones de NH3 (Ton/año) producto de Plantas de Tratamiento.

Empresa	Ubicación	Emisiones anuales de NH3	Unidad 4
EsvaI	Algarrobo	4,13	Ton/año
	Placilla	8,41	Ton/año
	Puchuncavi	0,79	Ton/año
	Putando	0,90	Ton/año
	San Esteban	0,80	Ton/año
	Santa María	0,89	Ton/año
	Concón	5,59	Ton/año
	Higuerillas	2,22	Ton/año
	La Ligua	3,28	Ton/año
	Los andes	15,34	Ton/año
	San Felipe	20,69	Ton/año
	Cabildo	1,92	Ton/año
	Quillota	50,2	Ton/año
	El tabo	4,02	Ton/año
	Cachagua	0,39	Ton/año
	Laguna	0,23	Ton/año
	Papudo	1,27	Ton/año
	Zapallar	0,43	Ton/año
	Quintero	5,75	Ton/año
	Curimon	0,19	Ton/año
	Rinconada	0,66	Ton/año
	Cartagena	16,19	Ton/año
	Casablanca	3,34	Ton/año
	Catemu	3,42	Ton/año
	Llay Llay	4,82	Ton/año
	Loma Larga	4,77	Ton/año
Nogales	145,58	Ton/año	
Petorca	0,28	Ton/año	
Coopagua	santo Domingo	1,06	Ton/año
	Santa maría	0,22	Ton/año
Total		307,8	Ton/año

Fuente: Elaboración propia.

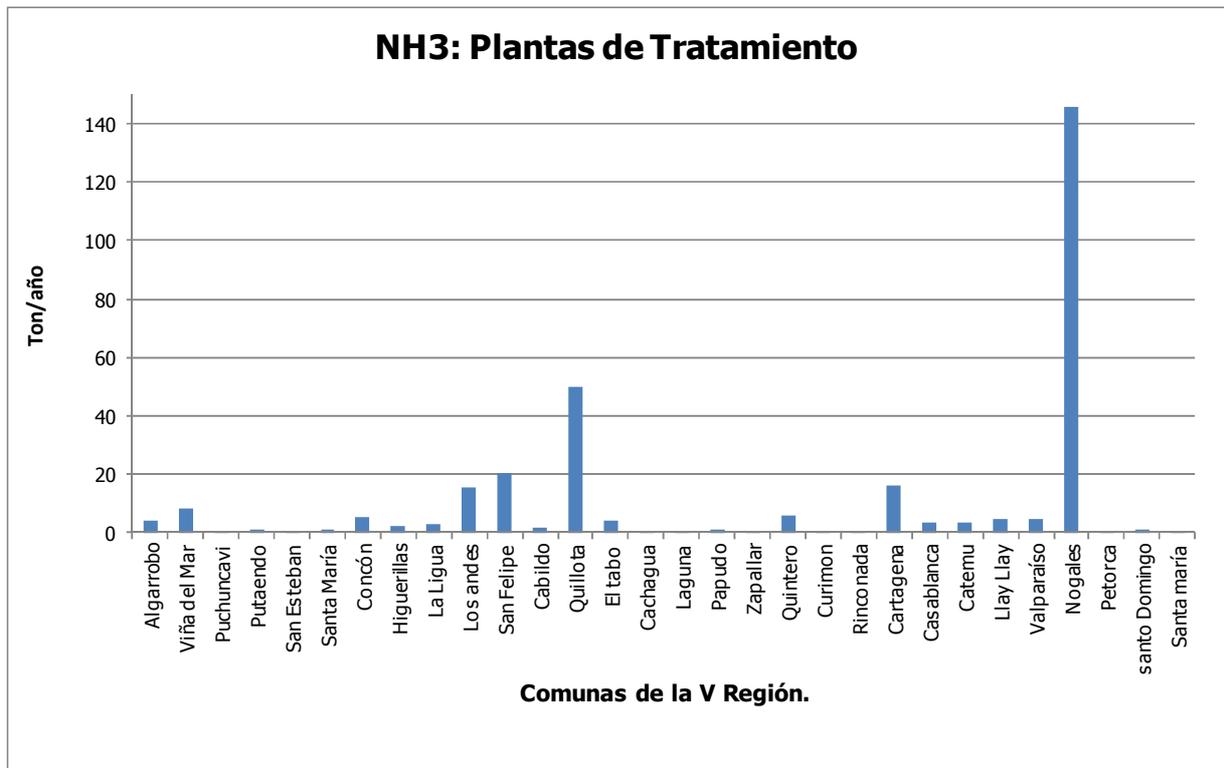


Figura 95: Emisiones anuales de NH3 (ton/año) producto de plantas de tratamiento de aguas servidas.

Fuente: Elaboración propia.

8.3.2 Quemadas.

8.3.2.1 Quemadas Agrícolas.

Los factores de emisión se encuentran en libras de contaminante por toneladas de cultivo o especie quemada. Como se observa en la siguiente tabla, los factores vienen dados por tipo de cultivo, por lo tanto, y como ya se ha mencionado, para poder aplicar esta metodología, es necesario contar con información de las hectáreas quemadas por tipo de cultivo.

La siguiente tabla indica los factores de emisión por tipo de cultivo que deben ser utilizados para la estimación de emisiones.

Tabla 151: Factores de emisión para quemadas agrícolas por tipo de cultivo..

Cultivo	Factores de Emisión (lbs/Ton)						Factor de Carga (Ton/ha)
	PM10	PM2,5	NOx	SO2	COV	CO	
Trigo	10,60	10,10	4,30	0,90	7,60	123,60	4,8
Avena	20,70	19,70	4,50	0,60	10,30	136,00	4,0
Cebada	14,30	13,80	5,10	0,10	15,00	183,70	4,3
Maíz	11,40	10,90	3,30	0,40	6,60	70,90	10,5

Fuente: Attachment B - Waste Burn Emission Factors, Section 7.17 Agricultural Burning and Other Burning Methodology, CARB.

La metodología indica la utilización de factores de carga por hectárea, que en caso de las quemadas agrícolas se componen de los rastrojos resultantes de la cosecha de los cultivos. Debido a que la producción de los distintos cultivos varía dependiendo de la región en la que se desarrollen, y no se posee información específica de producción de rastrojos para cada región del país, se deben considerar los factores de carga por defecto que se presentan en la tabla 80, en la columna "Factor de Carga".

Niveles de Actividad.

Los niveles de actividad requeridos para la aplicación metodológica, son la cantidad de hectáreas quemadas por tipo de cultivo. CONAF ha indicado que las hectáreas reportadas dentro de sus registros de quemadas agrícolas legales e ilegales son inferiores a lo que ellos estiman que deberían ser. Esta situación se podría deber a que no todo lo que se quema se registra. Es por esta razón que se plantea utilizar las hectáreas por tipo de cultivos registradas dentro del Censo Agropecuario del INE y a esas hectáreas aplicarle un factor de reducción por reutilización de los rastrojos. CONAF de la VI región indicó en estudio efectuado para CONAMA-DICTUC²³ en el año 2007, que a las hectáreas

²³Estudio Diagnóstico Plan De Gestión Calidad Del Aire VI Región", desarrollado por DICTUC para CONAMA, 2007.

reportadas en el Censo se le debería aplicar alrededor de un 15% de reducción por reutilización de rastrojos provenientes de los cultivos, es decir, que no todos los rastrojos agrícolas son quemados sino que queda un porcentaje que es reutilizado para otros fines. Al respecto, CONAF VII indicó utilizar 10% de reducción. Para las estimaciones de emisiones a nivel se considerará utilizar un valor de 10% de reducción respecto a los valores reportados de hectáreas de cultivos agrícolas dentro del Censo Agropecuario del INE.

Los tipos de cultivo, reportados en el Censo Agropecuario, que deben ser considerados son: trigo, avena, maíz y cebada, debido a que son los principales cultivos agrícolas nacionales, representando casi el 90% de la superficie cultivada a nivel nacional de cultivos anuales esenciales²⁴. Estos tipos de cultivo se encuentran dentro de la clasificación de cereales.

La siguiente tabla entrega las superficies por tipo de cultivo en las comunas del área de estudio.

Tabla 152: Superficie por tipo de cultivo (ha).

Superficie Sembrada por tipo de cultivo				
Comuna	Superficie HA			
	AVENA	CEBADA	TRIGO	MAIZ
Valparaíso	0	0	0	0
Casa Blanca	0	0,6	0	6,7
Concón	0	0	0	0
Puchuncavi	0	5,5	0	3,50
Quilpué	0	0	0	2,5
Quintero	0	0	0	0
Viña del Mar	0	0	0	0
Isla de Pascua	0	0	0	0
Los Andes	0	0	6,1	52,1
Calle Larga	0	0	35,20	97,4
Rinconada	0	0	0	71,1
San Esteban	0	0	28,1	18,6
Petorca	0	2,8	4,8	23,5
La ligua	0	10,1	69,00	2,5
Cabildo	0	2,3	11,5	48,2
Papudo	0	9,4	6	0
Zapallar	0	0	0	3
Quillota	0	0	0	0
Calera	0	0	0	0
Hijuelas	0	1,8	0	2,5

²⁴Agropecuarias 2006-2007, Informe anual INE

La Cruz	0	0	0	0
Limache	0	0	0	0
Nogales	0	25,6	0	25,8
Olmué	0	0	0	3,6
San Antonio	0	0	0	12
Algarrobo	0	0	122,50	0
Cartagena	147	0	0	0
El Quisco	0	0	0	0
El Tabo	0	0	0	0
Santo Domingo	255	66,5	1.466,40	71,7
San Felipe	0	3,2	0	117,4
Catemu	0	0	0	17,3
Llay Llay	0	7,1	0	19,6
Panquehue	0	0	0	445,4
Putendo	0	35,4	19,20	56,10
	0	0	0	26,2
Total V Región	402	1.70,3	1.768,8	1.126,7
			3.467,8	

Fuente: Elaboración Propia.

Cálculo de Emisión

La siguiente tabla entrega las estimaciones de emisiones producto de quemas agrícolas en la zona de estudio.

Tabla 153: Emisiones por quemas agrícolas en el área de estudio (Ton/año).

Emisiones Totales (Ton/Año)						
Comuna	PM10	PM2,5	NOx	SO2	VOC	CO
Valparaíso	0	0	0	0	0	0
Casa Blanca	0,33	0,31	0,10	0,01	0,20	2,12
Concón	0	0	0	0	0	0
Puchuncaví	0,30	0,28	0,09	0,01	0,23	2,72
Quilpué	0,11	0,11	0,03	0,00	0,07	0,71
Quintero	0	0	0	0	0	0
Viña del Mar	0	0	0	0	0	0
Los Andes	2,61	2,50	0,77	0,10	1,53	16,91
Calle Larga	5,37	5,14	1,64	0,22	3,21	37,30
Rinconada	3,40	3,25	0,98	0,12	1,97	21,14
San Esteban	1,46	1,39	0,49	0,08	0,92	12,15

Petorca	1,28	1,23	0,39	0,05	0,79	8,94
La ligua	1,76	1,68	0,22	0,12	1,33	20,23
Cabildo	2,59	2,48	0,78	0,10	1,56	17,72
Papudo	0,35	0,34	0,13	0,01	0,33	4,34
Zapallar	0,14	0,13	0,04	0,00	0,08	0,86
Quillota	0	0	0	0	0	0
Calera	0	0	0	0	0	0
Hijuelas	0,16	0,15	0,05	0,00	0,11	1,25
La Cruz	0	0	0	0	0	0
Limache	0	0	0	0	0	0
Nogales	1,86	1,78	0,58	0,05	1,37	15,71
Olmué	0,17	0,16	0,05	0,01	0,10	1,04
San Antonio	0,57	0,54	0,16	0,02	0,33	3,54
Algarrobo	2,49	2,37	1,01	0,21	1,79	29,05
Cartagena	4,87	4,63	1,06	1,06	2,42	31,97
El Quisco	0	0	0	0	0	0
El Tabo	0	0	0	0	0	0
Santo Domingo	43,35	41,32	15,52	4,50	29,29	445,74
San Felipe	5,67	5,42	1,65	0,20	3,31	35,62
Catemu	0,82	0,79	0,24	0,03	0,48	5,12
Llay Llay	1,11	1,06	0,33	0,03	0,72	8,02
Panquehue	21,32	20,39	6,17	0,75	12,34	132,60
Putendo	3,94	3,77	1,24	0,13	2,74	32,36
Santa María	1,25	1,19	0,36	0,04	0,72	7,77
Total V Región	107,26	102,42	34,07	7,87	67,93	894,95

Fuente: Elaboración propia.

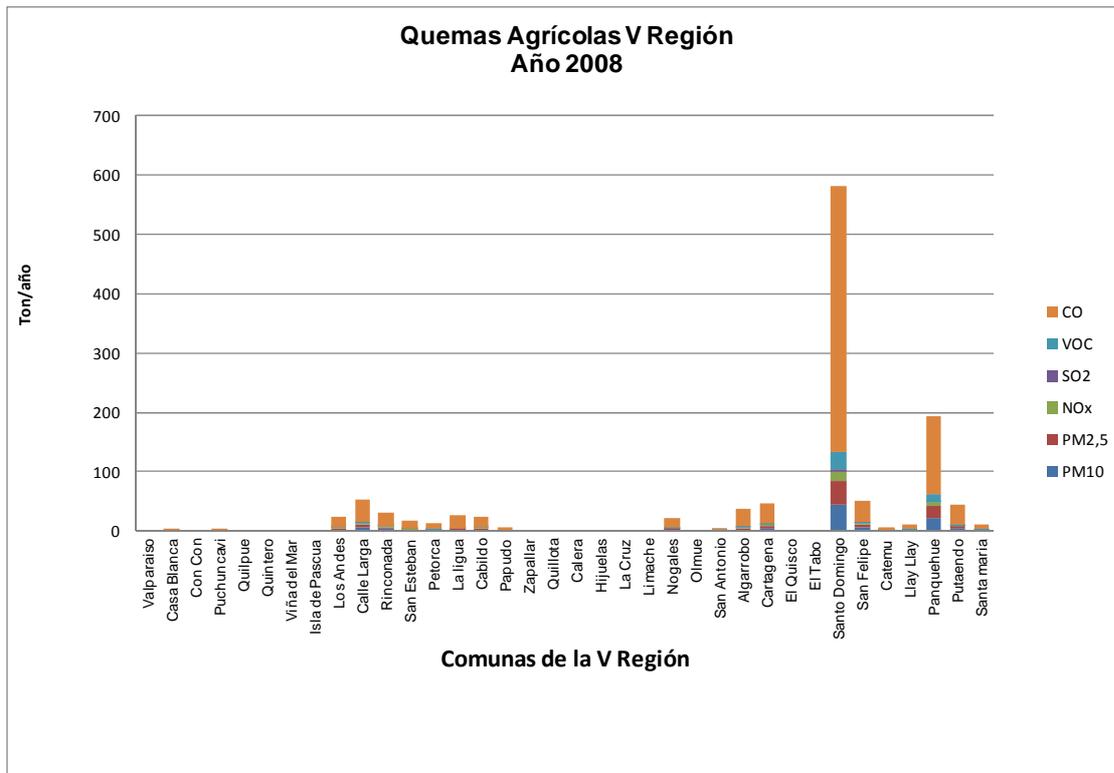


Figura 96: Emisiones por quemas agrícolas en la V Región (Ton/año).

Fuente: Elaboración Propia.

8.3.2.2 Incendios Forestales.

Factores de emisión.

Los factores de emisión utilizados en el cálculo de emisiones dependen del diámetro del tronco de los árboles de las plantaciones, lo que tiene directa relación con la edad de la plantación (pino y eucaliptos). La siguiente tabla detalla los factores de emisión para cada edad de plantación y condición de humedad. El cálculo de emisiones reportado en el presente informe, considera aquellos factores de emisión indicados dentro del tipo de humedad "moderada" (*mod* en la tabla).

Para distribuir la edad de las plantaciones se consideró la información de las plantaciones de pino quemadas, distribuida por edad y comuna, y se distribuyó la superficie quemada con estas proporciones a fin de utilizar la metodología de estimación de emisiones.

Tabla 154. Factores de emisión en lbs/ton por tipo de vegetación quemada y humedad.

	MP10			MP2,5			CO			CH4		
	Wet	Mod	Dry	Wet	Mod	Dry	Wet	Mod	Dry	Wet	Mod	Dry
Litter, wood 0-1 in	9,3	9,3	9,3	7,9	7,9	7,9	52,4	52,4	52,4	2,1	2,1	21,0
Wood 1-3 in	14,0	14,0	14,0	11,9	11,9	11,9	111,4	111,4	111,4	4,5	4,5	4,5
Wood 3+ in	26,6	21,6	19,1	22,5	18,3	16,2	268,9	205,8	174,4	10,8	8,2	7,0
Herb, shrub, regen	25,1	25,1	25,1	21,3	21,3	21,3	249,2	249,2	249,2	10,0	10,0	10,0
Duff	28,2	30,4	30,4	23,9	25,8	25,8	288,6	316,1	316,1	11,5	12,6	12,6
Canopy fuels	25,1	25,1	25,1	21,3	21,3	21,3	249,2	249,2	249,2	10,0	10,0	10,0
	TNMHC			NH3			NOx			SO2		
	Wet	Mod	Dry	Wet	Mod	Dry	Wet	Mod	Dry	Wet	Mod	Dry
Litter, wood 0-1 in	3,7	3,7	3,7	0,5	0,5	0,5	8,2	8,2	8,2	2,5	2,5	2,5
Wood 1-3 in	7,8	7,8	7,8	1,1	1,1	1,1	8,0	8,0	8,0	2,5	2,5	2,5
Wood 3+ in	18,8	14,4	12,2	2,7	2,1	1,7	7,3	7,6	7,7	2,2	2,3	2,4
Herb, shrub, regen	17,4	17,4	17,4	2,5	2,5	2,5	7,4	7,4	7,4	2,3	2,3	2,3
Duff	20,2	22,1	22,1	2,9	3,2	3,2	7,2	7,1	7,1	2,2	2,2	2,2
Canopy fuels	17,4	17,4	17,4	2,5	2,5	2,5	7,4	7,4	7,4	2,3	2,3	2,3

Fuente. CARB, "Section 9.3, Wildfires, Revised Methodology October 2004"

Respecto a la asignación de factores de emisión por tipo de vegetación y sus características, se tienen las siguientes consideraciones:

Para las plantaciones cuya edad esté entre 0 y 10 años, se considerarán los factores de emisión correspondientes al promedio del rango 0-1 in y 1-3 in. Para los rangos 11 a 17 años y 18 años y más se considerarán los factores de emisión correspondientes al rango 3 y más in. Respecto a la categoría bosque nativo (denominado arbolado en los registros de CONAF), se consideraron los factores de emisión correspondientes al rango 3 y más in.

Respecto al matorral, se considerarán los factores de emisión definidos por la categoría "herb, shrub and regen".

En la siguiente tabla se muestran los valores de carga de combustible considerados para el cálculo de emisiones según tipo de materia seca de vegetación (para arbustos y pastizal).

Tabla 155. Factores de carga por tipo de materia seca de vegetación y desechos forestales

Especie	Factor de carga (Ton/ha)
Arbustos	15
Pastizal	4

Fuente: CONAF

Respecto a los factores de emisión seleccionados para representar las tasas de emisión de pastizales, estos fueron tomados del estudio presentado por la CARB en la "Section 7.17 Agricultural Burning and Other Burning Methodology"²⁵.

Tabla 156. Factores de emisión asociados a pastizales (lb/ton)

	MP10	MP2,5	CO	NOx	SO2
Pastizal	15,90	15,18	113,95	4,49	0,61

Fte.: CARB en la "Section 7.17 Agricultural Burning and Other Burning Methodology"

Factores de carga para plantaciones forestales y bosque nativo

La biomasa presente en las plantaciones forestales se compone de:

- Biomasa arbórea aérea
- Biomasa raíces
- Sotobosque: vegetación formada por matas y arbustos que crecen bajo los árboles del bosque.
- Hojarasca
- Necromasa

Por lo tanto, para calcular el factor de carga de plantaciones forestales se consideró cada una de las componentes antes mencionadas y se les asignó un factor de emisión según sus características. En la siguiente tabla se pueden observar los FE (CARB) asignados.

Tabla 157. Tipo de materia y factor de emisión asignado.

Tipo de materia	FE asignado
Biomasa arbórea aérea	(Wood 0 - 3 in) o (Wood 3+ in)
Biomasa raíces	Litter, wood 0-3 in
Sotobosque	Herb, shrub, regen
Hojarasca	Duff
Necromasa	Wood 3+ in

Fuente: Elaboración propia

Las siguientes tablas muestran los factores de carga según especie para distintos predios considerados en el estudio "Inventario de Biomasa y Contabilidad de Carbono"²⁶.

Tabla 158. Biomasa en plantaciones de Pino Radiata (ton/ha).

Edad	Predio	GA m2/ha	BASR	BR	HOJ	SOT	NEC	TOTAL
2	Los Pinos	0,67	6,69	1,7	8,26	14,71	22,89	54,24
3	Los Pinos	2,5	3,83	0,97	10,56	3,26	4,68	23,31
3	Mardoñal	3,88	13,35	3,4	3,11	0,35	24,01	44,21
5	Los Pinos	6,82	4,93	1,25	9,93	11,85	50,99	78,95
7	Los Pinos	13,57	40,72	10,36	13,61	11,17	1,79	77,65
7	Mardoñal	9,98	30,69	7,8	0,56	0,7	15,61	55,36
8	Los Pinos	14,47	35,14	8,94				

²⁵ <http://o3.arb.ca.gov/ei/areasrc/fullpdf/full7-17.pdf>

²⁶ Estudio: Inventario de Biomasa y Contabilidad de Carbono, Universidad Austral De Chile 2002.

12	Mardoñal	15,29	67,85	17,25	1,06	3,03	8,56	97,75
15	Mardoñal	38,01	208,42	53	2,37	5,48	6,59	275,86
16	Los Pinos	22,56	115,13	29,28	8,12	14,74	12,64	179,9
18	Los Pinos	30,33	164,23	41,76	5,55	9,81	4,13	225,48
19	Mardoñal	35,43	203,08	51,64	0,47	3,97	2,12	261,29
23	Los Pinos	32,27	197,95	50,34	8,34	22,21	13,26	292,1
23	Mardoñal	36,75	221,92	56,44	1,07	3,56	4,18	287,17

Fuente: "Inventario de Biomasa y Contabilidad de Carbono", Universidad Austral de Chile, 2002

Tabla 159. Biomasa en plantaciones de Eucaliptus (ton/ha).

Edad	Predio	GA m ² /ha	BASR	BR	HOJ	SOT	NEC	TOTAL
2	Chaihuin	3,25	33,34	7,2	0,87	1,99	25,77	69,16
3	Chaihuin	9,64	49,79	10,75	2,79	6,26	27,03	96,62
6	La Promesa	13,34	57,07	12,32	11,78	16	25,66	122,84
7	Chaihuin	20,62	97,93	21,14	9,95	9,77	39,08	177,86
7	La Promesa	18,05	76,11	16,43	12,91	13,68	17,41	136,54
8	Chaihuin	14,35	62,07	13,4	7,14	6,74	37,91	127,26
8	La Promesa	19,72	87,41	18,87	9,75	2,95	24,24	143,22
9	Chaihuin	30,54	144,97	31,3	8,46	7,78	48,65	241,16
11	Chaihuin	29,42	144,63	31,22	15,65	16,71	2,48	210,68
11	La Promesa	15,7	71,93	15,53	4,88	5,82	44,92	143,07

Fuente: "Inventario de Biomasa y Contabilidad de Carbono", Universidad Austral de Chile, 2002

Tabla 160. Biomasa en Bosque Nativo (ton/ha).

Tipo Bosque	N/ha	GA m ² /ha	BASR	BR	SOT	HOJ	NEC	BTCR
NATIVO								
SV andes								
Boquial	1703	103,93	856,75	245,8	4,74	16,89	153,87	1278,06
Putraique	1052	104,74	921,07	264,25	24,6	18,23	76,92	1305,08
San Juan	670	145,69	1207,59	346,46	3,36	17	45,44	1619,85
SV costa								
Buenaventura	2562	61,16	340,73	97,75	1,62	12,63	25,57	478,30
Chaihuín	4240	72,64	396,83	113,85	3,01	35,4	102,92	652,00
Llanacura	2281	106,92	704,84	202,22	7,98	19,57	136,7	1071,31
RORACO								
Jauja con manejo	1532	41,75	269,65	77,36	12,76	24,58	37,33	421,68
Jauja sin manejo	2106	70,66	460,6	132,15	6,86	26,86	52,53	678,99

Fuente: "Inventario de Biomasa y Contabilidad de Carbono", Universidad Austral de Chile, 2002

Se utilizó un promedio de los factores de carga reportados en el estudio, los cuales se pueden observar en las siguientes tablas para cada componente de la biomasa de plantaciones forestales.

Tabla 161. Factores de carga considerados (ton/ha) en plantaciones de *Pinus radiata*

Edad Plantación	BASR	BR	HOJ	SOT	NEC
0 A 10	9,67	0,00	6,58	6,01	8,57
11 A 17	65,23	0,00	3,85	7,75	4,63

>=18	103,83	0,00	3,29	9,91	3,26
------	--------	------	------	------	------

Fuente: Elaboración propia a partir del uso del "Inventario de Biomasa y Contabilidad de Carbono", Universidad Austral de Chile, 2002

Tabla 162. Factores de carga considerados (ton/ha) en plantaciones de *Eucalyptus globulus*

Edad Plantación	BASR	BR	HOJ	SOT	NEC
0 A 10	38,04	0,00	7,96	8,15	15,36
11 A 17	54,14	0,00	10,27	11,27	11,85
>=18	54,14	0,00	10,27	11,27	11,85

Fuente: Elaboración propia a partir del uso del "Inventario de Biomasa y Contabilidad de Carbono", Universidad Austral de Chile, 2002

Para el bosque nativo se consideró el promedio de la biomasa correspondiente a bosques de la Cordillera de la Costa.

Tabla 163. Factores de carga considerados (ton/ha) en *Bosque nativo – SV Costa*

Tipo Bosque	Biomasa ton/ha					
	BASR	BR	SOT	HOJ	NEC	BTCR
SV costa	240,40	0,00	4,20	22,53	44,20	733,87

Fuente: Elaboración propia a partir del uso del "Inventario de Biomasa y Contabilidad de Carbono", Universidad Austral de Chile, 2002

Para la categoría "otras plantaciones" se utilizó la biomasa promedio de las plantaciones *Pinus radiata* y *Eucalyptus globulus*, debido a que no se especifica el tipo de cultivo y la superficie total afectada por incendios en el área de estudio es muy baja. Además, se consideró que la biomasa de raíces no es consumida por el fuego y que el 50% de la masa del árbol es consumida en un incendio.

Tabla 164. Factores de carga considerados (ton/ha) para *Otras Plantaciones*

Edad Plantación	BASR	BR	HOJ	SOT	NEC
0 A 10	11,93	0,00	7,27	7,08	5,98
11 A 17	29,84	0,00	7,06	9,51	4,12
>=18	39,49	0,00	6,78	10,59	3,78

Fuente: Elaboración propia a partir del uso del "Inventario de Biomasa y Contabilidad de Carbono", Universidad Austral de Chile, 2002.

Niveles de actividad.

Los niveles de actividad representan la superficie afectada por incendios de vegetación natural e incendios de plantaciones forestales, desagregadas por comuna, información reportada por CONAF en su página web²⁷, en donde se definen a los pastizales, matorrales y bosque nativo como vegetación natural, y pinos y eucaliptus como plantaciones forestales. Sin embargo, la información reportada en internet no es suficiente para la estimación requerida, debido a que los reportes indican las hectáreas consumidas durante la temporada que CONAF considera como período de evaluación, el

²⁷<http://www.conaf.cl/>

cual corresponde a la temporada noviembre-abril. Importante es mencionar que dentro del presente estudio se efectuó una reunión con CONAF, como organismo sectorial asociado a esta fuente, a partir de la cual el consultor indicó la necesidad de contar con información de los registros mensuales de dos periodos consecutivos para obtener la información requerida para el año en que se esté desarrollando el inventario de emisiones. Por ejemplo, si el año del inventario en evaluación es el año 2006, se requiere contar con los registros de la temporada 2005-2006 y 2006-2007 y así obtener los meses correspondientes al año 2006 de cada temporada.

La tabla siguiente muestra la superficie afectada por incendios de vegetación natural e incendios de plantaciones forestales desagregadas por comuna, información entregada por CONAF, en donde se definen a los pastizales, matorrales y bosque nativo como vegetación natural, y pinos y eucalipto como plantaciones forestales.

La siguiente tabla muestra los valores con detalle comunal y por especie:

Tabla 165: Hectáreas consumidas por incendios forestales.

Comuna	Pino			EUCALIPTO	OTRAS PLAN	ARBOLADO	MATORRAL	PASTIZAL
	P 0 A 10	P 11 A 17	P 18 O MAS					
LOS ANDES	0	0	0	1	0	0	0	1
SAN FELIPE	0	0	0	1	0	0	6	1
HIJUELAS	0	0	0	2	0	0	0	0
LA CALERA	0	0	0	5	0	0	6	4
NOGALES	0	0	0	0	0	30	60	21
QUILLOTA	0	0	0	6	0	4	19	24
CABILDO	0	0	0	1	0	6	14	3
LA LIGUA	0	0	0	3	0	18	106	46
PAPUDO	0	0	0	3	0	0	3	3
PETORCA	0	0	0	0	0	0	0	0
ZAPALLAR	0	0	0	0	0	0	1	0
LIMACHE	0	0	0	2	0	9	13	19
OLMUE	0	0	0	0	0	6	4	1
QUILPUE	0	0	0	5	0	65	45	48
VILLA ALEMANA	0	0	0	1	0	6	18	38
ALGARROBO	0	0	0	0	0	0	0	1
CARTAGENA	0	0	0	3	0	0	7	25
EL QUISCO	0	0	0	1	0	0	0	1
EL TABO	0	0	0	6	0	0	1	4
SAN ANTONIO	1	0	3	59	0	0	10	56
SANTO DOMINGO	0	0	0	0	0	5	2	2
CASABLANCA	10	1.458	0	822	0	448	969	226
CON-CON	0	2	0	1	0	0	1	2

JUAN FERNANDEZ	0	0	0	0	0	0	0	0
PUCHUNCAVI	0	0	0	8	0	0	5	5
QUINTERO	0	20	0	12	0	21	38	41
VALPARAISO	0	13	0	134	0	0	28	12
VINA DEL MAR	0	5	0	6	0	1	9	10
Total	11	1.499	3	1.080	0	618	1.363	594

Fuente: Elaboración Propia.

Calculo de emisiones.

Debido a que las estadísticas solo entregan información por edad de plantación para Eucalipto y otras plantaciones, se utilizó para efectos de cálculo el factor de carga para la edad de 11 a 17 años.

La siguiente tabla entrega las emisiones totales estimadas para incendios forestales en el área de estudio.

Tabla 166: Emisiones estimadas para incendios forestales en la V Región (Ton/año).

EMISIONES PRODUCTO DE INCENDIOS FORESTALES								
	PM 10	PM 2,5	CO	CH4	TNMHC	NH3	NOX	SO2
LOS ANDES	0,8	0,7	8,0	0,3	0,5	0,1	0,3	0,1
SAN FELIPE	1,7	1,5	17,0	0,7	1,2	0,2	0,5	0,2
HIJUELAS	2,0	1,7	19,5	0,8	1,4	0,2	0,7	0,2
LA CALERA	5,1	4,4	49,8	2,0	3,4	0,5	1,6	0,5
NOGALES	91,5	77,6	881,4	35,0	61,4	8,9	30,6	9,4
QUILLOTA	18,3	15,6	175,8	6,8	12,0	1,7	6,0	1,8
CABILDO	19,7	16,7	190,2	7,6	13,3	1,9	6,6	2,0
LA LIGUA	69,2	58,8	668,3	26,3	46,1	6,7	22,7	7,1
PAPUDO	2,6	2,2	25,1	1,0	1,7	0,3	0,8	0,3
PETORCA	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ZAPALLAR	0,1	0,1	1,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
LIMACHE	28,0	23,8	268,8	10,6	18,6	2,7	9,4	2,8
OLMUE	17,3	14,7	166,6	6,6	11,6	1,7	5,8	1,8
QUILPUE	191,5	162,4	1.841,9	73,1	128,2	18,7	64,6	19,6
VILLA ALEMANA	20,8	17,7	198,7	7,6	13,4	1,9	6,9	2,1
ALGARROBO	0,3	0,3	3,1	0,1	0,2	0,0	0,1	0,0
CARTAGENA	4,4	3,8	41,0	1,5	2,6	0,4	1,4	0,4
EL QUISCO	0,5	0,4	4,6	0,2	0,3	0,0	0,2	0,0
EL TABO	6,3	4,5	56,1	2,2	3,9	0,6	1,9	0,6
SAN ANTONIO	57,9	43,9	528,5	20,7	36,2	5,3	17,8	5,4
SANTO DOMINGO	14,5	12,3	139,1	5,5	9,7	1,4	4,9	1,5

CASABLANCA*	3.122,9	2.647,3	30.144,2	1.201,9	2.105,6	328,4	1.042,5	318,4
CON-CON	2,8	2,4	26,6	1,0	1,8	0,3	0,9	0,3
JUAN FERNÁNDEZ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PUCHUNCAVI	7,2	6,2	70,2	2,8	4,9	0,7	2,3	0,7
QUINTERO	89,2	75,7	858,2	33,9	59,5	9,0	29,8	9,1
VALPARAISO	122,9	104,2	1.193,7	47,5	83,3	12,3	40,0	12,2
VINA DEL MAR	12,6	10,7	121,5	4,8	8,4	1,3	4,1	1,3
TOTAL	3.910,2	3.309,5	37.699,7	1.500,6	2.629,4	405,2	1.302,4	397,7

Fuente: Elaboracion propia.

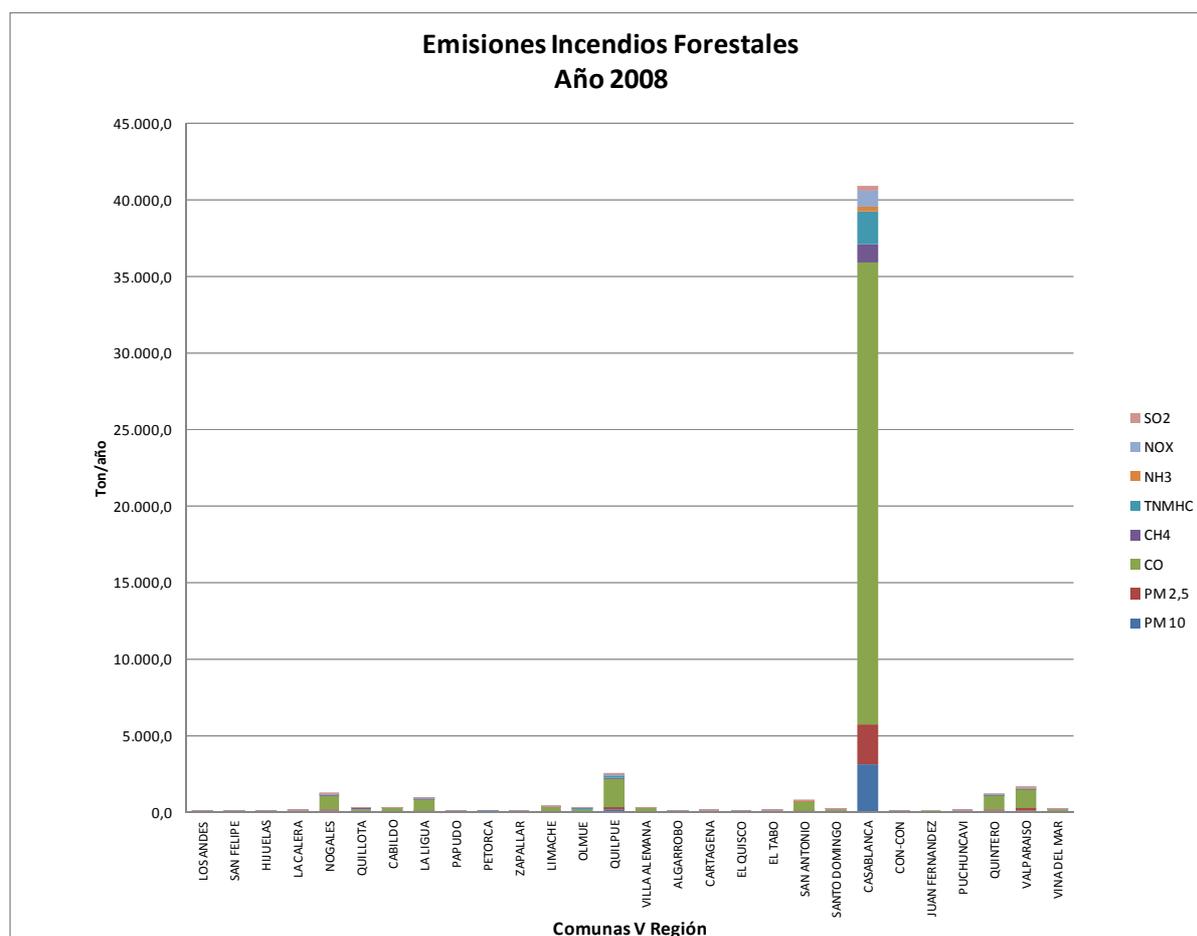


Figura 97: Emisiones estimadas para incendios forestales (Ton/año).

Fuente: Elaboración propia.

* Las altas emisiones provenientes de incendios forestales son el reflejo de un incendio forestal ocurrido en Casablanca el año 2008. En acuerdo con la contraparte técnica se decidió dejar dicho incendio como un evento y no incluirlo en el nivel de actividad para su carga en Airviro.

8.3.2.3 Incendios urbanos

Factor de emisión

Los factores de emisión son proporcionados por la CARB, y se presentan a continuación.

Tabla 167. Factores de emisión para incendios urbanos

	TOG	NOx	SOx	MP	CO
kg/ton	7,0	2,0	0,0	5,4	84,0
kg/siniestro	8,0	2,3	0,0	6,2	97,0

Fuente: CARB, California.

Niveles de actividad

El nivel de actividad requerido para estimar las emisiones atmosféricas de esta fuente, son el número de siniestros ocurridos dentro del área de estudio. La siguiente tabla entrega un dato parcial del número de siniestros ocurridos en la Región de Valparaíso para el año 2008 desagregado a nivel comunal, entregado por el Cuerpo de Bomberos de la Región, dichos cálculos no están debidamente completos debido a que aún no se ha obtenido toda la información.

Tabla 168: Números de siniestros ocurridos en la V Región año 2008.

Antecedentes V Región año 2008 de incendios estructurales		
PROVINCIA	COMUNA	CANTIDAD DE INCENDIOS ESTRUCTURALES
LOS ANDES	LOS ANDES	105
	CALLE LARGA	8
	RINCONADA	3
	SAN ESTEBAN	6
PETORCA	CABILDO	22
	LA LIGUA	31
	PAPUDO	29
	PETORCA	20
	ZAPALLAR	18
QUILLOTA	HIJUELAS	19
	LA CALERA	92
	LA CRUZ	15
	NOGALES	29
	QUILLOTA	53
SAN ANTONIO	SAN ANTONIO	47
	ALGARROBO	41
	CARTAGENA	71

	EL QUISCO	18
	EL TABO	35
	SANTO DOMINGO	14
SAN FELIPE	CATEMU	11
	LLAY LLAY	67
	PANQUEHUE	2
	SAN FELIPE	80
	SANTA MARIA	15
VALPARAISO	CASABLANCA	28
	CONCON	100
	PUCHUNCAVI	21
	QUINTERO	37
	VALPARAÍSO	364
	VIÑA DEL MAR	191
QUILPUE	LIMACHE	48
	OLMUE	25
	QUILPUE	106
	VILLA ALEMANA	66
Total		1837

Fuente: Cuerpos de Bomberos de la V Región.

Calculo de Emisiones.

La siguiente tabla entrega las emisiones estimadas para la Región de Valparaíso utilizando la metodología descrita anteriormente.

Tabla 169: Emisiones por Incendios Urbanos (Ton/año).

Emisiones producto de incendios urbanos (ton/año)					
COMUNA	TOC*	NO _x	MP	CO	NH ₃
Los Andes	0,851	0,242	0,662	10,259	0,200
Calle Larga	0,065	0,018	0,050	0,782	0,015
Rinconada	0,024	0,007	0,019	0,293	0,006
San Esteban	0,049	0,014	0,038	0,586	0,011
Cabildo	0,178	0,051	0,139	2,149	0,042
La Ligua	0,251	0,071	0,195	3,029	0,059
Papudo	0,235	0,067	0,183	2,833	0,055
Petorca	0,162	0,046	0,126	1,954	0,038
Zapallar	0,146	0,041	0,113	1,759	0,034
Hijuelas	0,154	0,044	0,120	1,856	0,036
La Calera	0,745	0,212	0,580	8,988	0,175
La Cruz	0,122	0,035	0,095	1,466	0,029
Nogales	0,235	0,067	0,183	2,833	0,055

Quillota	0,429	0,122	0,334	5,178	0,101
San Antonio	0,381	0,108	0,296	4,592	0,089
Algarrobo	0,332	0,094	0,258	4,006	0,078
Cartagena	0,575	0,163	0,447	6,937	0,135
El Quisco	0,146	0,041	0,113	1,759	0,034
El Tabo	0,284	0,081	0,221	3,420	0,067
Santo Domingo	0,113	0,032	0,088	1,368	0,027
Catemu	0,089	0,025	0,069	1,075	0,021
Llaylay	0,543	0,154	0,422	6,546	0,127
Panquehue	0,016	0,005	0,013	0,195	0,004
San Felipe	0,648	0,184	0,504	7,816	0,152
Santa María	0,122	0,035	0,095	1,466	0,029
Casablanca	0,227	0,064	0,176	2,736	0,053
Concón	0,810	0,230	0,630	9,770	0,190
Puchuncavi	0,170	0,048	0,132	2,052	0,040
Quintero	0,300	0,085	0,233	3,615	0,070
Valparaíso	2,948	0,837	2,293	35,563	0,692
Viña del Mar	1,547	0,439	1,203	18,661	0,363
Limache	0,389	0,110	0,302	4,690	0,091
Olmué	0,203	0,058	0,158	2,443	0,048
Quilpué	0,859	0,244	0,668	10,356	0,201
Villa Alemana	0,535	0,152	0,416	6,448	0,125
Total	14,880	4,225	11,573	179,475	3,490

Fuente: Elaboración propia

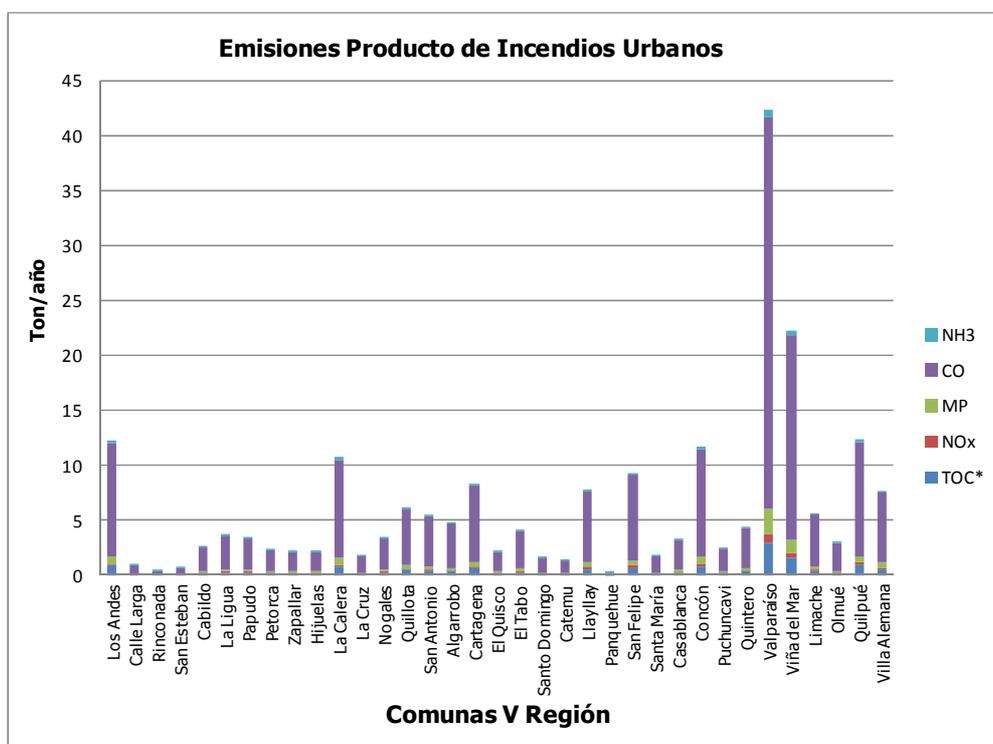


Figura 98: Emisiones producto de Incendios Urbanos (Ton/año) 2008.

Fuente: Elaboración propia.

8.3.2.4 Cigarrillos

Factores de emisión

La siguiente Tabla indica los factores de emisión utilizados para ser utilizados en el cálculo de emisiones, los cuales provienen del estudio "Toxic Volatile Organic Compounds in Environmental Tobacco Smoke: Emission Factor for Modeling Exposures of California Populations", desarrollado por California Air Resources Board.

Tabla 170: Factores de emisión consumo de cigarrillos

Contaminante	FE [mg/cig]
Amoniaco	5,2
Material particulado	8

Fuente: California Air Resources Board

Niveles de actividad

Los niveles de actividad están dados por el consumo de cigarrillos que existe en quinta región, tomando como base la población mayor de quince años.

Calculo de Emisiones.

La siguiente tabla entrega las emisiones estimadas para la Región de Valparaíso utilizando la metodología descrita anteriormente.

Tabla 171: Emisiones Provenientes del Humo Cigarrillo

Comuna	MP (Ton/año)	NH3 (Ton/año)
Valparaíso	1,786613258	1,161298618
Casablanca	0,168718766	0,109667198
Concón	0,318729028	0,207173868
Puchuncaví	0,098105571	0,063768621
Quilpué	0,983345379	0,639174497
Quintero	0,152919206	0,099397484
Villa Alemana	0,771896911	0,501732992

Viña del Mar	1,908568912	1,240569793
Los Andes	0,442298046	0,28749373
Calle Larga	0,06900798	0,044855187
Rinconada	0,048783891	0,031709529
San Esteban	0,105382005	0,068498303
La Ligua	0,228877689	0,148770498
Cabildo	0,124913488	0,081193767
Papudo	0,032764327	0,021296813
Petorca	0,06137302	0,039892463
Zapallar	0,043153414	0,028049719
Quillota	0,540713253	0,351463614
Calera	0,332075949	0,215849367
Hijuelas	0,110523585	0,07184033
La Cruz	0,094528466	0,061443503
Limache	0,275412648	0,179018221
Nogales	0,151232508	0,09830113
Olmué	0,097991494	0,063694471
San Antonio	0,606624877	0,39430617
Algarrobo	0,073269542	0,047625203
Cartagena	0,141861959	0,092210273
El Quisco	0,087137954	0,05663967
El Tabo	0,065821993	0,042784296
Santo Domingo	0,054389924	0,035353451
San Felipe	0,456215348	0,296539976
Catemu	0,081026727	0,052667373
Llailay	0,144461268	0,093899824
Panquehue	0,044807519	0,029124888
Putendo	0,103035294	0,066972941
Santa María	0,087194993	0,056676745
Total	10,89377619	7,080954526

Fuente: Elaboración propia.

- **Distribución espacial**

La distribución espacial se hace a nivel comunal en base a la población residente obtenida del censo del INE.

- **Distribución temporal**

En general se asumen las emisiones entre las 06 AM a las 23 horas para días laborales y entre las 09 AM y las 23 horas para días Domingo.

Con respecto al perfil mensual de emisiones, éste proviene de estadísticas mensuales de producción de cigarrillos.

8.3.3 Emisiones Biogénicas

Niveles de actividad

El cálculo de emisiones biogénicas se realizó para tres unidades de análisis del área de estudio: Vegetación natural, cultivos agrícolas y plantaciones forestales.

La base cartográfica para determinar la superficie de cada tipo de vegetación se obtuvo de la cartografía (escala 1:250.000) del "Catastro y evaluación de los recursos vegetacionales nativos de Chile" (CONAF-CONAMA) actualizado para el año 2006.

Especies vegetales por unidad de análisis

Para determinar las especies vegetales presentes en la vegetación natural de la zona de estudio se utilizó la base de datos del "Catastro y evaluación de los recursos vegetacionales nativos de Chile" (CONAF-CONAMA), que incluye el tipo de vegetación (bosque, matorral, pradera, etc) la cobertura y las seis especies principales.

Para definir las especies presentes en los cultivos agrícolas se utilizó información del VII Censo Nacional Agropecuario (INE, 2007), consistente en información sobre superficie de cultivos agrícolas a escala comunal.

Densidad de masa foliar

La Densidad de Masa Foliar (DMF) se asignó de acuerdo al tipo de vegetación y la cobertura indicada en el catastro. Debido a que no se existen valores de DMF para especies vegetales de usos de suelo definidos para Chile, se utilizó como base los valores de DMF que Globeis almacena en sus tablas internas.

La densidad de masa foliar utilizada para cada tipo de vegetación se señala en la Tabla 172:

Tabla 172. Densidad de masa foliar (DMF) asignada por tipo de vegetación

Terrenos agrícola	180	100
Plantación forestal adulta	556	100
Plantación forestal joven o recién cosechada	56	10

Bosque denso	315	100
Bosque semidenso	236	75
Bosque abierto	158	50
Bosque muy abierto	79	25
Matorral denso	293	100
Matorral semidenso	220	75
Matorral abierto	147	50
Matorral muy abierto	73	25
Estepa andina	103	100
Pradera	70	100
Vega	95	100
Suculentas	125	100

Fuente: Valores por defecto de Globeis

Clases de uso de suelo

GloBEIS realiza el cálculo de emisiones biogénicas utilizando las "Clases de Uso de Suelo" (LcCode) señaladas para cada celda del área de estudio. Cada LcCode tiene definida, en las tablas internas del modelo, las especies vegetales presentes junto con la densidad de masa foliar por especie.

Factores de emisión

Para la estimación de emisiones biogénicas es necesario contar con factores de emisión de cada especie vegetal ingresada al modelo. Debido a que a gran parte de las especies vegetales presentes en el área de estudio no cuentan con un factor de emisión, fue necesario asignar a las especies faltantes en función de las especies que poseen.

El método utilizado, para la asignación de estos factores, fue el método propuesto por Benjamín et al (1998) a base de relaciones taxonómicas, al que se incluyeron relaciones ecológicas cuando fue necesario.

Variables meteorológicas

Para correr el modelo es necesario contar con archivos de temperatura, radiación fotosintéticamente activa, humedad específica y velocidad del viento para cada hora de un día promedio mensual. Los datos fueron obtenidos de la información entregada por la Seremi de Salud.

Para obtener la radiación fotosintéticamente activa (PAR) se multiplicó la radiación global por el factor 0.45. Para obtener la humedad específica (q) se utilizaron las siguientes formulas²⁸:

$$F 1: \quad e_s = e_0 * \exp [L/R_v * (1/T_0 - 1/T)]$$

²⁸ Stull, R.B.. 2000. Meteorology for scientist and engineers. Segunda Edición. Editorial Brooks / Cole.

F 2: $q = (\epsilon * e_s) / p$

Donde

e_s = presión de vapor

$e_0 = 0.611$ kPa

$T_0 = 273$ °K son constantes

$R_v = 461$ JK⁻¹kg⁻¹ es la constante de gases para el vapor de agua

$L = 2.5 * 10^6$ Jkg⁻¹ es el calor latente de evaporación

$\epsilon = 0.622$ g vapor g⁻¹ aire seco es la razón entre las constantes de gases de aire seco y vapor de agua

p = presión atmosférica.

Estimación de emisiones biogénicas

El área de modelamiento comprende el total de la superficie de la Región de Valparaíso, sin embargo efectuar la modelación se subdividió a nivel comunal.

El área geográfica se definió según la subdivisión administrativa de la región a mayo de 2010 como se muestra en el siguiente mapa.

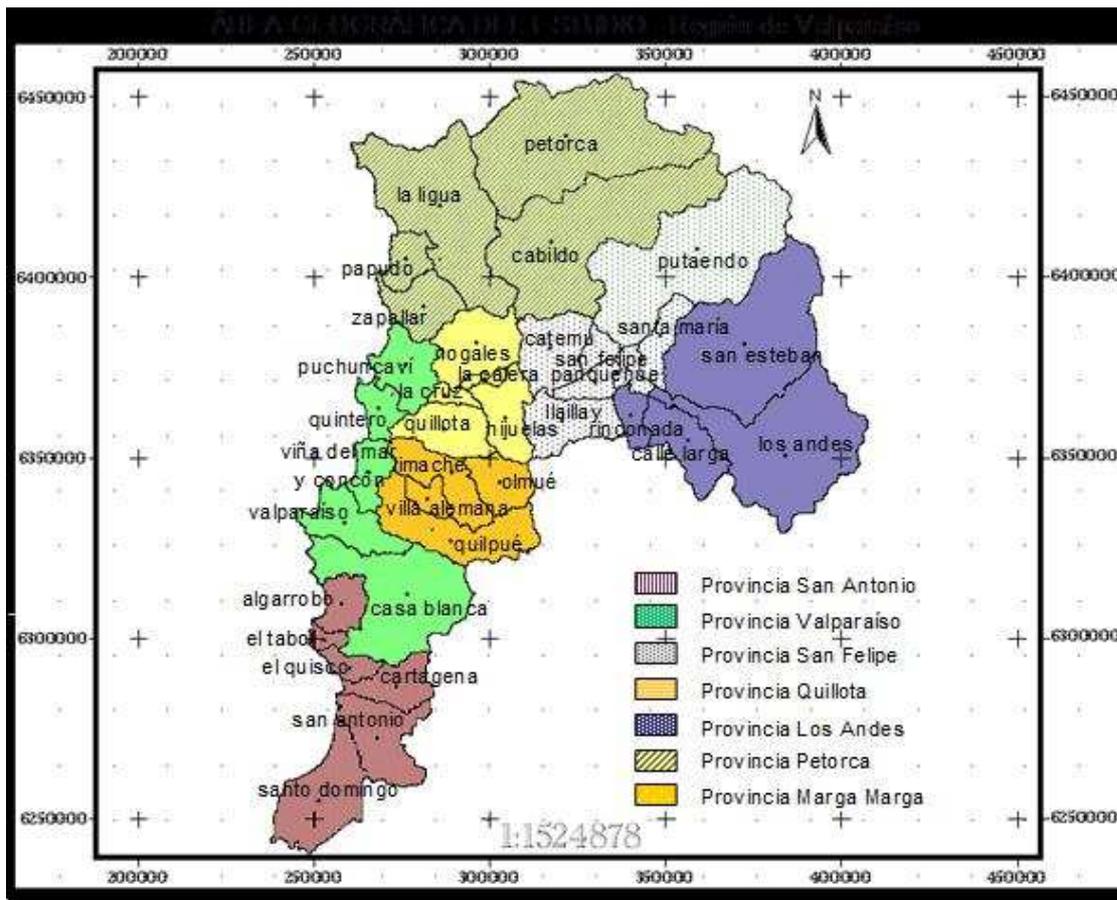


Figura 99: Área del estudio

Como resultado se sumaron en total 1.542.775 hectáreas aproximadamente, correspondientes a 94,1 % de la superficie total, subdivididas en las unidades administrativas de la región, tal como se puede apreciar en la siguiente tabla:

Tabla 173. Superficie de Modelamiento

SUPERFICIE DE MODELAMIENTO		
<i>Provincia</i>	<i>Comuna</i>	<i>Superficie (ha)</i>
Los Andes	San Esteban	138.206
Los Andes	Rinconada	12.250
Los Andes	Los Andes	124.199
Los Andes	Calle Larga	32.306
Valparaíso	Valparaíso	31.214
Valparaíso	Viña y Concón	17.599
Valparaíso	Quintero	14.650
Valparaíso	Puchuncaví	30.189
Valparaíso	Casablanca	95.026
Marga Marga	Quilpué	53.490
Marga Marga	Villa Alemana	9.638
Marga Marga	Limache	31.746
Marga Marga	Olmué	23.036
San Antonio	San Antonio	21.905
San Antonio	Algarrobo	17.768
San Antonio	Santo Domingo	13.048
San Antonio	El Tabo	9.954
San Antonio	El Quisco	5.240
San Antonio	Cartagena	24.007
Quillota	Quillota	31.997
Quillota	Nogales	40.323
Quillota	La Cruz	5.916
Quillota	Hijuelas	28.798
Quillota	La Calera	3.963
Petorca	Petorca	152.082
Petorca	La Ligua	116.365
Petorca	Cabildo	146.526
Petorca	Papudo	16.806
Petorca	Zapallar	28.998
San Felipe	Putendo	146.052
San Felipe	Santa María	17.600
San Felipe	San Felipe	18.104
San Felipe	Panquehue	12.206
San Felipe	Llaillay	35.082
San Felipe	Catemu	36.488
TOTAL		1.542.775

A continuación se presenta la descripción y el tipo de cobertura vegetal ingresada a la base de datos de GloBEIS:

Tabla 174. Definición del tipo de Cobertura Vegetal

DEFINICIÓN DEL TIPO DE COBERTURA VEGETAL	
Descripción	Número
Terrenos de Uso Agrícola	7
Rotación Cultivo Pradera	7
Matorral Pradera Muy Abierto	5
Matorral Pradera Abierto	5
Matorral Pradera Semidenso	5
Matorral Muy Abierto	5
Matorral Abierto	5
Matorral Semidenso	5
Matorral Denso	5
Matorral Arborescente Muy Abierto	4
Matorral Arborescente Abierto	4
Matorral Arborescente Semidenso	4
Matorral Arborescente Denso	4
Matorral Suculenta Muy Abierto	4
Matorral Suculentas Abierto	4
Matorral Suculentas Semidenso	4
Matorral Suculentas Denso	4
Suculentas	4
Praderas	6
Praderas Anuales	6
Praderas Perennes	6
Estepa Andina Central	6
Plantación	2
Plantación Joven o Recién Cosechada	2
Bosque de Exóticas Asilvestradas	2
Bosque Nativo Adulto Denso	4
Bosque Nativo Adulto Semi denso	4
Renoval Abierto	4
Renoval Denso	4
Renoval Semidenso	4
Bosque Nativo Achaparrado Denso	4
Bosque Nativo Achaparrado Semidenso	4
Bosques Nativos Achaparrados	4
Bosque Nativo Achaparrado Abierto	4
Bosque Nativo Renoval Denso	4
Bosque Nativo Renoval Semidenso	4
Bosque Nativo Plantación	4
Vegas	6
Otros Terrenos Húmedos	6

Los resultados obtenidos de emisiones biogénicas son los siguientes:

Tabla 175. Emisiones biogénicas Mensuales obtenidas en la V Región

EMISIONES BIOGÉNICAS MENSUALES REGIÓN VALPARAÍSO AÑO 2008 (TON/AÑO)				
MES	ISOTERPENOS	MONOTERPENOS	OTROS COV	COV TOTALES
ENERO	702,61	1.684,72	1.012,44	3.399,78
FEBRERO	631,74	1.426,26	852,93	2.910,94
MARZO	506,17	1.095,92	801,69	2.403,78
ABRIL	252,01	854,17	563,79	1.669,96
MAYO	141,19	652,97	479,57	1.273,73
JUNIO	108,23	529,06	389,32	1.026,61
JULIO	113,73	565,93	417,00	1.096,66
AGOSTO	224,22	642,82	472,25	1.339,29
SEPTIEMBRE	231,01	694,39	508,86	1.434,26
OCTUBRE	335,47	1.012,97	587,16	1.935,61
NOVIEMBRE	484,63	953,90	696,25	2.134,79
DICIEMBRE	654,15	1.153,30	843,69	2.651,14
Total	4.385,17	11.266,41	7.624,96	23.276,53

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente figura se pueden apreciar los perfiles mensuales de emisiones biogénicas en la quinta región para el año 2008.

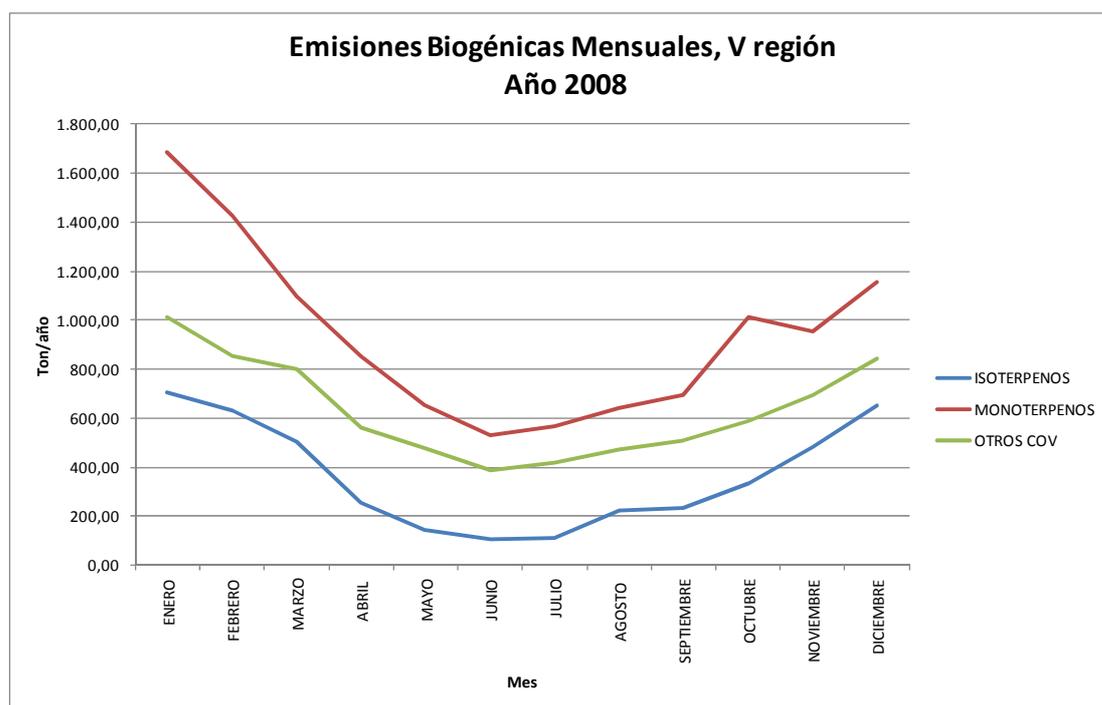


Figura 100: Perfiles Mensuales de Emisiones Biogénicas en la Quinta Región para el año 2008

En el gráfico anterior se puede observar como las emisiones aumentan en los meses de verano y bajan en los meses de invierno; lo cual refleja que este tipo de emisiones son directamente proporcionales a la radiación solar.

Finalmente, en la siguiente figura se muestran las emisiones biogénicas para la primera semana de Enero del año 2008 y la segunda Semana de Junio del año 2008, en donde se puede apreciar claramente las diferencia existente entre la temporada estival e invernal.

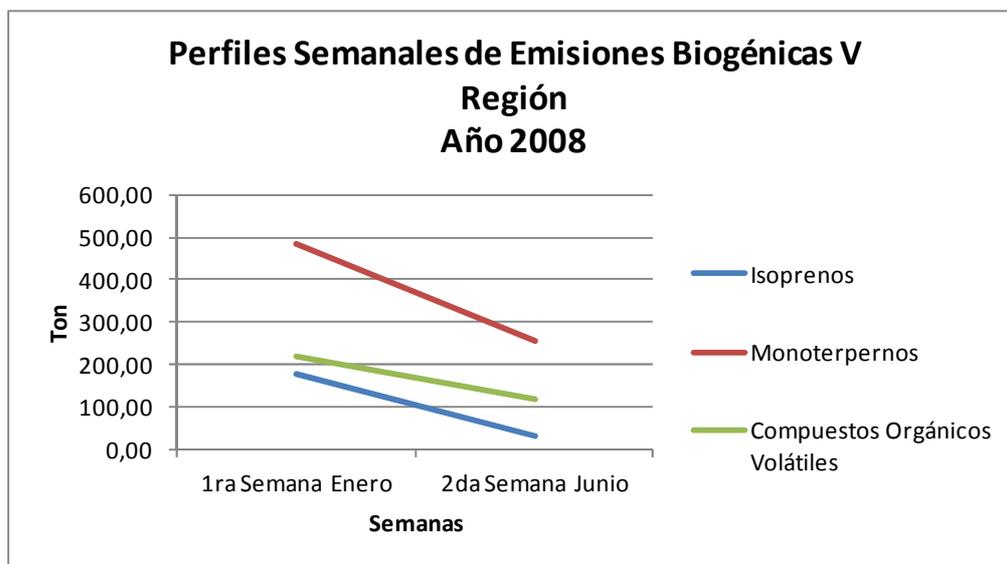


Figura 101: Perfiles Semanales de Emisiones Biogénicas en la Quinta Región para el año 2008

Finalmente en la gráfica que sigue a continuación, se presentan las emisiones biogénicas totales para toda la región de Valparaíso, por tipo de vegetación; siendo los mayores emisores, los suelos cubiertos por matorrales, principalmente el matorral abierto, seguido por los suelos utilizados para plantaciones y terrenos agrícolas.

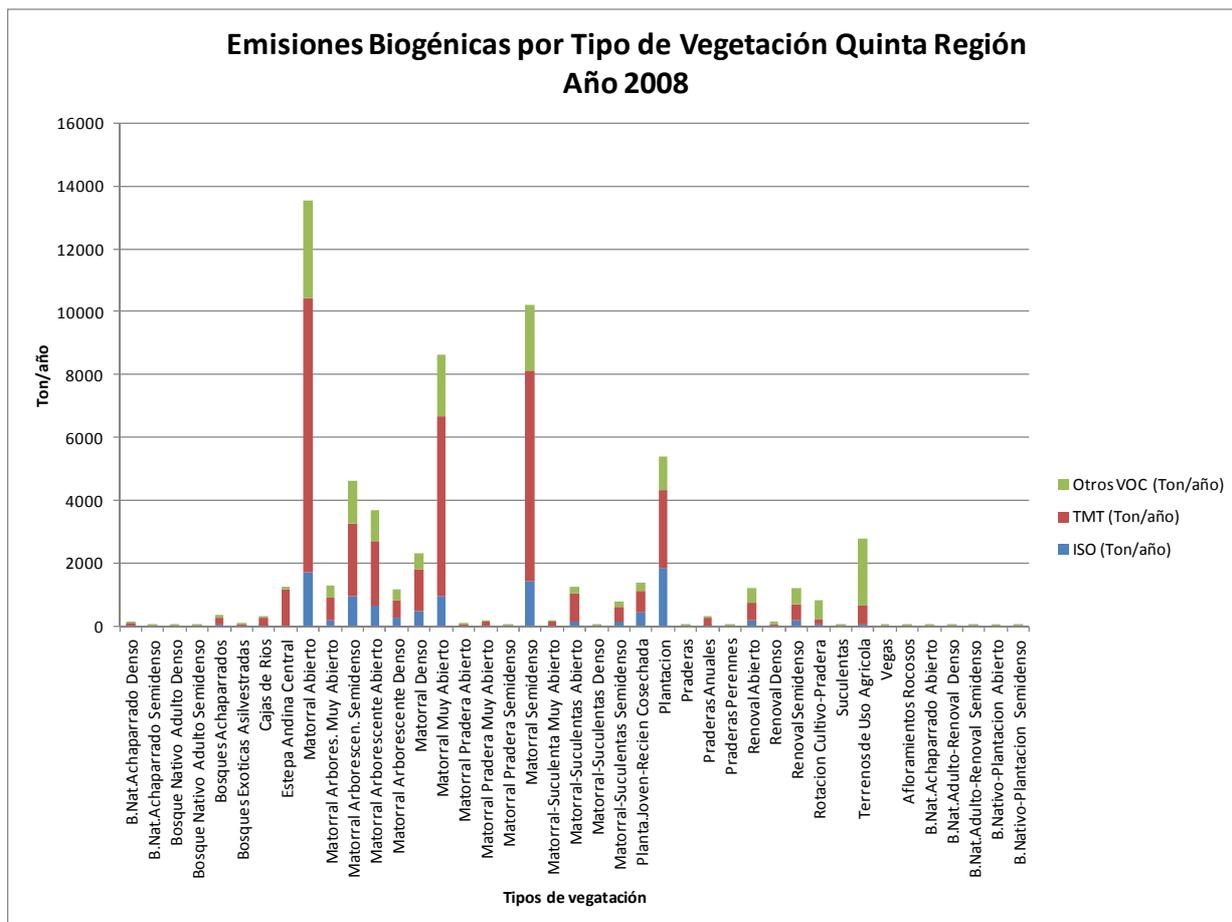


Figura 102: Emisiones biogénicas clasificadas por tipo de vegetación.

8.3.4 Uso de Pesticidas.

Factor de emisión.

Los distintos tipos de pesticidas son tratados como tipos de descarga, de acuerdo a lo indicado en la siguiente tabla.

Tabla 176. Tipos de Pesticidas.

Tipo de Descarga	Descripción
Acaricidas	Utilizado en el control de ácaros y arañas
Bactericidas	Controla enfermedades causadas por bacterias
Fungicida	Controla enfermedades causadas por hongos
Herbicidas	Controlan las malezas
Insecticidas	Controlan insectos
Raticidas	Controla plagas de ratas

Fuente: Elaboración propia

La generación de estos factores de emisión requiere de la siguiente información por cada marca de producto:

- Tipos de formulaciones de pesticidas: donde se entrega el porcentaje de COV de ingrediente inerte (PVI). En la Tabla siguiente, se entrega el listado de tipos de formulación manejados por el sistema y los tipos de aplicación asociados a cada uno. Es importante mencionar que el factor de emisión del ingrediente activo, depende del tipo de aplicación. Por otra parte es importante destacar que el sistema considera un tipo de aplicación no especificado para el caso que una marca no posea esta información, en este caso PVI corresponde simplemente a un valor promedio de todos los tipos de formulación existentes.
- Lista de ingredientes activos utilizados por las distintas marcas: donde se debe especificar el nombre del ingrediente y la presión de vapor en mmHg, dato fundamental para localizar el factor de emisión del ingrediente activo. Por fines operativos el sistema considera un tipo de ingrediente activo "no especificado", el cual se utiliza cuando no se posee esta información y se le asigna una presión de vapor promedio de todos los ingredientes activos de la lista.
- Factores de emisión para ingredientes activos: El sistema cuenta con una lista de factores de emisión (EF) para los distintos tipos de ingredientes activos componentes de marcas de pesticidas. Estos factores dependen principalmente del tipo de aplicación del pesticida y de la presión de vapor del ingrediente activo (expresado en mm de Hg), al igual que en los casos anteriores, el sistema genera valores promedios por tipos de aplicación cuando no se conoce la presión de vapor o un valor promedio total cuando no se conoce ni el tipo de aplicación ni la presión de vapor (ver Tabla 178).
- Información de marcas de pesticidas:
 - Nombre de la marca
 - Lista de ingredientes activos y porcentaje de cada uno en la mezcla PA_i
 - Porcentaje de ingrediente inerte de la mezcla (PI)
 - Tipo de formulación
 - Tipo de Pesticida
 - Toneladas anuales de pesticida de por marca consumidas en el area de estudio.

Tabla 177. Tipos de formulación de pesticidas por tipo de aplicación.

Tipo de Formulación	PVI (%)	Tipo de Aplicación
Aceites	66,0	Aplicación Superficial
Concentrado acuoso	21,0	Aplicación Superficial
Concentrado Diluible (acuoso)	21,0	Aplicación Superficial
Concentrado Emulsificable	56,0	Aplicación Superficial
Dilución Seca	28,0	Incorporación Solida
Gas Presurizado	29,0	Aplicación Superficial
Gel, Pasta, crema	40,0	Aplicación Superficial
Granulado / Escamas	25,0	Incorporación Solida
Líquido / Sprays / brumas presuriza	39,0	Aplicación Superficial
Material Impregnable	38,0	Aplicación Superficial
Micro Encapsulados	23,0	Incorporación Solida
Pellet / tableta / torta / briqueta	27,0	Incorporación Solida
Pintura / Recubrimiento	64,0	Aplicación Superficial
Polvo	21,0	Incorporación Solida
Polvo Diluible en Agua	25,0	Aplicación Superficial
Polvo Soluble	12,0	Aplicación Superficial
Soluciones/líquido (listo para el u	20,0	Aplicación Superficial
Suspensión	15,0	Aplicación Superficial
No Especificada	31,7	No Especificada

Fuente: AP-42 Section 9.2.2 - EPA

Tabla 178. Factores de Emisión para Ingredientes Activos

Tipo de Aplicación	Presión Inicial (mmHg)	Presión Final (mmHg)	Factor (EF) (Ton de COV/Ton Ingrediente)
Aplicación Superficial	0	9,999E-07	0,465
Aplicación Superficial	0,0001	9,999999	0,58
Aplicación Superficial	0,000001	9,99999E-05	0,35
Incorporación Solida	0,0001	9,999999	0,052
Incorporación Solida	1E-10	9,999E-07	0,0027
Incorporación Solida	0,000001	9,99999E-05	0,021
Incorporación Solida	0	0	0,0252
No Especificada	0	9,9999999	0,20114

Fuente: AP-42 Section 9.2.2 - EPA

Los Factores de Emisión por marca, quedan dados por:

$$FEM_m^{COV} = \left(\sum_i \frac{PA_{i,m}}{100} \times EF_i(Ta, Pv) \right) + \left(\frac{PI_m}{100} \times \frac{PVI_m(Tf, Ta)}{100} \right) \quad \text{Ecuación 17}$$

Donde:

- FEM_m^{COV} : Corresponde al factor de emisión de COV para la marca m en Ton de COV por Ton del pesticida
- $PA_{i,m}$: Porcentaje del ingrediente activo i de la marca m
- $EF_i(Ta, Pv)$: Factor de emisión del ingrediente activo i, dependiente del tipo de aplicación (Ta) y de la presión de vapor (Pv)
- PI_m : Porcentaje de ingrediente inerte de la marca m

PVI_m : Porcentaje de COV del ingrediente inerte de la marca m, que depende del tipo de formulación (Tf) y Tipo de aplicación (Ta) de la marca m.

Niveles de Actividad.

Según la metodología, los niveles de actividad están dados por el consumo de pesticidas por marca, los cuales se muestran en la siguiente tabla agrupados por tipo de pesticida. La información disponible en la "Declaración de ventas de plaguicidas" a nivel regional se encuentra disponible para el año 2006, inicialmente se conservaran estos niveles de consumo para el año 2008.

Tabla 179. Consumo por tipo de pesticida año 2006.

Serie	Tipo Plaguicida	Consumo Total (k/L)
1000	Insecticidas, Rodenticidas, Acaricidas	998.535
2000	Fungicidas, Bactericidas	1.872.639
3000	Herbicidas	669.382
4000	Miscelaneos	688.754
Total		4.229.310

Fuente: Declaración de ventas de Plaguicidas año 2006²⁹, SAG.

La distribución a nivel comunal para la zona de estudio se realizará considerando los tipos de cultivo existente en cada zona, y el tipo de pesticida existente en la declaración de ventas, ya que los pesticidas son aplicables a cierto tipo de cultivos.

La siguiente tabla entrega las superficies de cultivo.

Tabla 180. Superficie por tipo de cultivo en la zona de estudio.

Comuna	Cereales, leguminosas y tubérculos	Cultivos industriales	Hortalizas	Frutales	Viñas y parronales viníferos
	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)
Valparaíso	3,60	54,1	10,1	27,70	0,21
Casablanca	107,70	52,1	157,21	450,00	4.920,60
Concón	11,50	0	2	20,90	0
Puchuncavi	26,00	1	65,6	188,00	0
Quilpué	12,00	1	10,3	204,90	16,80
Quintero	7,30	0	21,2	67,70	0,00
Villa Alemana	0	0	7,87	47,50	53,20
Viña del Mar	4,00	0	0,4	0,20	0,00

²⁹Ministerio de Agricultura, Servicio Agrícola y Ganadero. Subdepartamento de Plaguicidas y Fertilizantes, División de Protección Agrícola

Isla de Pascua	41,72	0	76,93	54,33	0,52
Los Andes	78,90	31,6	20,2	1.147,80	0,00
Calle Larga	201,80	116,1	56,5	2.552,70	37,64
Rinconada	87,60	57	3,3	1.836,30	0,00
San Esteban	153,10	4,2	38,7	3.543,10	115,23
La Ligua	365,90	0	511,13	3.009,50	0,00
Cabildo	795,40	0	190,77	5.104,40	0,00
Papudo	58,60	0	98,2	22,50	0,00
Petorca	63,40	0	25,94	3.223,40	4,10
Zapallar	14,10	0	4,6	157,00	16,84
Quillota	3,30	8,7	2129,1	3.566,60	153,14
Calera	37,30	0	176,37	504,10	0,00
Hijuelas	206,10	5	976,05	2.460,00	111,80
La Cruz	0,70	0,8	160,53	2.437,20	0,00
Limache	1,40	0	847,02	1.048,80	0,32
Nogales	385,00	24,5	640,9	2.178,70	1,02
Olmué	13,40	0,1	171,81	743,30	26,00
San Antonio	463,60	186	177,92	512,40	893,20
Algarrobo	146,40	0	27,45	75,35	2,52
Cartagena	215,80	40	426,46	264,83	234,30
El Quisco	1,40	0	3,76	5,20	2,02
El Tabo	0,70	0	9,45	4,30	0,00
Santo Domingo	2.154,80	50	200,79	553,83	55,00
San Felipe	243,30	4,7	220,41	4.441,60	148,94
Catemu	276,00	83,2	916,07	1.481,40	64,80
Llaillay	118,10	0	1486,7	2.200,30	74,20
Panquehue	474,00	0,3	163,45	2.679,90	223,20
Putendo	216,70	114,1	156,2	2.291,40	4,20
Santa María	59,30	9	24,79	3.791,30	65,44
TOTAL V REGION	7.049,92	843,5	10.216,180	52.898,44	7.225,24

Fuente: Elaboración Propia a partir del VII Censo agropecuario 2007 INE.

Calculo de emisiones.

A continuación se entregan las emisiones estimadas de COV producto de la aplicación de plaguicidas para el área de estudio por comuna.

Tabla 181. Emisiones de COV (Ton/año) por aplicación de plaguicidas en la zona de estudio.

Comuna	Emisiones de COV (Ton/año)
Valparaíso	1,7749
Casablanca	84,8080
Concón	0,3880

Puchuncavi	4,2795
Quilpué	3,5793
Quintero	1,4765
Villa Alemana	1,6670
Viña del Mar	0,0233
Isla de Pascua	2,5576
Los Andes	18,4400
Calle Larga	42,8555
Rinconada	28,9121
San Esteban	55,9141
La Ligua	56,7035
Cabildo	82,4987
Papudo	2,5721
Petorca	48,8656
Zapallar	2,7311
Quillota	100,3687
Calera	11,3320
Hijuelas	59,5663
La Cruz	39,7356
Limache	33,4341
Nogales	47,6249
Olmué	15,1221
San Antonio	29,9847
Algarrobo	2,1740
Cartagena	17,8808
El Quisco	0,1908
El Tabo	0,2646
Santo Domingo	20,7680
San Felipe	73,9109
Catemu	44,8623
Llaillay	65,4871
Panquehue	48,1452
Putendo	40,5557
Santa María	58,4022
TOTAL	1.149,8569

Fuente: Elaboración Propia.

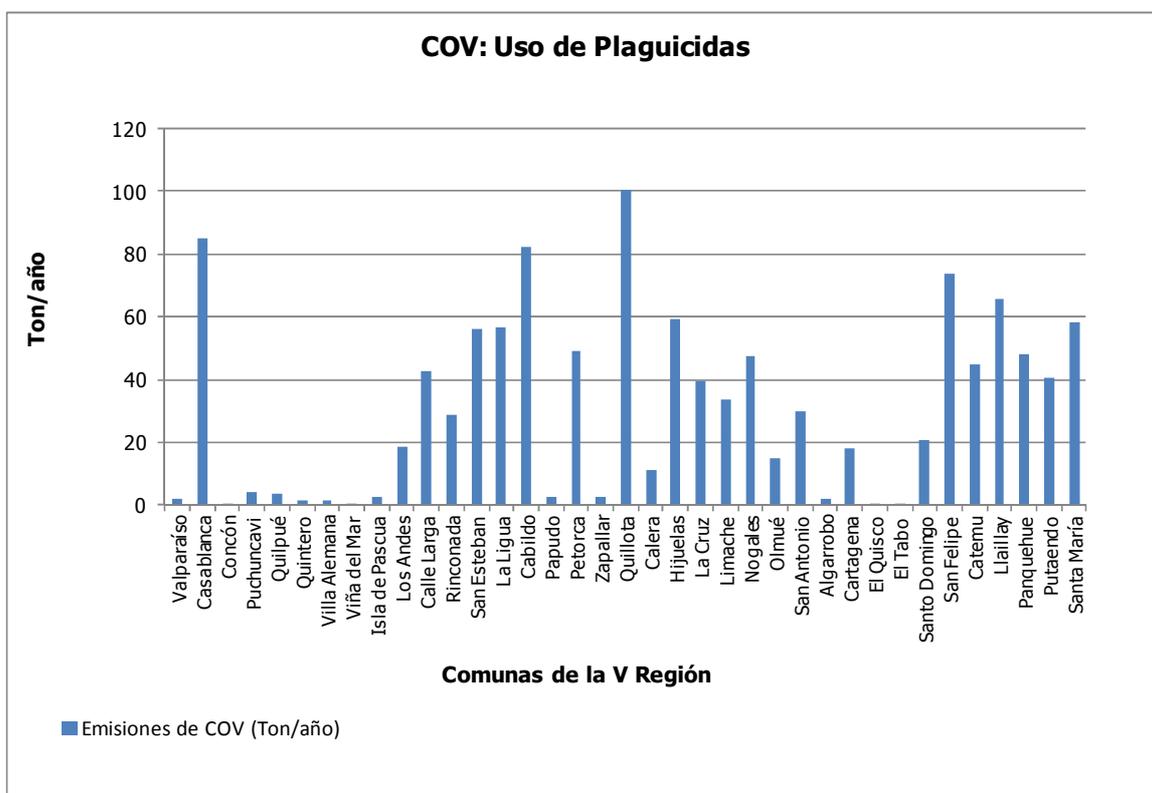


Figura 103. Emisiones de COV (Ton/año) por aplicación de plaguicidas en la zona de estudio.
 Fuente: Elaboración Propia.

8.3.5 Crianza de animales.

Factor de emisión.

Los factores de emisión de nitrógeno amoniacal varían según la categoría animal. Las expresiones separadas por tipo de actividad se indican a continuación:

- Alojamientos

$$\text{Cerdos y aves } FE_{NH_3-N} = \frac{(FactorC * FactorF + FactorD * FactorG) * 365 * 0.5}{1000}$$

$$\text{Otros animales } FE_{NH_3-N} = \frac{(FactorC * FactorF + FactorD * FactorG) * 365}{1000}$$

Los otros animales se refiere a: bovinos, ovinos, caprinos, camélidos y equinos.

- Aplicación al suelo

$$\text{Cerdos y aves} \quad FE_{NH_3-N} = \frac{\text{FactorI}}{1000} [N_{\text{exin}} - (\text{FactorC} * \text{FactorF} + \text{FactorC} * \text{FactorG}) * 365 * 05]$$

$$\text{donde} \quad N_{\text{exin}} = N_{\text{ex}} * \text{FactorC}$$

$$\text{Otros animales} \quad FE_{NH_3-N} = \frac{\text{FactorI}}{1000} [N_{\text{exin}} - (\text{FactorC} * \text{FactorF} + \text{FactorD} * \text{FactorG}) * 365]$$

$$\text{donde} \quad N_{\text{exin}} = N_{\text{ex}} * \left[\frac{\text{FactorC} + \text{FactorD} * \text{FactorE}}{\text{FactorC} + \text{FactorE}(1 - \text{FactorC})} \right]$$

- Pastoreo

$$\text{Cerdos y aves} \quad FE_{NH_3-N} = \frac{\text{FactorH}}{1000} * N_{\text{ex}} * (1 - \text{FactorC})$$

$$\text{Otros animales} \quad FE_{NH_3-N} = \frac{\text{FactorH}}{1000} * N_{\text{ex}} * \left[1 - \frac{\text{FactorC} + \text{FactorD} * \text{FactorE}}{\text{FactorC} + \text{FactorE}(1 - \text{FactorC})} \right]$$

Los valores de los Factores *C, D, E, F, G, H, I* y de *N_{ex}* dependen del tipo de animal. El significado de estas variables es el siguiente:

Factor C: representa el período del año que el animal permanece en estabulación con dieta de invierno.

Factor D: representa el período del año que el animal permanece en estabulación con dieta de verano.

Factor E: representa la diferencia entre las dietas con respecto al valor proteico.

Factor F: representa las emisiones provenientes tanto de los alojamientos como de las producidas desde los lugares de almacenamiento del estiércol para época invernal.

Factor G: representa las emisiones provenientes tanto de los alojamientos como de las producidas desde los lugares de almacenamiento del estiércol para época estival.

Factor H: representa la fracción de nitrógeno excretado en las fecas y orina que se transforma en NH₃, provenientes del pastoreo.

Factor I: representa una fracción del nitrógeno aplicado como estiércol al suelo que se transforma en NH₃. Está asociado al total de nitrógeno aplicado en forma sólida y líquida.

N_{ex}: representa la excreción de nitrógeno en las diferentes categorías de animales.

Tabla 182. Factores para diferentes tipos de animales.

Categoría	Factor C	Factor D	Factor E	Factor F ¹	Factor G ¹	Factor H	Factor I	Nex ²
Bovinos ³	0,50	0,50	1,00	0,04493	0,05869	0,080	0,220	59,540
Cerdos ³	1,00	0,00	0,00	0,01441	0,01441	0,000	0,140	14,730
Ovinos	0,08	0,00	1,00	0,00581	0,00581	0,046	0,220	12,000
Caprinos	0,08	0,00	1,00	0,00581	0,00581	0,046	0,220	12,000
Camélidos	0,08	0,00	1,00	0,00581	0,00581	0,046	0,220	12,000
Equinos	0,08	0,00	1,00	0,02423	0,02423	0,046	0,220	50,000
Aves ³	1,00	0,00	0,00	0,0002	0,00020	0,000	0,190	0,546
Otras Aves ³ 4	1,00	0,00	0,00	0,00018	0,00018	0,000	0,072	0,404

Fuente: INIA, 1998. (1) Unidades en Kg/animal/día (2) unidades en Kg/animal/año (3) Modificado en SAIE 2001.(4) Incluye patos, pavos y gansos.

Niveles de actividad.

Los niveles de Actividad requerido se obtienen a partir de la información del Censo Agropecuario INE, donde se encuentran el detalle comunal para cada especie.

Tabla 183. Números de animales por especie y por comunas de la V Región.

COMUNA	Bovino	Ovino	Cerdo	Caprino	Camélido	Equino	Pollo	Otras Aves
Valparaíso	691	0	0	616	0	0	342	65
Casablanca	16.043	731	51	844	75	13	933.470	313.205
Concón	130	0	0	0	0	0	35	0
Puchuncavi	1.605	722	25	663	8	51	2.962	367
Quilpué	3.640	51	80	55	66	13	1.031.601	1.500.087
Quintero	2.704	75	27	478	4	0	2.028	452
Villa Alemana	126	11	0	0	0	0	10.621	174
Viña del Mar	0	0	0	36	0	0	80	61
Isla de Pascua	2.284	0	0	0	0	0	1.513	6
Los Andes	361	16	0	52	0	37	355	49
Calle Larga	1.195	123	7	232	0	12	2.691	440
Rinconada	322	62	12	648	0	7	20.529	339
San Esteban	2.490	582	13.159	3.116	0	196	8.594	648
La Ligua	4.928	3.011	38	259	0	46	3.854	945.030
Cabildo	5.120	304	85	6.469	29	221	6.716	782

Papudo	593	21	0	0	0	0	1.057	46
Petorca	7.136	756	136	11.946	0	443	7.054	484
Zapallar	3.567	626	0	0	0	17	25.408	207
Quillota	2.333	218	47	60	0	0	1.998	797
Calera	605	14	0	99	0	0	8.804	151
Hijuelas	385	35	12	871	0	38	52.081	101.699
La Cruz	59	0	5	0	0	0	761	71
Limache	1.946	103	73	88	12	8	72.099	54.571
Nogales	2.529	455	135	1.016	53	9	4.952	1.116.368
Olmué	552	61	26	125	3	44	2.654	432
San Antonio	8.327	2.930	6.033	58	0	7	3.588.261	671.873
Algarrobo	1.450	435	1.174	32	16	0	2.132	12.829
Cartagena	10.462	4.614	102	9	0	16	302.310	58
El Quisco	26	11	40	6	6	0	1.469	452
El Tabo	2.223	23	0	0	0	0	113.609	426
Santo Domingo	9.324	11.809	151.670	311	0	0	2.742.397	1.285
San Felipe	1.052	125	256	823	42	40	5.005	596
Catemu	1.383	181	240	2.314	3	13	5.657	625
Llailay	1.181	423	94	2.259	0	11	60.173	240
Panquehue	279	48	27	479	0	0	800	213
Putendo	5.121	444	218	10.945	16	374	5.571	852
Santa María	523	1.325	16	626	40	36	1.678	433
Total	102.695	30.345	173.788	45.535	373	1.652	9.031.321	4.726.413

Fuente: VII Censo agropecuario. INE. La categoría Otras Aves incluye: pavos, gansos y patos.

Debido a que el último censo agropecuario no reportó aves, se utilizó información del informe "Agropecuarias, Informe Anual 2006-2007" preparado por INE, donde se informa número total de aves para cada región por semestres.

Cálculos de emisiones.

Las emisiones resultantes al aplicar la metodología antes descrita y la población de animales por comuna son las siguientes:

Tabla 184. Emisiones Totales por especie y por comunas de la V Región NH3 (Ton/año).

COMUNA	Bovinos	Ovinos	Cerdos	Caprinos	Camélidos	Equinos	Pollos	Otras Aves
Valparaíso	19,24	0	0	0,52	0	0	0,06	0,01
Casablanca	446,78	0,62	0,20	0,72	0,06	0,05	152,03	28,21
Concón	3,62	0	0	0	0	0	0,01	0
Puchuncavi	44,70	0,61	0,10	0,56	0,01	0,18	0,48	0,03
Quilpué	101,37	0,04	0,32	0,05	0,06	0,05	168,02	135,09
Quintero	75,30	75,05	0,11	0,41	0,003	0	0,33	0,04
Villa Alemana	3,51	0,01	0	0	0	0	1,73	0,02
Viña del Mar	0	0	0	0,03	0	0	0,01	0,01
Isla de Pascua	63,61	0	0	0	0	0	0,25	0,001
Los Andes	10,05	0,01	0	0,04	0	0,13	0,06	0,004
Calle Larga	33,28	0,10	0,03	0,20	0	0,04	0,44	0,04
Rinconada	8,97	0,05	0,05	0,55	0	0,02	3,34	0,03
San Esteban	69,34	0,50	52,05	2,65	0	0,70	1,40	0,06
La Ligua	137,24	2,56	0,15	0,22	0	0,16	0,63	85,11
Cabildo	142,59	0,26	0,34	5,51	0,02	0,78	1,09	0,07
Papudo	16,51	0,02	0	0	0	0	0,17	0,004
Petorca	198,73	0,64	0,54	10,17	0	1,57	1,15	0,04
Zapallar	99,34	0,53	0	0	0	0,06	4,14	0,02
Quillota	64,97	0,19	0,19	0,05	0	0	0,33	0,07
Calera	16,85	0,01	0	0,08	0	0	1,43	0,01
Hijuelas	10,72	0,03	0,05	0,74	0	0,13	8,48	9,16
La Cruz	1,64	0	0,02	0	0	0	0,12	0,01
Limache	54,19	0,09	0,29	0,07	0,01	0,03	11,74	4,91
Nogales	70,43	0,39	0,53	0,86	0,05	0,03	0,81	100,54
Olmué	15,37	0,05	0,10	0,11	0,003	0,16	0,43	0,04
San Antonio	231,90	2,49	23,86	0,05	0	0,02	584,42	60,51
Algarrobo	40,38	0,37	4,64	0,03	0,01	0	0,35	1,16
Cartagena	291,36	3,93	0,40	0,01	0	0,06	49,24	0,01
El Quisco	0,72	0,01	0,16	0,01	0,01	0	0,24	0,04
El Tabo	61,91	0,02	0	0	0	0	18,50	0,04
Santo Domingo	259,67	10,05	599,96	0,26	0	0	446,65	0,12
San Felipe	29,30	0,11	1,01	0,70	0,04	0,14	0,82	0,05
Catemu	38,52	0,15	0,95	1,97	0,003	0,05	0,92	0,06
Llailay	32,89	0,36	0,37	1,92	0	0,04	9,80	0,02
Panquehue	7,77	0,04	0,11	0,41	0	0	0,13	0,02
Putendo	142,62	0,38	0,86	9,32	0,01	1,33	0,91	0,08
Santa María	537,57	1,13	0,06	0,53	0,03	0,13	0,27	0,04
Total	3.382,96	100,82	687,45	38,77	0,32	5,86	1.470,93	425,65

Fuente: Elaboración propia.

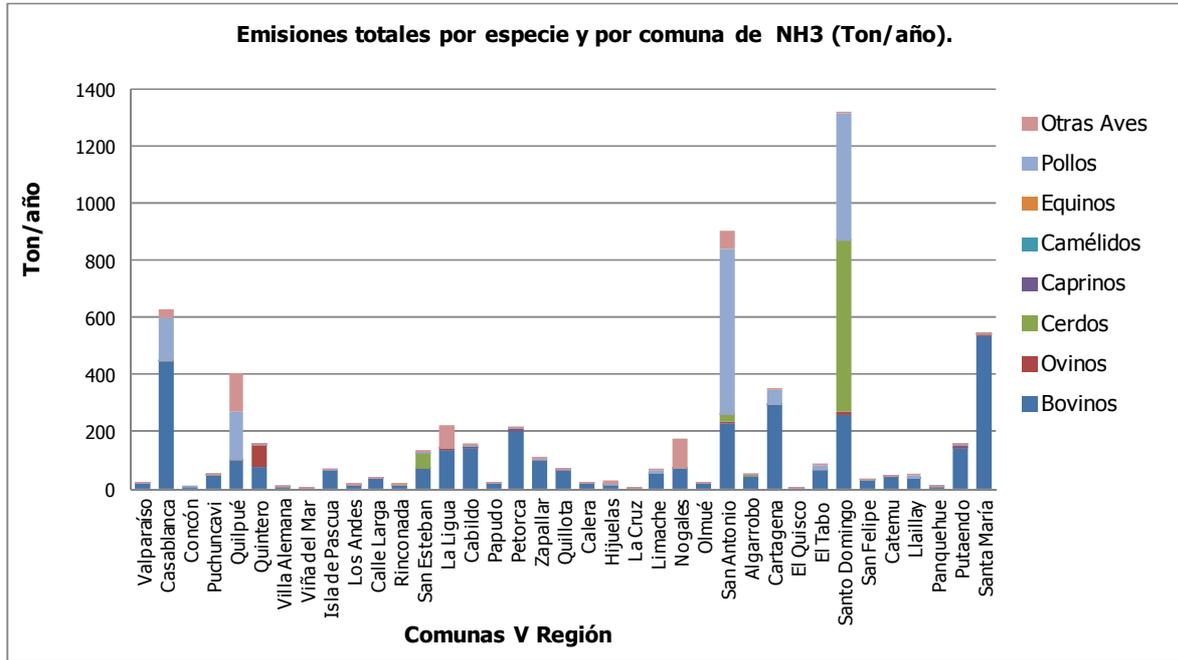


Figura 104. Emisiones Totales por especie y comunas de la V Región de NH3 (Ton/año).

Fuente: Elaboración propia.

9 FUENTES FUGITIVAS

9.1 Construcción y Demolición

9.1.1 Construcción de Caminos

Metodología y Factores de Emisión

El factor de emisión utilizado para la evaluación de las emisiones asociadas a la construcción de caminos, fue tomado de "Section 7.8 Road Construction Dust, CARB" revisión agosto 1997, y está basado en el Midwest Research Institute de California, año 1996.

Tabla 185. Factores de emisión para construcción de caminos (kg/m²-mes)

Factores de emisión	MP10	PTS
Construcción de caminos	0,0247	0,042

Fuente: CARB, California, 1997

Niveles de Actividad.

La red vial del país está bajo la gestión de dos instituciones públicas: el Ministerio de Obras Públicas (MOP).

Tabla 186: Metros cuadrados de caminos construidos en la V región.

Comuna	Área m2
Valparaíso	1.230.320
Casablanca	4.950.512
Concón	6.174.380
Puchuncavi	3.953.400
Quilpué	3.067.092
Quintero	2.381.980
Villa Alemana	2.154.012
Viña del Mar	4.462.072
Los Andes	3.269.500
Calle Larga	1.184.824
Rinconada	952.404
San Esteban	2.104.540
La Ligua	5.047.540
Cabildo	2.577.200
Papudo	3.561.220
Petorca	1.807.400
Zapallar	4.936.920

Calera	7.276.412
Hijuelas	5.623.040
La Cruz	3.862.112
Limache	8.078.352
Nogales	4.907.400
Olmué	1.391.260
San Antonio	2.947.856
Algarrobo	3.032.332
Cartagena	2.608.532
El Quisco	2.340.056
El Tabo	2.357.288
Santo Domingo	722.800
San Felipe	4.725.264
Catemu	2.107.660
Llailay	2.350.380
Panquehue	2.149.740
Putendo	2.768.440
Santa María	1.421.220
Total	114.485.460

Fuente: MOP

Calculo de Emisiones.

A través de la metodología y factores descritos anteriormente se obtuvieron las siguientes emisiones:

Tabla 187: Emisiones (ton/año) provenientes de la construcción de caminos en la V Región.

Emisiones (Ton/año) proveniente de la Construcción de Caminos.		
Comuna	MP10	PTS
Valparaíso	364,67	620,08
Casablanca	1.467,33	2.495,06
Concón	1.830,09	3.111,89
Puchuncavi	1.171,79	1.992,51
Quilpué	909,09	1.545,81
Quintero	706,02	1.200,52
Villa Alemana	638,45	1.085,62
Viña del Mar	1.322,56	2.248,88
Los Andes	969,08	1.647,83
Calle Larga	351,18	597,15
Rinconada	282,29	480,01
San Esteban	623,79	1.060,69

La Ligua	1.496,09	2.543,96
Cabildo	763,88	1.298,91
Papudo	1.055,55	1.794,85
Petorca	535,71	910,93
Zapallar	1.463,30	2.488,21
Calera	2.156,73	3.667,31
Hijuelas	1.666,67	2.834,01
La Cruz	1.144,73	1.946,50
Limache	2.394,42	4.071,49
Nogales	1.454,55	2.473,33
Olmué	412,37	701,20
San Antonio	873,74	1.485,72
Algarrobo	898,78	1.528,30
Cartagena	773,17	1.314,70
El Quisco	693,59	1.179,39
El Tabo	698,70	1.188,07
Santo Domingo	214,24	364,29
San Felipe	1.400,57	2.381,53
Catemu	624,71	1.062,26
Llailay	696,65	1.184,59
Panquehue	637,18	1.083,47
Putendo	820,57	1.395,29
Santa María	421,25	716,29
Total	33.933,49	57.700,67

Fuente: Elaboración Propia.

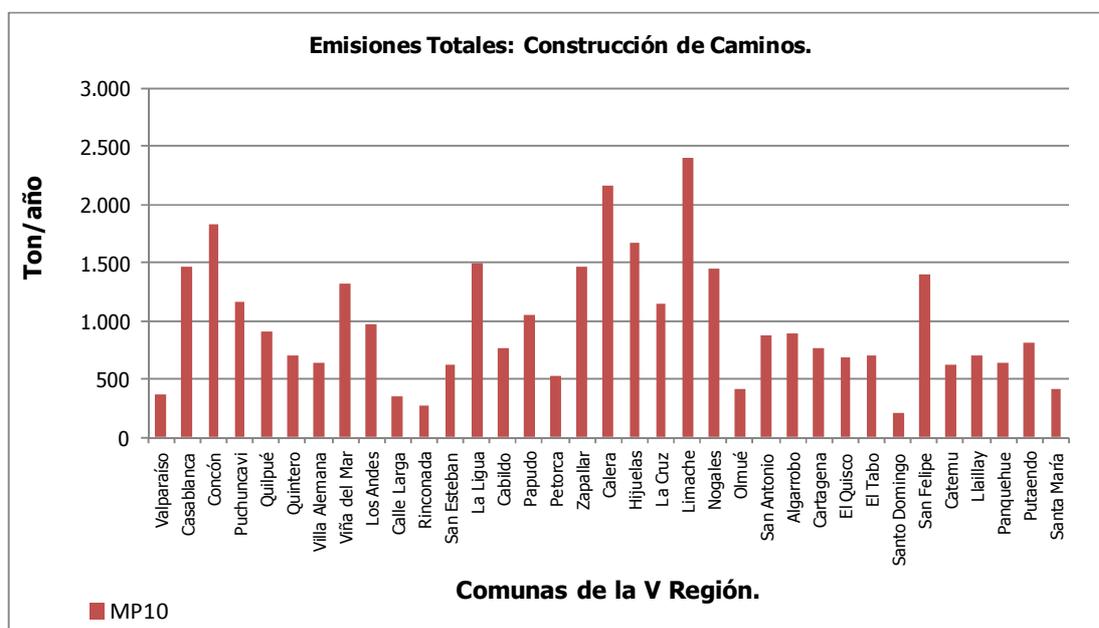


Figura 105: Emisiones (ton/año) proveniente de la construcción de caminos en la V Región.

Fuente: Elaboración Propia.

9.1.2 Construcción de Edificios.

Factores de emisión.

El factor de emisión utilizado para este tipo de fuente es el reportado por la CARB, Sección 7.7 "Building Construction Dust" (Revised September 2002), que se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 188. Factores de emisión para construcción de caminos (kg/m²-mes)

Tipo de Construcción	Factor de Emisión (kg/m ² -mes)	
	PTS	MP10
Viviendas, comercio y servicio	0,0556	0,0272

Fuente: CARB Section: 7.7 Building Construction Dust", revisión 2002.

Niveles de Actividad.

Los niveles de actividad necesarios para esta fuente emisora corresponden a la superficie construida por comuna, para el año en evaluación, separada en residencial, comercial y servicios. Se considera una duración de las obras de en promedio 6 meses para construcción de viviendas y 11 meses para el sector comercio y servicios.

La información de superficie construida es obtenida de estadísticas INE para el año de interés, a partir de su Anuario de Edificación.

Calculo de Emisiones.

A través de la metodología y factores descritos anteriormente se obtuvieron las siguientes emisiones:

Tabla 189: Emisiones (ton/año) provenientes de la construcción de Edificios

Emision (Ton/año) viviendas		Emision (Ton/año) Comercio		Emision (Ton/año) Servicio		Total emisiones	
PTS	MP10	PTS	MP10	PTS	MP10	PTS	MP10
59,13	28,93	24,52	11,99	24,11	11,80	107,76	52,72
5,98	2,92	2,48	1,21	2,44	1,19	10,90	5,33
11,05	5,41	4,58	2,24	4,51	2,20	20,14	9,85
3,32	1,63	1,38	0,67	1,35	0,66	6,05	2,96
32,85	16,07	13,62	6,66	13,39	6,55	59,86	29,28
5,31	2,60	2,20	1,08	2,17	1,06	9,68	4,74
26,30	12,86	10,90	5,33	10,72	5,25	47,92	23,44
62,89	30,77	26,07	12,76	25,65	12,55	114,61	56,07
15,39	7,53	6,38	3,12	6,28	3,07	28,05	13,72
2,37	1,16	0,98	0,48	0,97	0,47	4,32	2,11
1,66	0,81	0,69	0,34	0,68	0,33	3,03	1,48
3,61	1,76	1,50	0,73	1,47	0,72	6,57	3,22
7,90	3,87	3,28	1,60	3,22	1,58	14,40	7,05
4,44	2,17	1,84	0,90	1,81	0,89	8,09	3,96
1,15	0,56	0,48	0,23	0,47	0,23	2,10	1,03
2,10	1,03	0,87	0,43	0,86	0,42	3,83	1,87
1,46	0,72	0,61	0,30	0,60	0,29	2,66	1,30
18,36	8,98	7,61	3,72	7,49	3,66	33,45	16,36
11,61	5,68	4,81	2,35	4,73	2,32	21,15	10,35
3,94	1,93	1,63	0,80	1,61	0,79	7,17	3,51
3,27	1,60	1,35	0,66	1,33	0,65	5,95	2,91
9,49	4,64	3,93	1,92	3,87	1,89	17,29	8,46
5,40	2,64	2,24	1,09	2,20	1,08	9,83	4,81
3,37	1,65	1,40	0,68	1,37	0,67	6,14	3,00
20,81	10,18	8,63	4,22	8,48	4,15	37,92	18,55
2,53	1,24	1,05	0,51	1,03	0,50	4,61	2,25
4,87	2,38	2,02	0,99	1,99	0,97	8,88	4,35
2,91	1,42	1,21	0,59	1,19	0,58	5,30	2,59
2,17	1,06	0,90	0,44	0,88	0,43	3,95	1,93
1,86	0,91	0,77	0,38	0,76	0,37	3,40	1,66
16,01	7,83	6,64	3,25	6,53	3,19	29,19	14,28
2,82	1,38	1,17	0,57	1,15	0,56	5,14	2,51
5,01	2,45	2,08	1,02	2,04	1,00	9,13	4,47
1,57	0,77	0,65	0,32	0,64	0,31	2,87	1,40
3,57	1,75	1,48	0,72	1,46	0,71	6,50	3,18

3,06	1,50	1,27	0,62	1,25	0,61	5,58	2,73
369,52	180,77	153,21	74,95	150,69	73,72	673,4	329,4

Fuente: Elaboración Propia.

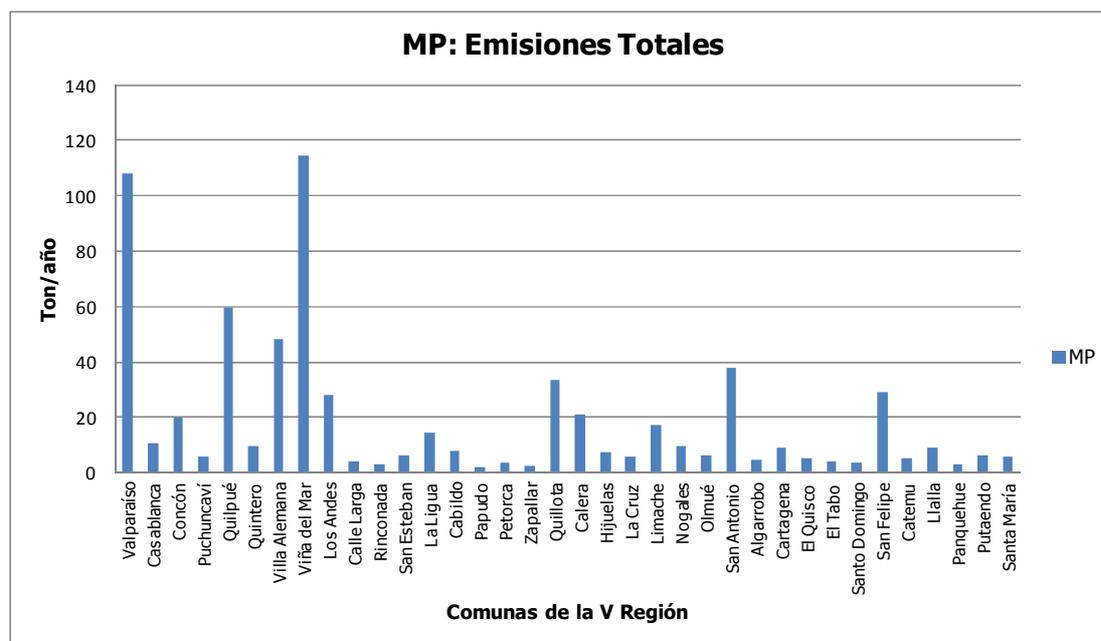


Figura 106: Emisiones (ton/año) proveniente de la construcción de viviendas en la V Región.

Fuente: Elaboración Propia.

9.1.3 Producción de áridos

Metodología de cálculo de emisiones

La ecuación general para estimar emisiones de producción de áridos según el último reporte de la AP-42, Fifth Edition es la siguiente:

$$E = Fe * A * (1 - Ea/100) \quad \text{Ecuación 18}$$

Donde,

E = Emisión (ton/año)

Fe = Factor de emisión

A = Nivel de actividad

Ea = Eficiencia de abatimiento (%)

Dentro de la producción de áridos existen diferentes actividades asociadas a la emisión de polvo fugitivo MP₁₀, las cuales se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 190. Tipos de fuentes o actividades emisoras asociadas a la producción de áridos.

ACTIVIDAD	
a)	Extracción en el Frente
b)	Emisión por transferencias discretas de material
c)	Emisión por transferencias continuas de material
d)	Emisión por operaciones de chancado.
e)	Emisión por clasificación
f)	Emisión por acopio de productos
g)	Emisión por circulación en caminos sin pavimentar interior natural
h)	Tamizado

a) Extracción en el Frente

Las emisiones asociadas con la extracción de material corresponden a la suma de actividades producidas por el funcionamiento de una retroexcavadora y por transferencias discretas de material al cargar el material en los camiones que transportan el material extraído a un establecimiento.

b) Transferencias discretas de material (kg/ton)

Las transferencias discretas de material corresponden a operaciones donde una cantidad fija de material es transferida desde el balde de pala, tolva de camión etc, hasta otra superficie receptora. Tales operaciones se realizan principalmente en el carguío de camiones y en la alimentación del buzón de alimentación y chancadores de las plantas de procesamiento de los áridos.

En la tabla siguiente se ilustran las etapas del proceso en donde se producen este tipo de transferencias.

Tabla 191. Etapas del proceso donde se producen transferencias discretas.

Etapas	Descripción
Carguío de camiones	Carga material desde el lugar de extracción hasta la planta
Chancado primario	Cuando los camiones descargan material en los buzones de los chancadores
Retiro del material	Al cargar el material procesado en los camiones que lo retiran de la planta.

c) Transferencias continuas de material

Las transferencias continuas de material corresponden a operaciones ininterrumpidas (durante un intervalo de tiempo prolongado), donde un material es transferido desde una

correa transportadora o elemento similar hacia un elemento o superficie receptora.

d) Actividades de Chancado

Las operaciones de chancado pueden constituir fuentes significativas de emisión de material particulado, si realiza un proceso en seco o si son controladas con algún sistema de abatimiento o control de polvo. Una parte importante la constituyen las partículas pesadas (de gran diámetro), las cuales sedimentan cerca de la fuente (dentro del área de las instalaciones). Los factores que inciden mayormente en la emisión de material particulado son la humedad de la roca, el contenido de finos, el tipo de equipos involucrados, las prácticas de operación y las condiciones climáticas (principalmente viento y precipitación).

e) Actividades de clasificación de material pétreo

Las operaciones de harneo generalmente separan los flujos de proceso en dos o tres fracciones, previo a la etapa de chancado, mediante el uso de parrillas vibratorias. El uso de harneros permite asegurar la granulometría del producto.

f) Acopio de Material (Kg/día/Ha)

Las partículas finas presentes en una superficie expuesta al viento pueden ser emitidas a la atmósfera si la velocidad del viento incidente sobrepasa cierto valor límite que permite que se genere un arrastre de las partículas (erosión eólica),

El estudio de esta fuente emisora (EPA, reporte AP-42) ha concluido que la erosión de una superficie se produce en lapsos muy breves de tiempo (del orden de un par de minutos). Por lo general se requieren velocidades de viento superiores a 20 km/hr.

g) Levantamiento de polvo por tránsito de camiones (Kg/km – viajes) por caminos sin pavimentar.

La metodología actualizada para estimar las emisiones generadas por esta actividad se presentan en la sección "Maquinaria dentro de plantas de áridos".

Nivel de Actividad

La información fue obtenida mediante encuestas en la plantas de producción de aridos en la V región. Dicha información se aprecia en la siguiente tabla:

Tabla 192: Antecedentes de las plantas de producción de aridos en la V Región.

Establecimiento	Comuna	Cantidad de Extracción anual	Unidad	Nivel de Producción de árido	Unidad	Tipo de maquinaria utilizada	Horario de trabajo
-----------------	--------	------------------------------	--------	------------------------------	--------	------------------------------	--------------------

Aridos Javier Rodriguez	La Ligua	12.000	m3/año	1000	m3/mes	1 Cargador frontal/ 3 camion tolva	8-12/15-17	
Tecnomix S.A	Llay-Llay	29.120	m3/año	80	m3/día	Buzon de dosificador y 2 camiones tolva	8/18:30	
Tricam limitada	La Ligua	35.000	m3/año	3000	m3/mes	1 Excavador, 2 cargador frontal	8-12/13-18	
Planta de árido cordova Ltda	San Felipe	50.000	m3/año	12000	m3/mes	1 excavadora, 1 cargador frontal y 1 camion acarreo	8:30/17:00	
Aridos Santa Elsa	Los Andes	10.000	m3/año	6000	m3/mes	chancador, correa trasportadora, calibrador, 1 cargador, 2 camiones, 1 retroexcavador.	8:00/18:00	
Aridos Sergio Vargas	San Felipe	12.000	m3/año	1000	m3/mes	seleccionador,1 cargador, 1 excavador y 2 camiones	8:00/17:00	
Aridos tre esquinas Ltda.	San Felipe	30.000	m3/año	15000	m3/mes	1 Excavadora,1 cargador y 1 camion acarreo	8:00/17:00	
Planta de aridos Guardia Vieja	Los Andes	40.000	m3/año	24000	m3/mes	1 Excavadora, 1 cargador y 2 camion	8:00/17:00	
Planta de aridos el sausal	Los Andes	12.000	m3/año	1000	m3/mes	1 Excavadora, 1 cargador y seleccionador integral y 2 camiones	8:00/18:00	
cantidad de material extraido que trasporta un camion en un viaje a la planta	Unidad	cantidad de viajes diarios	Superficie de acopio del árido	Unidad	Tiempo de acopio	Contenido de humedad del árido		
						Grava	Gravilla	Arena
8	m3	18	0.5	ha	semanal	No se sabe	No se sabe	No se sabe
7	m3	30	0.0045	ha	Permanente	0.50%	0.70%	7%
8	m3	25	2.8	ha	30 días	4%	4%	4%
7	m3	96	2	ha	1 semana (240 m3)	80%	80%	80%
7	m3	15	1	ha	una semana	70%	80%	80%
8	m3	22	0.2	ha	1 semana	60%	70%	70%
7	m3	50	0.02	ha	2 días	70%	70%	80%
7	m3	25	0.2	ha	1 semana (480 m2)	80%	80%	80%

8	m3	13	1	ha	variable	80%	80%	80%
---	----	----	---	----	----------	-----	-----	-----

Coeficiente de tamaño de la partícula (diámetro)			Tipo de chancado aplicado	Sistema de control de polvo	Eficiencia del control de polvo	Tipo de horneado utilizado (granulometría)	Contenido finos de material (%)
Grava	Gravilla	Arena					
1,5 pulgadas	3/4 pulgada	3/8 pulgada	Primario y secundario	Si se humidese	90%	1,5 pulgadas, 3/4 pulgadas y 3/8 pulgadas	20%
> 40 mm	>20<40 mm	<20 mm	No hay chancado solo se mazclan	no	0%	No se realiza horneado	20%
1,5 pulgadas	2/4 pulgada	3/8 pulgada	Primario y secundario	Si se humidese	90%	1,5 pulgadas, 3/4 pulgadas y 3/8 pulgadas	20%
10 mm	10 a 40 mm	< 10mm	Primario y secundario	si, se aplica agua en todo el proceso	90%	1 1/2 pulg, 3/4 pulg	5%
19 mm	32 mm	< 13 mm	Primario y secundario	si	90%	6 pulga y 8 pulg	5%
1 1/2 pulg	3/4 pulgada	< 10 mm	no tiene	no aplica	0	< 12 mm, 3/4 pulg y 1 1/2 pulg	20%
10 mm	3/4 pulgada	1 1/2 pulg	Primario y secundario	si	90%	10 mm, 3/4 pulg y 1 1/2 pulg	20%
3/8 pulg	3/4 pulgada	1 1/2 pulgada	primario	si	90%	3/8 pulg, 3/4 pulg y 1 1/2 pulg	5%
3/4 pulgada	1 1/2 pulgada	8 mm	no tiene	no aplica	0	8 mm	5%

Fuente: Plantas de Aridos de la V Región.

Calculo de Emisiones.

A través de las metodologías y factores de emisión descritos anteriormente se estimaron las siguientes emisiones:

Emisiones de Transferencia Continua de Material

Tabla 193: Emisiones por Transferencia continúa de material.

Establecimieto	Comuna	Emision (Ton/año)
Aridos Javier Rodriguez	La Ligua	0,00045
Tecnomix S.A	Llay-Llay	0,00790
Tricam limitada	La Ligua	0,00132
Planta de árido cordova Ltda	San Felipe	0,00047
Aridos Santa Elsa	Los Andes	0,00009
Aridos Sergio Vargas	San Felipe	0,00452
Aridos tre esquinas Ltda.	San Felipe	0,00113
Planta de aridos Guardia Vieja	Los Andes	0,00039
Planta de aridos el sausal	Los Andes	0,00118
Total		0,01747

Fuente: Elaboracion Propia.

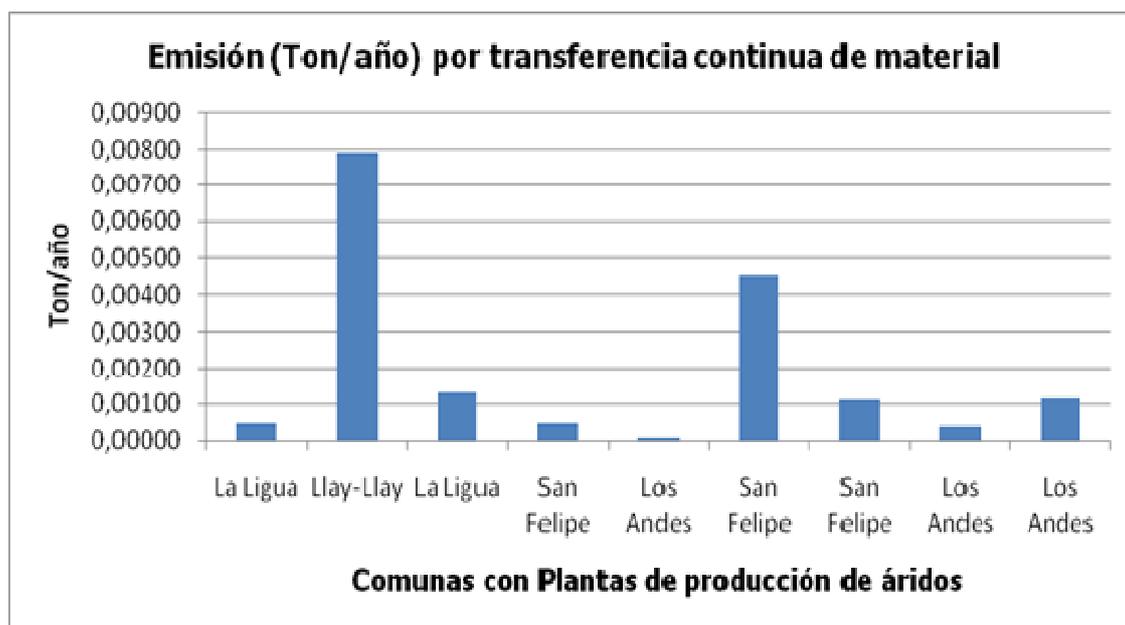


Figura 107: Emisiones por Transferencia continúa de material.

Fuente: Elaboracion Propia.

Emisiones producto del Chancado de material.

Tabla 194: Emisiones de MP10 producto del chancado de material.

Establecimieto	Comuna	Emisión MP 10 (Ton/año)
Aridos Javier Rodriguez	La Ligua	0,001114
Tecnomix S.A	Llay-Llay	0
Tricam limitada	La Ligua	0,003248
Planta de árido cordova Ltda	San Felipe	0,004640
Aridos Santa Elsa	Los Andes	0,000928
Aridos Sergio Vargas	San Felipe	0
Aridos tre esquinas Ltda.	San Felipe	0,002784
Planta de aridos Guardia Vieja	Los Andes	0,001856
Planta de aridos el sausal	Los Andes	0
Total		0,014570

Fuente: Elaboración Propia.

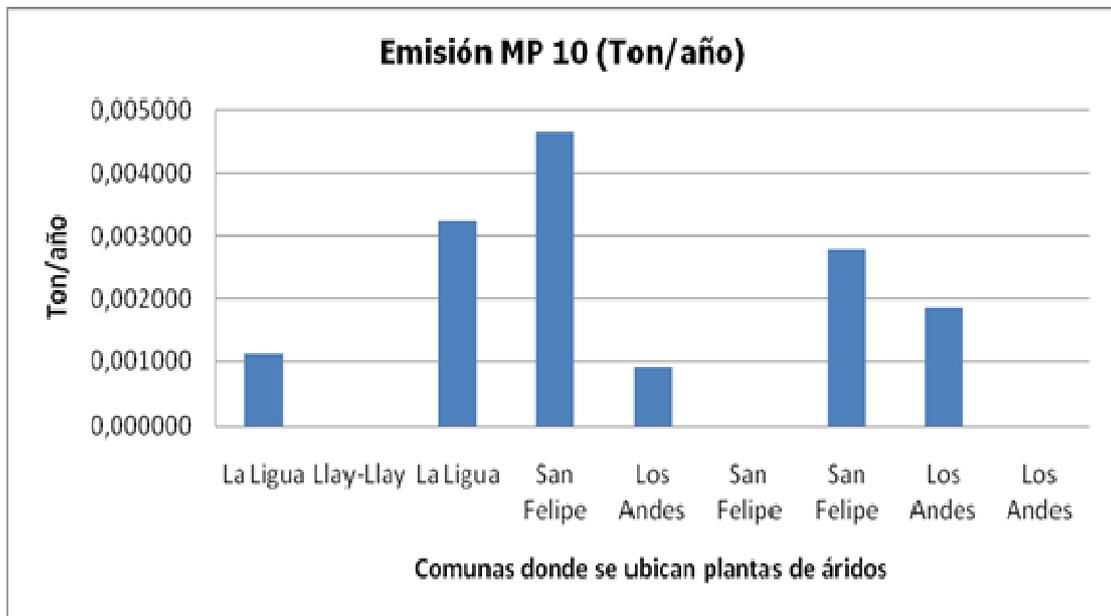


Figura 108: Emisiones de MP10 producto del chancado de material.

Fuente: Elaboración Propia.

Clasificación de Material

Tabla 195: emisiones producto de la clasificación de materiales.

Establecimieto	Comuna	Emision (Ton/año)
Aridos Javier Rodriguez	La Ligua	0,1152
Tecnomix S.A	Llay-Llay	2,79552
Tricam limitada	La Ligua	0,336
Planta de árido cordova Ltda	San Felipe	0,48
Aridos Santa Elsa	Los Andes	0,096
Aridos Sergio Vargas	San Felipe	1,152
Aridos tre esquinas Ltda.	San Felipe	0,288
Planta de aridos Guardia Vieja	Los Andes	0,384
Planta de aridos el sausal	Los Andes	1,152
Total		6,79872

Fuente: Elaboración Propia.

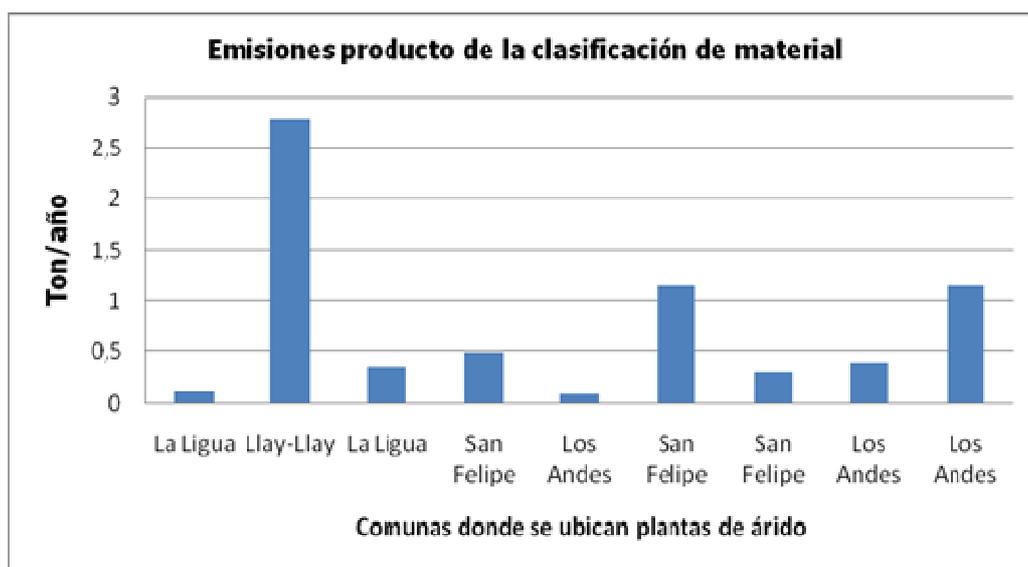


Figura 109: emisiones producto de la clasificación de materiales.

Fuente: Elaboración Propia.

Polvo Resuspendido

Tabla 196: Emisiones producto de polvo resuspendido en plantas de aridos.

Emision por Polvo Resuspendido				
Establecimieto	Comuna	(PTS)	MP 10	MP 2,5
Aridos Javier Rodriguez	La Ligua	0,134	0,041	0,0018045
Tecnomix S.A	Llay-Llay	0,001	0	0,000009
Tricam limitada	La Ligua	0,261	0,08	0,0035187
Planta de árido cordova Ltda	San Felipe	0,091	0,028	0,0009276
Aridos Santa Elsa	Los Andes	0,081	0,025	0,0008245
Aridos Sergio Vargas	San Felipe	0,08	0,024	0,0010767
Aridos tre esquinas Ltda.	San Felipe	0,016	0,005	0,0002153
Planta de aridos Guardia Vieja	Los Andes	0,03	0,009	0,0003092
Planta de aridos el sausal	Los Andes	0,081	0,025	0,0008245
Total		0,773	0,773	0,237

Fuente: Elaboración Propia.

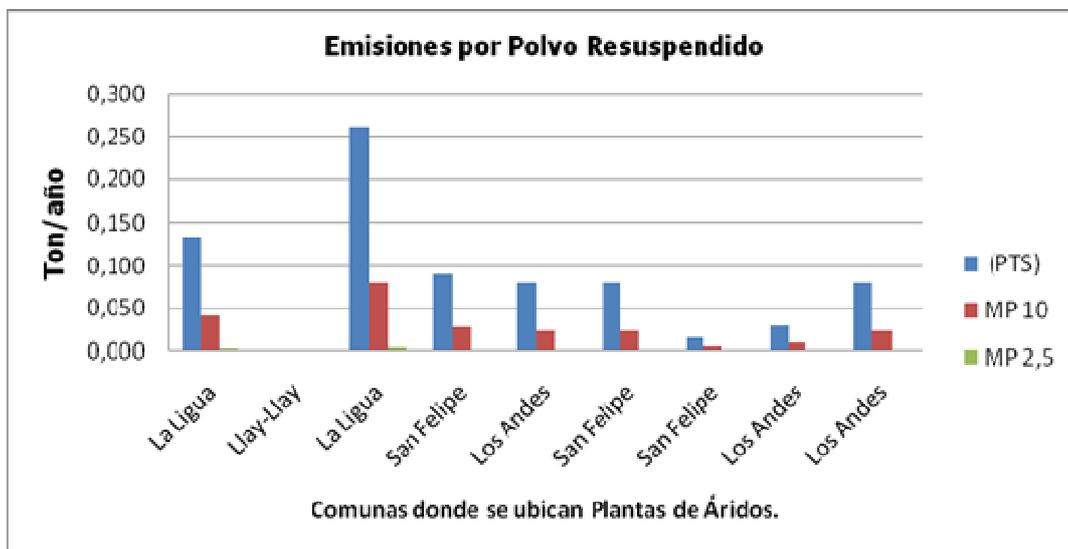


Figura 110: Emisiones producto de polvo resuspendido en plantas de aridos.

Fuente: Elaboración Propia.

Extracción al frente

Tabla 197: Emisiones por extracción al frente

Establecimieto	Comuna	Emision (Ton/año)
Aridos Javier Rodriguez	La Ligua	0,0192
Tecnomix S.A	Llay-Llay	0,046592
Tricam limitada	La Ligua	0,056
Planta de árido cordova Ltda	San Felipe	0,08
Aridos Santa Elsa	Los Andes	0,016
Aridos Sergio Vargas	San Felipe	0,0192
Aridos tre esquinas Ltda.	San Felipe	0,048
Planta de aridos Guardia Vieja	Los Andes	0,064
Planta de aridos el sausal	Los Andes	0,0192
Total		0.368192

Fuente: Elaboración Propia.

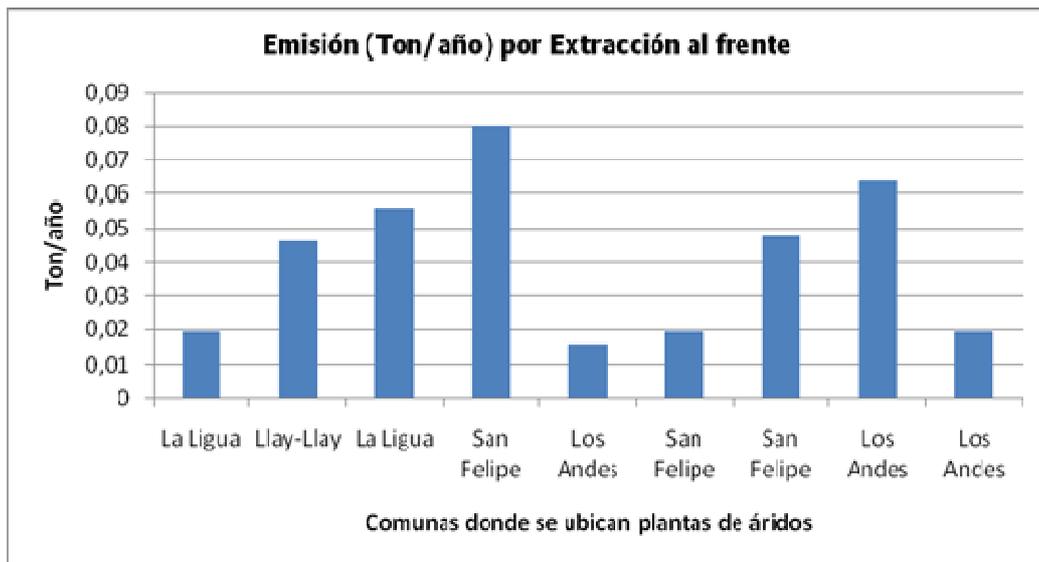


Figura 111: Emisiones por extracción al frente

Fuente: Elaboración Propia.

Acopio de Material

Tabla 198: Emisiones producto de acopio de material.

Establecimieto	Comuna	Emisión MP10 (Ton/año)	Emisión PTS (Ton/año)
Aridos Javier Rodriguez	La Ligua	9,15E+00	0,00018291
Tecnomix S.A	Llay-Llay	8,25E-02	1,65E-01
Tricam limitada	La Ligua	0,00051215	0,0010243
Planta de árido cordova Ltda	San Felipe	9,10E+00	0,0001819
Aridos Santa Elsa	Los Andes	4,55E+00	9,10E+00
Aridos Sergio Vargas	San Felipe	3,64E+00	7,28E+00
Aridos tre esquinas Ltda.	San Felipe	3,64E-01	7,28E-01
Planta de aridos Guardia Vieja	Los Andes	9,10E-01	1,82E-02
Planta de aridos el sausal	Los Andes	4,55E+00	9,10E+00
Total		0.000835444	0,0008354

Fuente: Elaboración Propia.

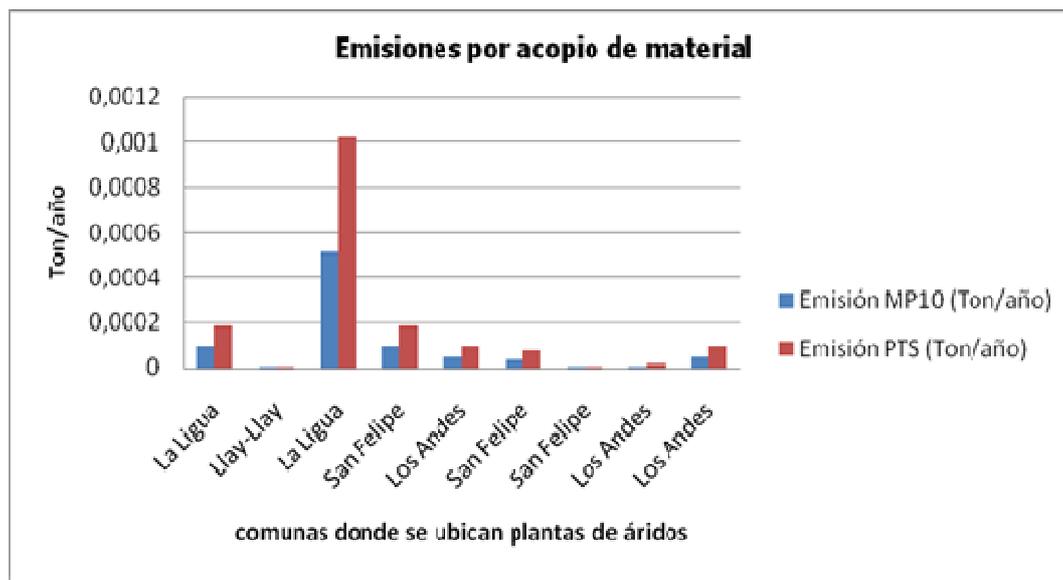


Figura 112: Emisiones producto de acopio de material.

Fuente: Elaboración Propia.

Transferencia discreta de material

Tabla 199: Emisiones producto de la transferencia de material.

Establecimiento	Comuna	Emision (Ton/año)
Aridos Javier Rodriguez	La Ligua	0,0088419
Tecnomix S.A	Llay-Llay	0,13998714
Tricam limitada	La Ligua	0,02578889
Planta de árido cordova Ltda	San Felipe	0,03684127
Aridos Santa Elsa	Los Andes	0,00775368
Aridos Sergio Vargas	San Felipe	0,08841904
Aridos tre esquinas Ltda.	San Felipe	0,02210476
Planta de aridos Guardia Vieja	Los Andes	0,03101472
Planta de aridos el sausal	Los Andes	0,09304416
Total		0,453795544

Fuente: Elaboración Propia.

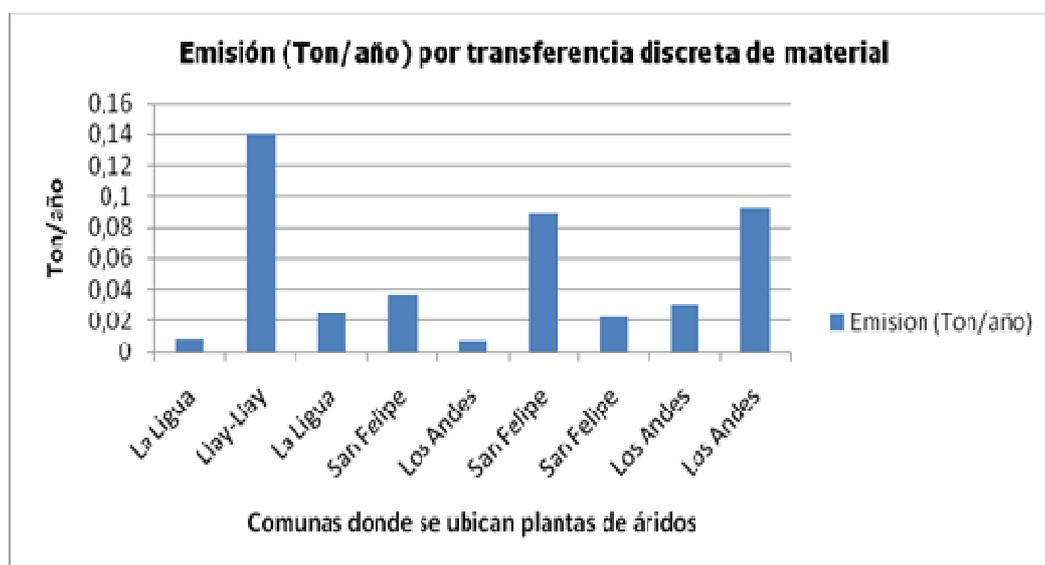


Figura 113: Emisiones producto de la transferencia de material.

Fuente: Elaboración Propia.

Tamizado

Tabla 200: Emisiones producto de Tamizado.

Establecimiento	Comuna	Emision (Ton/año) PTS	Emision (Ton/año) MP10
Aridos Javier Rodriguez	La Ligua	0,29	0,06
Tecnomix S.A	Llay-Llay	6,98	1,40
Tricam limitada	La Ligua	0,84	0,17
Planta de árido cordova Ltda	San Felipe	1,20	0,24
Aridos Santa Elsa	Los Andes	0,24	0,05
Aridos Sergio Vargas	San Felipe	2,88	0,58
Aridos tre esquinas Ltda.	San Felipe	0,72	0,14
Planta de aridos Guardia Vieja	Los Andes	0,96	0,19
Planta de aridos el sausal	Los Andes	2,88	0,58
Total		16,99	3,40

Fuente: Elaboración Propia.

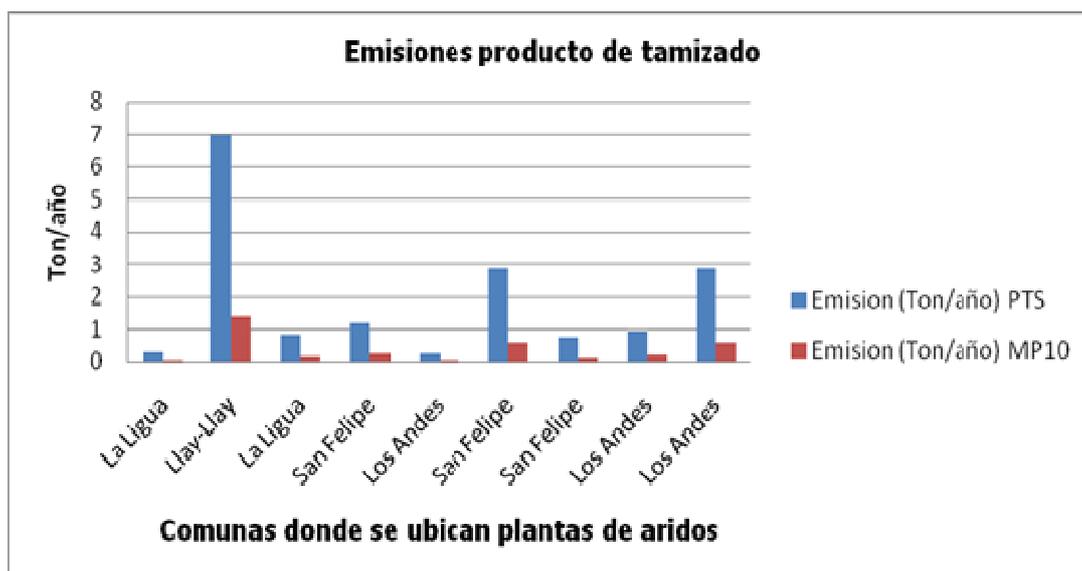


Figura 114: Emisiones producto de Tamizado.

Fuente: Elaboración Propia.

9.2 Polvo Resuspendido

9.2.1 Polvo resuspendido desde calles pavimentadas y no pavimentadas

Calles pavimentadas

Esta metodología ya fue descrita en el capítulo de fuentes móviles.

Calles no pavimentadas

Esta metodología ya fue descrita en el capítulo de fuentes móviles ya que en el caso de la red interurbana es posible aplicarla a nivel de la red vial.

9.2.2 Preparación de Terrenos Agrícolas.

Factores de emisión.

El factor de emisión que utiliza la metodología de la CARB proviene del "AP-42 4^{ta} edición Section 11.2.2", el cual se describe a continuación:

$$Fe = \frac{4.8 * k * s^{0.6}}{2000}$$

Ecuación 19

Donde :

Fe: factor de emisión [ton/pasadas]

K: depende de la fracción del tamaño de partícula de interés. Para MP-10 el valor de k usado en California ("**Section 7.4 Agricultural Land Preparation, CARB, 1997**") corresponde a 0,148.

s : contenido de fino en el material. Cuando no se cuenta con este tipo información la EPA recomienda un valor 18%.

El factor de emisión de EPA no considera una asociación entre la humedad del suelo y las emisiones. Sin embargo, la metodología de la CARB aconseja aplicar reducciones al factor de emisión en las épocas invernales, debido a que las emisiones del polvo son reducidas cuando la humedad del suelo es más alta. Por lo tanto, la metodología incorpora una corrección de la emisión durante los meses más húmedos del año, valores de 25 y 50% recomendados por CARB, aplicando el primero para los meses de mayo y agosto y el segundo para junio y julio. Cabe mencionar que estos valores de corrección provienen de la metodología internacional que ha sido tomada como base para los inventarios nacionales, y como tales se consideran como valores de referencia y aplicables a la región en estudio.

En la siguiente tabla se entrega una lista de los factores utilizados por tipo de cultivo

Tabla 201: factores de Emisión para Preparación de Terrenos Agrícolas.

CATEGORIA		CONTAM.	FACTOR DE EMISIÓN	UNIDAD	FUENTE
Cereales y Chacras	Arroz (con cáscara)	PTS	0,001569085	(ton PTS/ha)	El Factor de emisión del "AP -42 4ta edición Section 11.2.2" . Agencia Ambiental de California "Section 7.4 Agricultural Land Preparation, CARB, 1997"
	Avena (grano seco)	PTS	0,000313817	(ton PTS/ha)	
	Cebada cervecera	PTS	0,000313817	(ton PTS/ha)	
	Cebada forrajera	PTS	0,000313817	(ton PTS/ha)	
	Centeno	PTS	0,000313817	(ton PTS/ha)	
	Maíz (grano seco)	PTS	0,001255268	(ton PTS/ha)	
	Quínoa	PTS	0,001255268	(ton PTS/ha)	
	Trigo blanco	PTS	0,000313817	(ton PTS/ha)	
	Trigo candeal	PTS	0,000313817	(ton PTS/ha)	
	Triticale	PTS	0,001569085	(ton PTS/ha)	
	Arveja (grano seco)	PTS	0,001569085	(ton PTS/ha)	
	Chícharo	PTS	0,001255268	(ton PTS/ha)	
	Garbanzo	PTS	1,8829E-05	(ton PTS/ha)	
	Lenteja	PTS	0,001255268	(ton PTS/ha)	
	Papa	PTS	0,001569085	(ton PTS/ha)	
	Poroto de consumo interno	PTS	0,001569085	(ton PTS/ha)	
Poroto de exportación	PTS	0,001569085	(ton PTS/ha)		
Cultivo Industrial	Amaranto	PTS	0,001569085	(ton PTS/ha)	El Factor de emisión del "AP -42 4ta edición Section 11.2.2" . Agencia Ambiental de California "Section 7.4 Agricultural Land Preparation, CARB, 1997"
	Cedrón	PTS	0,000392271	(ton PTS/ha)	
	Curagüilla (rama)	PTS	0,000392271	(ton PTS/ha)	
	Linaza (semilla)	PTS	0,000941451	(ton PTS/ha)	
	Maní	PTS	0,001882902	(ton PTS/ha)	
	Manzanilla	PTS	0,001569085	(ton PTS/ha)	
	Maravilla	PTS	0,000392271	(ton PTS/ha)	
	Mimbre	PTS	0,000282435	(ton PTS/ha)	
	Piretro	PTS	0,000282435	(ton PTS/ha)	
	Remolacha azucarera	PTS	0,001569085	(ton PTS/ha)	
	Soya o poroto de soya	PTS	0,000392271	(ton PTS/ha)	
	Tabaco	PTS	0,000313817	(ton PTS/ha)	
	Otros	PTS	0,001569085	(ton PTS/ha)	
Hortaliza	Acelga	PTS	0,00141218	(ton PTS/ha)	El Factor de emisión del

Achicoria	PTS	0,00156909	(ton PTS/ha)	"AP –42 4ta edición Section 11.2.2" . Agencia Ambiental de California "Section 7.4 Agricultural Land Preparation, CARB, 1997"
Ají	PTS	0,00156909	(ton PTS/ha)	
Ajo	PTS	0,00125527	(ton PTS/ha)	
Albahaca	PTS	0,00156909	(ton PTS/ha)	
Alcachofa	PTS	0,00094145	(ton PTS/ha)	
Alcayota	PTS	0,00156909	(ton PTS/ha)	
Apio	PTS	0,00141218	(ton PTS/ha)	
Arveja verde	PTS	0,00156909	(ton PTS/ha)	
Berenjena	PTS	0,00156909	(ton PTS/ha)	
Betarraga	PTS	0,00156909	(ton PTS/ha)	
Brócoli	PTS	0,00156909	(ton PTS/ha)	
Cebolla de guarda	PTS	0,00156909	(ton PTS/ha)	
Cebolla temprana	PTS	0,00141218	(ton PTS/ha)	
Choclo	PTS	0,00125527	(ton PTS/ha)	
Cilantro	PTS	0,00156909	(ton PTS/ha)	
Coliflor	PTS	0,00156909	(ton PTS/ha)	
Endibia	PTS	0,00156909	(ton PTS/ha)	
Espárrago	PTS	0,00062763	(ton PTS/ha)	
Espinaca	PTS	0,00141218	(ton PTS/ha)	
Haba	PTS	0,00156909	(ton PTS/ha)	
Huerta casera	PTS	0,00156909	(ton PTS/ha)	
Lechuga	PTS	0,00141218	(ton PTS/ha)	
Melón	PTS	0,00125527	(ton PTS/ha)	
Orégano	PTS	0,00156909	(ton PTS/ha)	
Otras	PTS	0,00156909	(ton PTS/ha)	
Pepino de ensalada	PTS	0,00156909	(ton PTS/ha)	
Pepino dulce	PTS	0,00156909	(ton PTS/ha)	
Perejil	PTS	0,00141218	(ton PTS/ha)	
Pimiento	PTS	0,00219672	(ton PTS/ha)	
Poroto granado	PTS	0,00156909	(ton PTS/ha)	
Poroto verde	PTS	0,00156909	(ton PTS/ha)	
Puerro	PTS	0,00156909	(ton PTS/ha)	
Rabanito	PTS	0,00156909	(ton PTS/ha)	
Repollo	PTS	0,00141218	(ton PTS/ha)	
Sandía	PTS	0,00125527	(ton PTS/ha)	
Tomate de consumo fresco	PTS	0,00219672	(ton PTS/ha)	
Tomate industrial	PTS	0,00219672	(ton PTS/ha)	
Zanahoria	PTS	0,00156909	(ton PTS/ha)	
Zapallito Italiano	PTS	0,00125527	(ton PTS/ha)	

	Zapallo temprano y guarda	PTS	0,00125527	(ton PTS/ha)	
	otras	PTS	0,00156909	(ton PTS/ha)	

Niveles de actividad.

De acuerdo a la metodología de cálculo presentada anteriormente, el nivel de actividad asociado a la preparación de terrenos agrícolas, queda definido por:

- Superficie, en acres, del cultivo tipo "i", A_{ci}
- Operaciones por acre del cultivo tipo "i", PA_{ci}

Las hectáreas de los distintos tipos de cultivos y plantaciones que existen en la zona de estudio se obtienen del Censo Agropecuario del Instituto Nacional de Estadísticas (INE). Dentro de los grupos de cultivo definidos por el INE y de interés en este trabajo se encuentran:

- Cereales y chacras
- Cultivos industriales
- Hortalizas

La información de superficie por tipo de cultivo, es decir, para cereales, chacras, cultivos industriales y hortalizas se obtuvo del Censo Nacional Agropecuario y Forestal 2007 elaborado por INE.

La siguiente tabla resume las hectáreas por tipo de cultivo para las comunas de la zona de estudio.

Tabla 202. Hectáreas por tipo de cultivo año 2008.

Comuna	Cereales	Chacras	Cultivo Industrial	Hortalizas y Frutales	Total Preparación de terrenos agrícolas
Valparaíso	0	3,6	54,1	10,1	67,8
Casablanca	20,2	81,4	52,1	157,21	310,91
Concón	10	1,5	0	2	13,5
Puchuncavi	16	10	1	0,5	27,5
Quilpué	7,7	4,3	1	65,6	78,6
Quintero	0	7,3	0	10,3	17,6
Villa Alemana	0	0	0	21,2	21,2
Viña del Mar	4	0	0	7,87	11,87
Isla de Pascua	417	35,04	0	0,4	452,44
Los Andes	67,1	11,8	31,6	76,93	187,43
Calle Larga	144,6	57,2	116,1	20,2	338,1
Rinconada	82,6	5	57	56,5	201,1
San Esteban	122,7	30,4	4,2	3,3	160,6
La Ligua	96,4	269,5	0	38,7	404,6
Cabildo	62,5	732,9	0	511,13	1.306,53
Papudo	21,4	37,2	0	190,77	249,37
Petorca	35	28,4	0	98,2	161,6
Zapallar	3	11,1	0	25,94	40,04
Quillota	1	2,3	8,7	4,6	16,6
Calera	0,2	37,1	0	2.129,1	2.166,4
Hijuelas	4,3	201,8	5	176,37	387,47
La Cruz	0,5	0,2	0,8	976,05	977,55
Limache	1	0,4	0	160,53	161,93
Nogales	52,4	332,6	24,5	847,02	1256,52
Olmué	12,6	0,8	0,1	640,9	654,4
San Antonio	430	33,6	186	171,81	821,41
Algarrobo	129	17,4	0	177,92	324,32
Cartagena	157,3	205,5	40	27,45	430,25
El Quisco	0	1,4	0	426,46	427,86
El Tabo	0	0,7	0	3,76	4,46
Santo Domingo	1.859,6	295,2	50	9,45	2.214,25
San Felipe	173,3	70	4,7	200,79	448,79
Catemu	17,8	258,2	83,2	220,41	579,61
Llaillay	45,2	72,9	0	916,07	1034,17
Panquehue	450,3	23,7	0,3	1.486,7	1961
Putendo	110,7	106	114,1	163,45	494,25

Santa María	42,1	17,2	9	156,2	224,5
Total	4.597,5	3.003,6	843,5	24,79	18.636,53

Fuente: INE, VII Censo Nacional Agropecuario y Forestal 2007.

Calculo de emisiones.

Los resultados del cálculo de emisiones se presentan en las siguientes tablas:

Tabla 203. Emisiones de PTS (Ton/año) por tipo de cultivo y comuna año 2008.

Comuna	Cereales	Chacras	Industriales	Hortalizas	Frutales
Valparaíso	0	0,006	0,085	0,016	0,008
Casablanca	0,031	0,128	0,082	0,234	0,040
Concón	0,016	0,002	0	0,003	0,003
Puchuncavi	0,017	0,016	0,002	0,100	0,054
Quilpué	0,011	0,007	0,002	0,015	0,001
Quintero	0	0,011	0	0,032	0,012
Villa Alemana	0	0	0	0,016	0,003
Viña del Mar	0,006	0	0	0,001	0,000
Isla de Pascua	0,492	0,055	0	0,113	0,023
Los Andes	0,081	0,019	0,015	0,037	0,007
Calle Larga	0,152	0,090	0,070	0,087	0,053
Rinconada	0,107	0,008	0,040	0,005	0,002
San Esteban	0,151	0,048	0,007	0,058	0,022
La Ligua	0,051	0,423	0	0,781	0,037
Cabildo	0,066	1,150	0	0,266	0,028
Papudo	0,014	0,058	0	0,150	0,020
Petorca	0,038	0,045	0	0,039	0,009
Zapallar	0,004	0,017	0	0,007	0,005
Quillota	0,002	0,004	0,014	3,328	0,065
Calera	0,000	0,058	0	0,245	0,015
Hijuelas	0,004	0,317	0,008	1,498	0,045
La Cruz	0,001	0,000	0,001	0,253	0,016
Limache	0,002	0,001	0	1,584	0,048
Nogales	0,042	0,522	0,038	0,941	0,071
Olmué	0,019	0,001	0,0002	0,294	0,014
San Antonio	0,671	0,053	0,292	0,286	0,098
Algarrobo	0,049	0,027	0	0,043	0,002
Cartagena	0,062	0,322	0,063	0,593	0,043

El Quisco	0	0,002	0	0,006	0,003
El Tabo	0	0,001	0	0,014	0,006
Santo Domingo	0,651	0,080	0,078	0,317	0,056
San Felipe	0,231	0,110	0,002	0,311	0,018
Catemu	0,023	0,405	0,026	1,213	0,065
Llailay	0,056	0,114	0	1,848	0,049
Panquehue	0,567	0,037	0,0005	0,245	0,053
Putendo	0,088	0,166	0,055	0,235	0,020
Santa María	0,058	0,027	0,003	0,038	0,018
Total	3,761	4,330	0,882	15,252	1,032

Fuente: Elaboración propia.

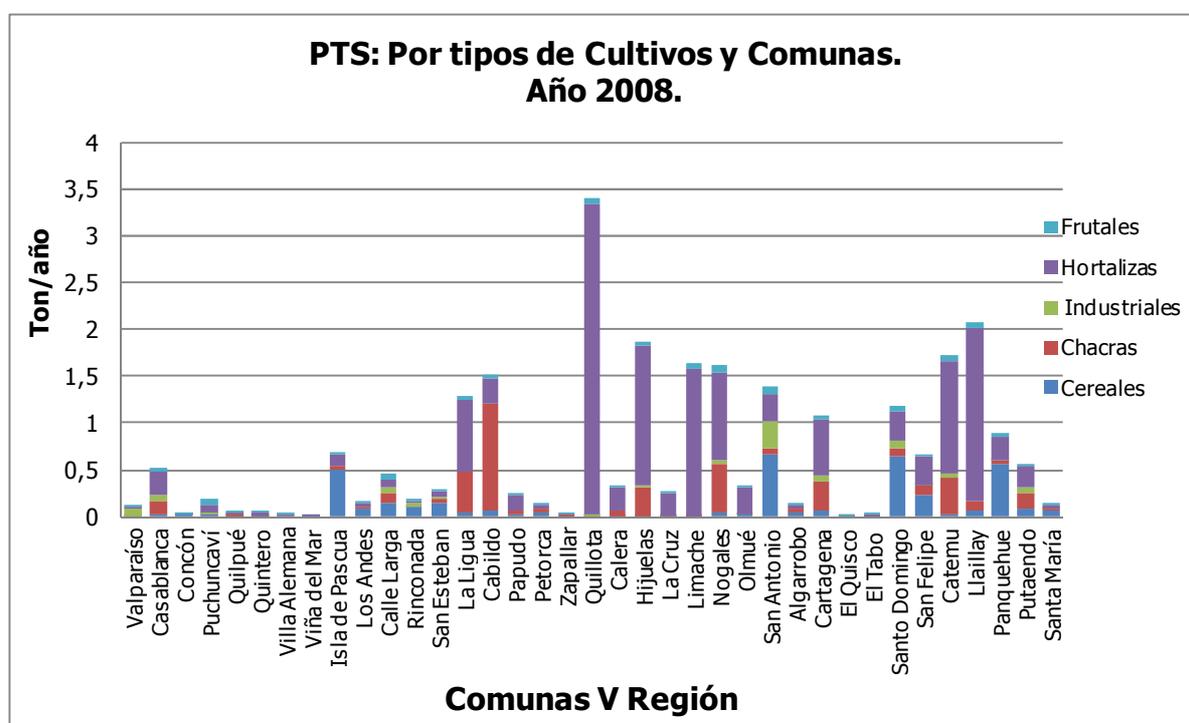


Figura 115. Emisiones de PTS (Ton/año) por tipo de cultivo y comunas de la V Región, año 2008.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 204. Emisiones de PM10 (Ton/año) por tipo de cultivo y comunas, año 2008.

Comuna	Cereales	Chacras	Industriales	Hortalizas	Frutales
Valparaíso	0	0,004	0,062	0,012	0,006
Casablanca	0,022	0,093	0,060	0,171	0,029
Concón	0,011	0,002	0	0,002	0,002
Puchuncavi	0,012	0,011	0,001	0,073	0,039
Quilpué	0,008	0,005	0,001	0,011	0,001
Quintero	0	0,008	0	0,023	0,009
Villa Alemana	0	0	0	0,012	0,002
Viña del Mar	0,005	0	0	0,000	0,000
Isla de Pascua	0,359	0,040	0	0,083	0,017
Los Andes	0,059	0,014	0,011	0,027	0,005
Calle Larga	0,111	0,066	0,051	0,063	0,039
Rinconada	0,078	0,006	0,029	0,004	0,001
San Esteban	0,111	0,035	0,005	0,042	0,016
La Ligua	0,037	0,309	0	0,570	0,027
Cabildo	0,048	0,839	0	0,195	0,020
Papudo	0,010	0,043	0	0,109	0,015
Petorca	0,028	0,033	0	0,028	0,007
Zapallar	0,003	0,013	0	0,005	0,004
Quillota	0,001	0,003	0,010	2,430	0,047
Calera	0,0002	0,042	0	0,179	0,011
Hijuelas	0,003	0,231	0,006	1,093	0,033
La Cruz	0,001	0,000	0,001	0,185	0,011
Limache	0,001	0,000	0	1,156	0,035
Nogales	0,031	0,381	0,028	0,687	0,052
Olmué	0,014	0,001	0,0001	0,214	0,010
San Antonio	0,490	0,038	0,213	0,208	0,071
Algarrobo	0,036	0,020	0	0,031	0,001
Cartagena	0,045	0,235	0,046	0,433	0,031
El Quisco	0	0,002	0	0,004	0,002
El Tabo	0	0,001	0	0,010	0,004
Santo Domingo	0,475	0,058	0,057	0,232	0,041
San Felipe	0,169	0,080	0,001	0,227	0,013
Catemu	0,016	0,296	0,019	0,886	0,048
Llaillay	0,041	0,084	0	1,349	0,036

Panquehue	0,414	0,027	0,0003	0,179	0,039
Putaendo	0,064	0,121	0,041	0,172	0,015
Santa María	0,042	0,020	0,002	0,028	0,013
Total	2,746	3,161	0,644	11,134	0,753

Fuente: Elaboración propia.

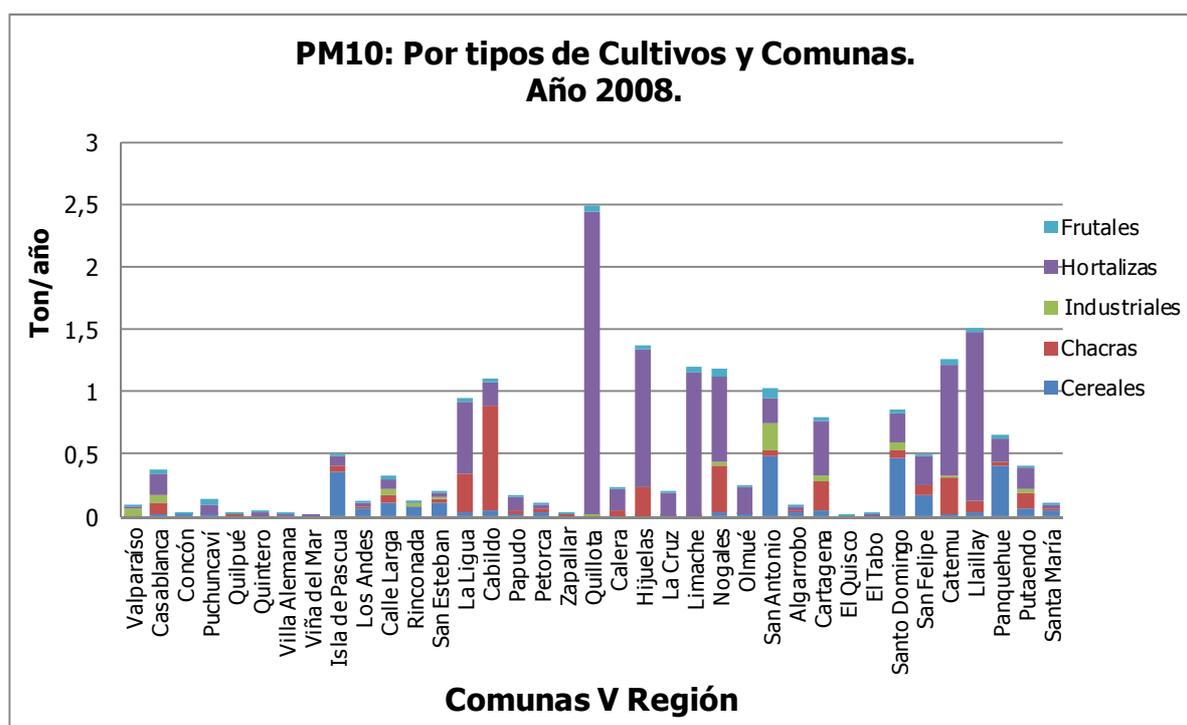


Figura 116. Emisiones de PM10 por tipo de cultivo y comunas, año 2008

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 205. Emisiones de PM2,5 por tipo de cultivo y comunas, año 2008.

Comuna	Cereales	Chacras	Industriales	Hortalizas	Frutales
Valparaíso	0	0,002	0,025	0,005	0,002
Casablanca	0,009	0,038	0,025	0,070	0,012
Concón	0,005	0,001	0	0,001	0,001
Puchuncavi	0,005	0,005	0,0005	0,030	0,016
Quilpué	0,003	0,002	0,0005	0,005	0,000
Quintero	0	0,003	0	0,010	0,004
Villa Alemana	0	0	0	0,005	0,001
Viña del Mar	0,002	0	0	0,0002	0,000
Isla de Pascua	0,148	0,016	0	0,034	0,007
Los Andes	0,024	0,006	0,004	0,011	0,002
Calle Larga	0,046	0,027	0,021	0,026	0,016

Rinconada	0,032	0,002	0,012	0,001	0,001
San Esteban	0,045	0,014	0,002	0,017	0,007
La Ligua	0,015	0,127	0	0,234	0,011
Cabildo	0,020	0,345	0	0,080	0,008
Papudo	0,004	0,018	0	0,045	0,006
Petorca	0,011	0,013	0	0,012	0,003
Zapallar	0,001	0,005	0	0,002	0,002
Quillota	0,0005	0,001	0,004	0,998	0,019
Calera	0,0001	0,017	0	0,074	0,004
Hijuelas	0,001	0,095	0,002	0,449	0,013
La Cruz	0,0002	0,0001	0,0004	0,076	0,005
Limache	0,0005	0,0002	0	0,475	0,014
Nogales	0,013	0,157	0,012	0,282	0,021
Olmué	0,006	0,0004	0,00005	0,088	0,004
San Antonio	0,201	0,016	0,088	0,086	0,029
Algarrobo	0,015	0,008	0	0,013	0,001
Cartagena	0,019	0,097	0,019	0,178	0,013
El Quisco	0	0,001	0	0,002	0,001
El Tabo	0	0,000	0	0,004	0,002
Santo Domingo	0,195	0,024	0,024	0,095	0,017
San Felipe	0,069	0,033	0,001	0,093	0,005
Catemu	0,007	0,122	0,008	0,364	0,020
Llaillay	0,017	0,034	0	0,554	0,015
Panquehue	0,170	0,011	0,0001	0,073	0,016
Putendo	0,026	0,050	0,017	0,071	0,006
Santa María	0,017	0,008	0,001	0,011	0,006
Total	1,128	1,299	0,265	4,576	0,310

Fuente: Elaboración propia.

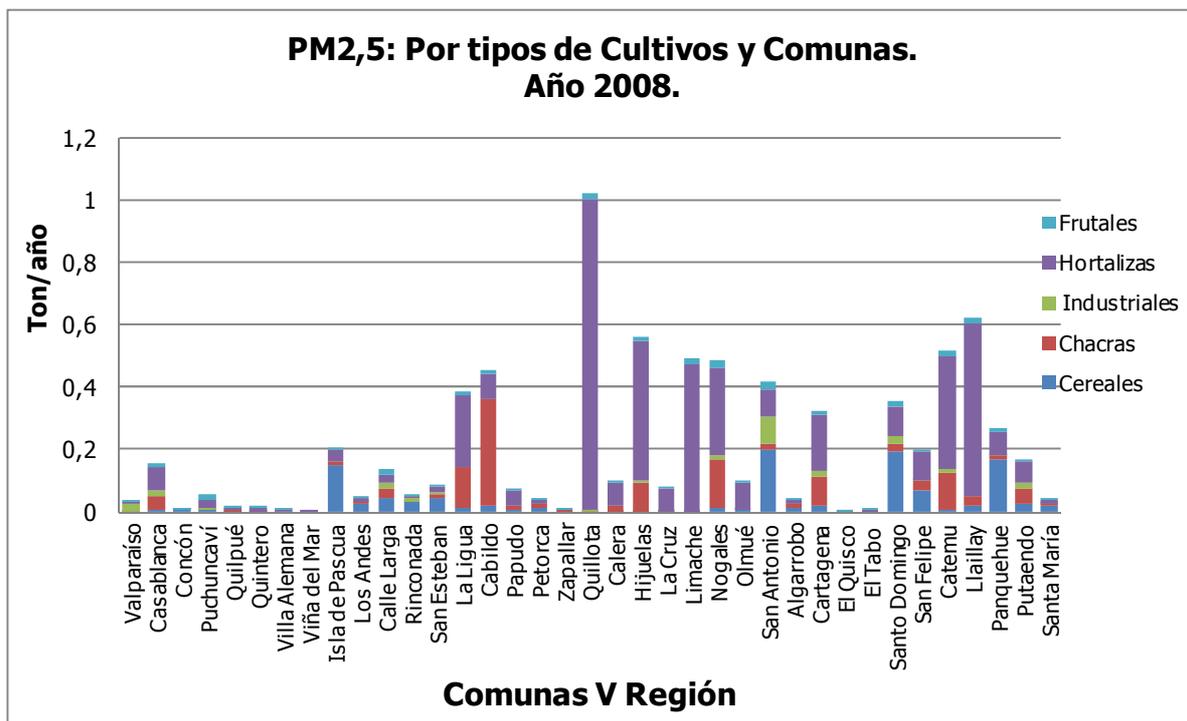


Figura 117. Emisiones de PM2,5 por tipo de cultivo y comunas de la V Región, año 2008.

Fuente: Elaboración propia.

9.2.3 Erosión Eólica Proveniente de Sitios Eriazos.

Factor de Emisión.

Respecto al factor de emisión, éste se obtiene a partir de la siguiente ecuación, el cual se encuentra en función de parámetros meteorológicos y de parámetros característicos del tipo de partícula:

$$E = \frac{k * \sum_{i=1}^N (9,813 * A * (58 * (u_i - u_t)^2) + 25 * (u_i - u_t))}{2000} \quad \text{Ecuación 63}$$

$$u_i = 0,056 * u_d$$

Donde:

- Ef : Factor de emisión (ton/año)
- K : Factor aerodinámico de partículas (adimensional)
- N : Numero de días en que se excede la velocidad de fricción.

- A : Área expuesta (ha).
 u_i : Velocidad de fricción en la superficie (m/s)
 u_t : Velocidad de fricción umbral a la altura del anemómetro (m/s)
 u_d : Máxima velocidad del viento del día i (m/s)

Tabla 206: Valores de k según tamaño de partícula

	PTS	MP10	MP2,5
k	1,0	0,5	0,075

El valor de u_i (velocidad de fricción en la superficie) es determinado por la moda de la distribución del tamaño de partículas existentes en muestras del sitio eriazo considerado. Con esta velocidad de fricción en la superficie se calcula la velocidad de fricción a la altura del anemómetro mediante la siguiente relación.

$$u_t = \frac{u^*}{0,4} \ln \frac{z}{z_0} \quad (z > z_0) \quad \text{Ecuación 64}$$

Donde:

- u: Velocidad del viento (m/s).
 u^* : Velocidad de fricción.
z: Altura del anemómetro sobre la superficie en metros.
 z_0 : Rugosidad del terreno en metros.
0,4: Constante de Karman (adimensional)

La siguiente tabla entrega los valores de u_i para distintos tamaños de partícula.

Tabla 207: Valores de u_i para distintos tamaños de partícula.

Nº tamiz	Apertura (mm)	Punto medio (mm)	u^* (cm/s)
5	4		
9	2	3	100
16	1	1,5	76
32	0,5	0,75	58
60	0,25	0,375	43

Fuente: EPA, AP42 Tabla 13.2.5-1

Esta metodología considera cada día en que la velocidad del viento sobrepasa la velocidad de fricción, por tanto deben ser considerados los registros de velocidad del viento de cada día del año para el escenario de evaluación del inventario.

Nivel de Actividad.

El nivel de actividad para este tipo de fuente esta dado por la superficie expuesta a erosión eólica. En general los sitios eriazos deben ser identificados directamente en visitas a terreno en la zona de estudio.

Cálculo de Emisión.

Tabla 208: Emisiones por Erosión en sitios eriazos año 2008.

Quillota	Emisiones (ton/año) 2008		
	PTS	MP10	MP2,5
	740,64	370,32	55,55

Fuente: Elaboración propia.

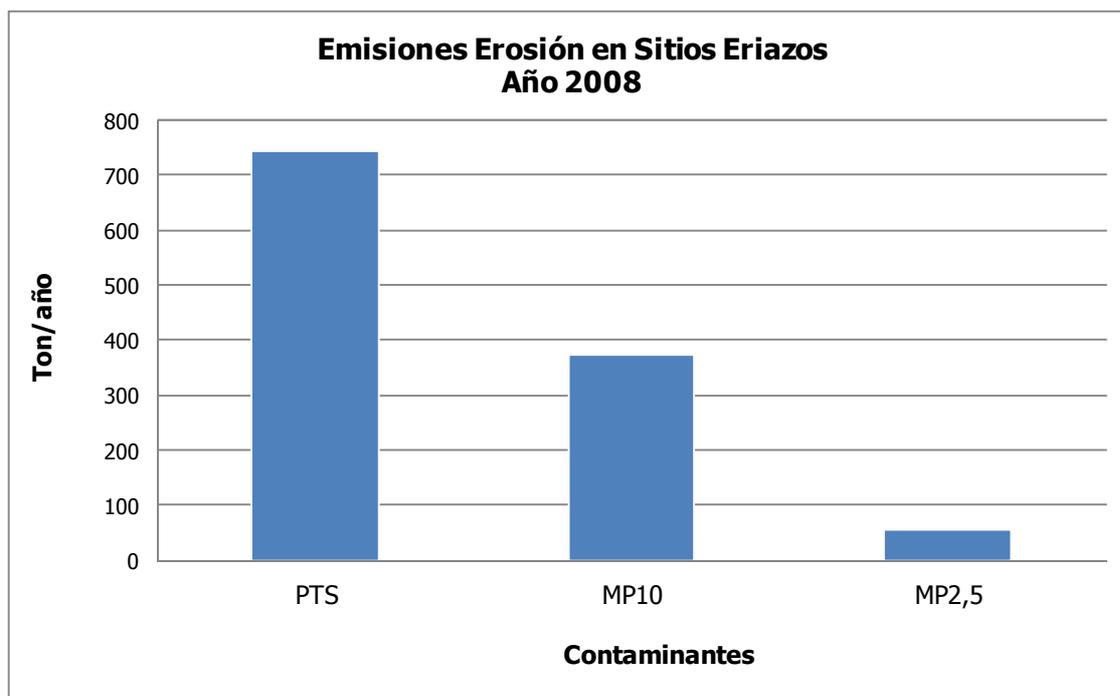


Figura 118: Emisiones por Erosión en sitios eriazos año 2008.

Fuente: Elaboración propia.

10 FUENTES MOVILES FUERA DE RUTA

10.1 Maquinaria vehicular y otras fuera de ruta

10.1.1 Maquinaria vehicular

Factores de emisión.

El factor de emisión debe ser ajustado según:

$$EF_{adj} (HC, CO, NO_X) = EF_{SS} * TAF * DF \quad \text{Ecuación 20}$$

Donde:

EF_{adj} : Factor de emisión ajustado (g/hp-hr).

EF_{SS} : Factor de emisión en caliente (g/hp-hr). (Tabla 47)

TAF : Factor de ajuste transiente. (Tabla 48)

DF : Factor de deterioro.

Tabla 209. Consumo de combustible y factores de emisión para HC, CO, NOx Y MP según potencia de motor y tecnología.

Engine Power (hp)	Technology Type	BSFC (lb/hp-hr)	Emission Factors (g/hp-hr)			
			HC	CO	NO _x	PM
>0 to 11	Base	0.408 ^b	1.5	5.0	10.0	1.0
	Tier 0		1.5	5.0	10.0	1.0
	Tier 1		0.7628	4.1127	5.2298	0.4474
	Tier 2		0.5508	4.1127	4.3	0.50
	Tier 4A		0.5508	4.1127	4.3	0.28
	Tier 4B		0.5508	4.1127	4.3	0.28
>11 to 16	Base	0.408 ^b	1.7	5.0	8.5	0.9
	Tier 0		1.7	5.0	8.5	0.9
	Tier 1		0.4380	2.1610	4.4399	0.2665
	Tier 2		0.4380	2.1610	4.4399	0.2665
	Tier 4A		0.4380	2.1610	4.4399	0.28
	Tier 4B		0.4380	2.1610	4.4399	0.28
>16 to 25	Base	0.408 ^b	1.7	5.0	8.5	0.9
	Tier 0		1.7	5.0	8.5	0.9
	Tier 1		0.4380	2.1610	4.4399	0.2665
	Tier 2		0.4380	2.1610	4.4399	0.2665
	Tier 4A		0.4380	2.1610	4.4399	0.28
	Tier 4B		0.4380	2.1610	4.4399	0.28
>25 to 50	Base	0.408 ^b	1.8	5.0	6.9	0.8
	Tier 0		1.8	5.0	6.9	0.8
	Tier 1		0.2789	1.5323	4.7279	0.3389
	Tier 2		0.2789	1.5323	4.7279	0.3389
	Tier 4A		0.2789	1.5323	4.7279	0.20
	Tier 4		0.1314	0.153	3.0000	0.0184

(Continuación Tabla anterior)

Engine Power (hp)	Technology Type	BSFC (lb/hp-hr)	Emission Factors (g/hp-hr)			
			HC	CO	NO _x	PM
>50 to 75	Base	0.408	Vary by application, see NEVES			
	Tier 0		0.99	3.49	6.9	0.722
	Tier 1		0.5213	2.3655	5.5988	0.4730
	Tier 2		0.3672	2.3655	4.7	0.24
	Tier 4A		0.1836	2.3655	3.0	0.20
	Tier 4		0.1314	0.237	3.00	0.0184
>75 to 100	Base	0.408	Vary by application, see NEVES			
	Tier 0		0.99	3.49	6.9	0.722
	Tier 1		0.5213	2.3655	5.5988	0.4730
	Tier 2		0.3672	2.3655	4.7	0.24
	Tier 3B		0.1836	2.3655	3.0000	0.30
	Tier 4		0.1314	0.237	3.00	0.0092
	Tier 4N		0.1314	0.237	0.276	0.0092
>100 to 175	Base	0.367	Vary by application, see NEVES			
	Tier 0		0.68	2.70	8.38	0.402
	Tier 1		0.3384	0.8667	5.6523	0.2799
	Tier 2		0.3384	0.8667	4.1	0.18
	Tier 3		0.1836	0.8667	2.5	0.22
	Tier 4		0.1314	0.087	2.50	0.0092
	Tier 4N		0.1314	0.087	0.276	0.0092
>175 to 300	Base	0.367	Vary by application, see NEVES			
	Tier 0		0.68	2.70	8.38	0.402
	Tier 1		0.3085	0.7475	5.5772	0.2521
	Tier 2		0.3085	0.7475	4.0	0.1316
	Tier 3		0.1836	0.7475	2.5	0.15
	Tier 4		0.1314	0.075	2.50	0.0092
	Tier 4N		0.1314	0.075	0.276	0.0092

(Continuación Tabla anterior)

Engine Power (hp)	Technology Type	BSFC (lb/hp-hr)	Emission Factors (g/hp-hr)			
			HC	CO	NO _x	PM
>300 to 600	Base	0.367	Vary by application, see NEVES			
	Tier 0		0.68	2.70	8.38	0.402
	Tier 1		0.2025	1.3060	6.0153	0.2008
	Tier 2		0.1669	0.8425	4.3351	0.1316
	Tier 3		0.1669	0.8425	2.5	0.15
	Tier 4		0.1314	0.084	2.50	0.0092
	Tier 4N		0.1314	0.084	0.276	0.0092
>600 to 750	Base	0.367	Vary by application, see NEVES			
	Tier 0		0.68	2.70	8.38	0.402
	Tier 1		0.1473	1.3272	5.8215	0.2201
	Tier 2		0.1669	1.3272	4.1	0.1316
	Tier 3		0.1669	1.3272	2.5	0.15
	Tier 4		0.1314	0.133	2.50	0.0092
	Tier 4N		0.1314	0.133	0.276	0.0092
>750 except generator sets	Base	0.367	Vary by application, see NEVES			
	Tier 0		0.68	2.70	8.38	0.402
	Tier 1		0.2861	0.7642	6.1525	0.1934
	Tier 2		0.1669	0.7642	4.1	0.1316
	Tier 4		0.2815	0.076	2.392	0.069
	Tier 4N		0.1314	0.076	2.392	0.0276
Gen sets >750 to 1200	Base	0.367	Vary by application, see NEVES			
	Tier 0		0.68	2.70	8.38	0.402
	Tier 1		0.2861	0.7642	6.1525	0.1934
	Tier 2		0.1669	0.7642	4.1	0.1316
	Tier 4		0.2815	0.076	2.392	0.069
	Tier 4N		0.1314	0.076	0.460	0.0184
Gen sets >1200	Base	0.367	Vary by application, see NEVES			
	Tier 0		0.68	2.70	8.38	0.402
	Tier 1		0.2861	0.7642	6.1525	0.1934
	Tier 2		0.1669	0.7642	4.1	0.1316
	Tier 4		0.2815	0.076	0.460	0.069
	Tier 4N		0.1314	0.076	0.460	0.0184

Fuente: AP42 EPA

Tabla 210. Factor de ajuste transiente según tipo de maquinaria.

SCC	Equipment Type	Cycle	TAF	HC	CO	NOx		PM		BSFC
			Assignment	Base-T3	Base-T3	Base, T0-T2	Tier 3	Base, T0-T2	Tier 3	Base-T3
2270001000	Recreational Vehicles All	Backhoe	Lo LF	2.29	2.57	1.10	1.21	1.97	2.37	1.18
2270001020	Recreational Vehicles Snowmobiles	None	None	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2270001030	Recreational Vehicles All Terrain Vehicles	None	None	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2270001040	Recreational Vehicles Minibikes	None	None	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2270001050	Recreational Vehicles Golf Carts	None	None	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2270001060	Recreational Vehicles Speciality Vehicle Carts	Backhoe	Lo LF	2.29	2.57	1.10	1.21	1.97	2.37	1.18
2270002003	Construction Equipment Pavers	Crawler	Hi LF	1.05	1.53	0.95	1.04	1.23	1.47	1.01
2270002006	Construction Equipment Tampers/Rammers	None	None	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2270002009	Construction Equipment Plate Compactors	None	None	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2270002015	Construction Equipment Rollers	Crawler	Hi LF	1.05	1.53	0.95	1.04	1.23	1.47	1.01
2270002018	Construction Equipment Scrapers	Crawler	Hi LF	1.05	1.53	0.95	1.04	1.23	1.47	1.01
2270002021	Construction Equipment Paving Equipment	Crawler	Hi LF	1.05	1.53	0.95	1.04	1.23	1.47	1.01
2270002024	Construction Equipment Surfacing Equipment	Crawler	Hi LF	1.05	1.53	0.95	1.04	1.23	1.47	1.01
2270002027	Construction Equipment Signal Boards	None	None	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2270002030	Construction Equipment Trenchers	Crawler	Hi LF	1.05	1.53	0.95	1.04	1.23	1.47	1.01
2270002033	Construction Equipment Bore/Drill Rigs	None	None	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2270002036	Construction Equipment Excavators	Excavator	Hi LF	1.05	1.53	0.95	1.04	1.23	1.47	1.01
2270002039	Construction Equipment Concrete/Industrial Saws	Crawler	Hi LF	1.05	1.53	0.95	1.04	1.23	1.47	1.01
2270002042	Construction Equipment Cement & Mortar Mixers	None	None	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2270002045	Construction Equipment Cranes	None	None	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2270002048	Construction Equipment Graders	Crawler	Hi LF	1.05	1.53	0.95	1.04	1.23	1.47	1.01
2270002051	Construction Equipment Off-highway Trucks	Crawler	Hi LF	1.05	1.53	0.95	1.04	1.23	1.47	1.01
2270002054	Construction Equipment Crushing/Proc. Equipment	None	None	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2270002057	Construction Equipment Rough Terrain Forklifts	RTLoader	Hi LF	1.05	1.53	0.95	1.04	1.23	1.47	1.01
2270002060	Construction Equipment Rubber Tire Loaders	RTLoader	Hi LF	1.05	1.53	0.95	1.04	1.23	1.47	1.01
2270002063	Construction Equipment Rubber Tire Dozers	Crawler	Hi LF	1.05	1.53	0.95	1.04	1.23	1.47	1.01
2270002066	Construction Equipment Tractors/Loaders/Backhoes	Backhoe	Lo LF	2.29	2.57	1.10	1.21	1.97	2.37	1.18
2270002069	Construction Equipment Crawler Dozer	Crawler	Hi LF	1.05	1.53	0.95	1.04	1.23	1.47	1.01
2270002072	Construction Equipment Skid Steer Loaders	SSLoader	Lo LF	2.29	2.57	1.10	1.21	1.97	2.37	1.18
2270002075	Construction Equipment Off-Highway Tractors	Crawler	Hi LF	1.05	1.53	0.95	1.04	1.23	1.47	1.01
2270002078	Construction Equipment Dumpers/Tenders	Backhoe	Lo LF	2.29	2.57	1.10	1.21	1.97	2.37	1.18
2270002081	Construction Equipment Other Construction Equipment	Crawler	Hi LF	1.05	1.53	0.95	1.04	1.23	1.47	1.01
2270003010	Industrial Equipment Aerial Lifts	Backhoe	Lo LF	2.29	2.57	1.10	1.21	1.97	2.37	1.18
2270003020	Industrial Equipment Forklifts	RTLoader	Hi LF	1.05	1.53	0.95	1.04	1.23	1.47	1.01

Continuación Tabla

SCC	Equipment Type	Cycle	TAF	HC	CO	NOx		PM		BSFC
			Assignment	Base-T3	Base-T3	Base, T0-T2	Tier 3	Base, T0-T2	Tier 3	Base-T3
2270003030	Industrial Equipment Sweepers/Scrubbers	None	None	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2270003040	Industrial Equipment Other General Industrial Equipment	None	None	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2270003050	Industrial Equipment Other Material Handling Equipment	Backhoe	Lo LF	2.29	2.57	1.10	1.21	1.97	2.37	1.18
2270003060	Industrial Equipment AC\Refrigeration	None	None	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2270003070	Terminal Tractors	Crawler	Hi LF	1.05	1.53	0.95	1.04	1.23	1.47	1.01
2270004000	Lawn & Garden Equipment ALL	None	None	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2270004010	Lawn & Garden Equipment Lawn mowers	None	None	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2270004011	Lawn & Garden Equipment Lawn mowers Commercial)	None	None	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2270004015	Lawn & Garden Equipment Rotary Tillers < 6 HP	None	None	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2270004016	Lawn & Garden Equipment Rotary Tillers < 6 HP Commercial)	None	None	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2270004020	Lawn & Garden Equipment Chain Saws < 6 HP	None	None	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2270004021	Lawn & Garden Equipment Chain Saws < 6 HP Commercial)	None	None	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2270004025	Lawn & Garden Equipment Trimmers/Edgers/Brush Cutters	None	None	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2270004026	Lawn & Garden Equipment Trimmers/Edgers/Brush Cutters (Commercial)	None	None	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2270004030	Lawn & Garden Equipment Leafblowers/Vacuums	None	None	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2270004031	Lawn & Garden Equipment Leafblowers/Vacuums Commercial)	None	None	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2270004035	Lawn & Garden Equipment Snowblowers	None	None	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2270004036	Lawn & Garden Equipment Snowblowers Commercial)	None	None	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2270004040	Lawn & Garden Equipment Rear Engine Riding Mowers	None	None	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2270004041	Lawn & Garden Equipment Rear Engine Riding Mowers (Commercial)	None	None	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2270004045	Lawn & Garden Equipment Front Mowers	None	None	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2270004046	Lawn & Garden Equipment Front Mowers Commercial)	None	None	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2270004050	Lawn & Garden Equipment Shredders < 6 HP	None	None	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2270004051	Lawn & Garden Equipment Shredders < 6 HP Commercial)	None	None	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2270003030	Industrial Equipment Sweepers/Scrubbers	None	None	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2270003040	Industrial Equipment Other General Industrial Equipment	None	None	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2270003050	Industrial Equipment Other Material Handling Equipment	Backhoe	Lo LF	2.29	2.57	1.10	1.21	1.97	2.37	1.18
2270003060	Industrial Equipment AC\Refrigeration	None	None	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2270003070	Terminal Tractors	Crawler	Hi LF	1.05	1.53	0.95	1.04	1.23	1.47	1.01
2270004000	Lawn & Garden Equipment ALL	None	None	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2270004010	Lawn & Garden Equipment Lawn mowers	None	None	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2270004011	Lawn & Garden Equipment Lawn mowers Commercial)	None	None	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2270004015	Lawn & Garden Equipment Rotary Tillers < 6 HP	None	None	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2270004016	Lawn & Garden Equipment Rotary Tillers < 6 HP Commercial)	None	None	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Continuación Tabla

SCC	Equipment Type	Cycle	TAF	HC	CO	NOx		PM		BSFC
			Assignment	Base-T3	Base-T3	Base, T0-T2	Tier 3	Base, T0-T2	Tier 3	Base-T3
2270004055	Lawn & Garden Equipment Lawn & Garden Tractors	None	None	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2270004056	Lawn & Garden Equipment Lawn & Garden Tractors (Commercial)	None	None	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2270004060	Lawn & Garden Equipment Wood Splitters	None	None	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2270004061	Lawn & Garden Equipment Wood Splitters Commercial)	None	None	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2270004065	Lawn & Garden Equipment Chippers/Stump Grinders	None	None	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2270004066	Lawn & Garden Equipment Chippers/Stump Grinders (Commercial)	None	None	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2270004071	Lawn & Garden Equipment Commercial Turf Equipment (Commercial)	None	None	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2270004075	Lawn & Garden Equipment Other Lawn & Garden Equipment	None	None	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2270004076	Lawn & Garden Equipment Other Lawn & Garden Equipment (Commercial)	None	None	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2270005010	Farm Equipment 2-Wheel Tractors	AgTractor	Hi LF	1.05	1.53	0.95	1.04	1.23	1.47	1.01
2270005015	Farm Equipment Agricultural Tractors	AgTractor	Hi LF	1.05	1.53	0.95	1.04	1.23	1.47	1.01
2270005020	Farm Equipment Combines	AgTractor	Hi LF	1.05	1.53	0.95	1.04	1.23	1.47	1.01
2270005025	Farm Equipment Balers	AgTractor	Hi LF	1.05	1.53	0.95	1.04	1.23	1.47	1.01
2270005030	Farm Equipment Agricultural Mowers	AgTractor	Hi LF	1.05	1.53	0.95	1.04	1.23	1.47	1.01
2270005035	Farm Equipment Sprayers	AgTractor	Hi LF	1.05	1.53	0.95	1.04	1.23	1.47	1.01
2270005040	Farm Equipment Tillers > 6 HP	AgTractor	Hi LF	1.05	1.53	0.95	1.04	1.23	1.47	1.01
2270005045	Farm Equipment Swathers	AgTractor	Hi LF	1.05	1.53	0.95	1.04	1.23	1.47	1.01
2270005050	Farm Equipment Hydro Power Units	None	None	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2270005055	Farm Equipment Other Agricultural Equipment	AgTractor	Hi LF	1.05	1.53	0.95	1.04	1.23	1.47	1.01
2270005060	Farm Equipment Irrigation Sets	None	None	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2270006000	Light Commercial ALL	None	None	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2270006005	Light Commercial Generator Sets	None	None	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2270006010	Light Commercial Pumps	None	None	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2270006015	Light Commercial Air Compressors	None	None	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2270006020	Light Commercial Gas Compressors	None	None	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2270006025	Light Commercial Welders	ArcWelder	Lo LF	2.29	2.57	1.10	1.21	1.97	2.37	1.18
2270006030	Light Commercial Pressure Washers	None	None	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2270007005	Logging Equipment Chain Saws > 6 HP	RTLoader	Hi LF	1.05	1.53	0.95	1.04	1.23	1.47	1.01
2270007010	Logging Equipment Shredders > 6 HP	RTLoader	Hi LF	1.05	1.53	0.95	1.04	1.23	1.47	1.01
2270007015	Logging Equipment Forest Equipment	RTLoader	Hi LF	1.05	1.53	0.95	1.04	1.23	1.47	1.01
2270008005	AirportServiceEquipmentAirpor t Support Equipment	RTLoader	Hi LF	1.05	1.53	0.95	1.04	1.23	1.47	1.01
2270009010	Other Underground Mining Equipment	Backhoe	Lo LF	2.29	2.57	1.10	1.21	1.97	2.37	1.18
2270010010	Other Oil Field Equipment	None	None	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2282020005	Recreational Pleasure Craft, Inboards	None	None	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2282020010	Recreational Pleasure Craft, Outboards	None	None	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2282020015	Recreational Pleasure Craft, Personal Water Craft	None	None	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2282020025	Recreational Pleasure Craft,	None	None	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

2285002015	Sailboat Aux. Outboard Railway Maintenance	Backhoe	Lo LF	2.29	2.57	1.10	1.21	1.97	2.37	1.18
------------	---	---------	-------	------	------	------	------	------	------	------

Factor de deterioro asociado:

$$DF = 1 + A * (\text{factor de edad})^b \quad \text{Para factor de edad} \leq 1$$

$$DF = 1 + A \quad \text{Para factor de edad} > 1$$

A : Constante según tipo de contaminante/tecnología (Tabla 49).

b : Constante, para vehículos diesel se considera b=1 para un factor de deterioro lineal.

Factor de edad = $\frac{(\text{horas}_{\text{acumuladas}} * \text{factor}_{\text{de_carga}})}{\text{vida}_{\text{media_a_carga_completa}}}$	Ecuación 52
---	--------------------

Tabla 211. Factor de deterioro (A) para motores diesel fuera de ruta

Pollutant	Relative Deterioration Factor (A) (% increase/%useful life)			
	Base/Tier 0	Tier 1	Tier 2	Tier 3+
HC	0,047	0,036	0,034	0,027
CO	0,185	0,101	0,101	0,151
NOx	0,024	0,024	0,009	0,008
PM	0,473	0,473	0,473	0,473

Fuente: AP42 EPA

Factor de ajuste MP10:

La emisión de MP depende del contenido de sulfuro en el combustible, por tanto el factor de emisión para MP se calcula usando:

$$EF_{\text{adj}} (\text{MP}) = EF_{\text{SS}} * \text{TAF} * DF - S_{\text{MPadj}} \quad \text{Ecuación 21}$$

$S_{\text{MPadj}} = \text{BSFC} * 453.6 * 7.0 * \text{soxcnv} * 0.01 * (\text{soxbas} - \text{soxdsl})$	Ecuación 22
---	--------------------

BSFC : Uso de combustible (lb/hp-hr)

453.6 : conversión de libras a gramos.

7.0 : gramos de MP sulfato / gramos MP sulfuro

S_{MPadj} : Factor de ajuste de emisión por variación de contenido de sulfuro en el combustible.

soxcnv : gramos MP sulfuro por gramos de sulfuro combustible consumido

0.01 : conversión de porcentaje a fracción
 soxbas : porcentaje de peso por defecto de sulfuro en el combustible
 soxdsl : porcentaje de peso de sulfuro en combustible

Existe un valor base para soxcnv = 0.02247 y para soxbas el valor por defecto es de 0.33.

Niveles de actividad

El nivel de actividad requerido para el cálculo de emisiones es el número de horas de funcionamiento por tipo de maquinaria. Se considerará para el cálculo el uso de tractores y cosechadoras, ya que gran parte del resto de la maquinaria agrícola se adosa a tractores para su uso.

a. Maquinaria Agrícola

Se considerarán cuatro actividades principales en que se utiliza esta maquinaria: Aradura, Rastra, Aplicación de líquidos y Cultivación. Para cada actividad se estimó un número de horas de utilización según tipo de cultivo y maquinaria, que es finalmente el nivel de actividad por hectárea.

La siguiente tabla resume las horas asignadas a cada actividad por maquinaria y tipo de cultivo.

Tabla 212. Horas de uso de maquinaria por hectárea según actividad y tipo de cultivo.

Actividad	Cereales y Chacras	Industriales	Hortalizas	Frutales
Aradura	2	2	2	0
Rastra	4	4	4	0
Aplicación de líquidos	2	2	4	2
Cultivación	1	1	1	0
Tractor (total)	9	9	11	2
Cosechadora	2	2	0	0

Fuente: Elaboración propia.

Para obtener el número total de horas de uso por tipo de maquinaria se utilizó la superficie por hectárea por tipo de cultivo para el año 2008.

Cálculo de emisiones.

Tabla 213: Emisiones por uso de tractores en cultivo agrícola

Maquinaria agrícola					
COMUNAS	HC	CO	NOx	PM	PM 2,5
Valparaíso	0,06	0,36	0,44	0,07	0,07
Casablanca	0,47	2,71	3,02	0,59	0,54
Concón	0,02	0,12	0,14	0,06	0,05
Puchuncavi	0,17	0,98	1,07	0,24	0,22
Quilpué	0,13	0,78	0,84	0,17	0,16
Quintero	0,06	0,34	0,36	0,06	0,06
Villa Alemana	0,03	0,19	0,20	0,04	0,03
Viña del Mar	0,00	0,02	0,02	0,02	0,02
Los Andes	0,76	4,37	4,74	1,06	0,97
Calle Larga	1,74	10,05	10,97	2,40	2,21
Rinconada	1,17	6,75	7,31	1,56	1,44
San Esteban	2,18	12,66	13,59	2,83	2,60
La Ligua	2,32	13,45	14,63	2,90	2,67
Cabildo	3,64	21,01	23,08	4,25	3,91
Papudo	0,12	0,67	0,77	0,20	0,18
Petorca	1,92	11,17	11,91	2,26	2,08
Zapallar	0,10	0,60	0,65	0,13	0,12
Quillota	3,42	19,88	21,10	3,82	3,51
Calera	0,43	2,49	2,68	0,48	0,44
Hijuelas	2,19	12,70	13,68	2,46	2,26
La Cruz	1,51	8,78	9,31	1,69	1,55
Limache	1,14	6,65	7,06	1,28	1,18
Nogales	1,96	11,31	12,41	2,35	2,16
Olmué	0,55	3,18	3,39	0,65	0,60
San Antonio	0,87	4,97	5,92	2,35	2,16
Algarrobo	0,17	0,94	1,14	0,60	0,55
Cartagena	0,71	4,07	4,72	1,30	1,19
El Quisco	0,01	0,04	0,04	0,01	0,01
El Tabo	0,01	0,05	0,06	0,01	0,01
Santo Domingo	2,03	11,41	14,28	8,22	7,56
San Felipe	1,37	7,91	8,63	2,08	1,91
Catemu	1,69	9,79	10,74	1,95	1,79
Llailay	2,30	13,35	14,27	2,71	2,49
Panquehue	1,99	11,49	12,66	3,66	3,37
Putendo	1,66	9,59	10,50	2,20	2,03
Santa María	2,25	13,09	13,95	2,65	2,44
Total	41,15	237,92	260,28	59,27	54,53

Fuente: Elaboración propia.

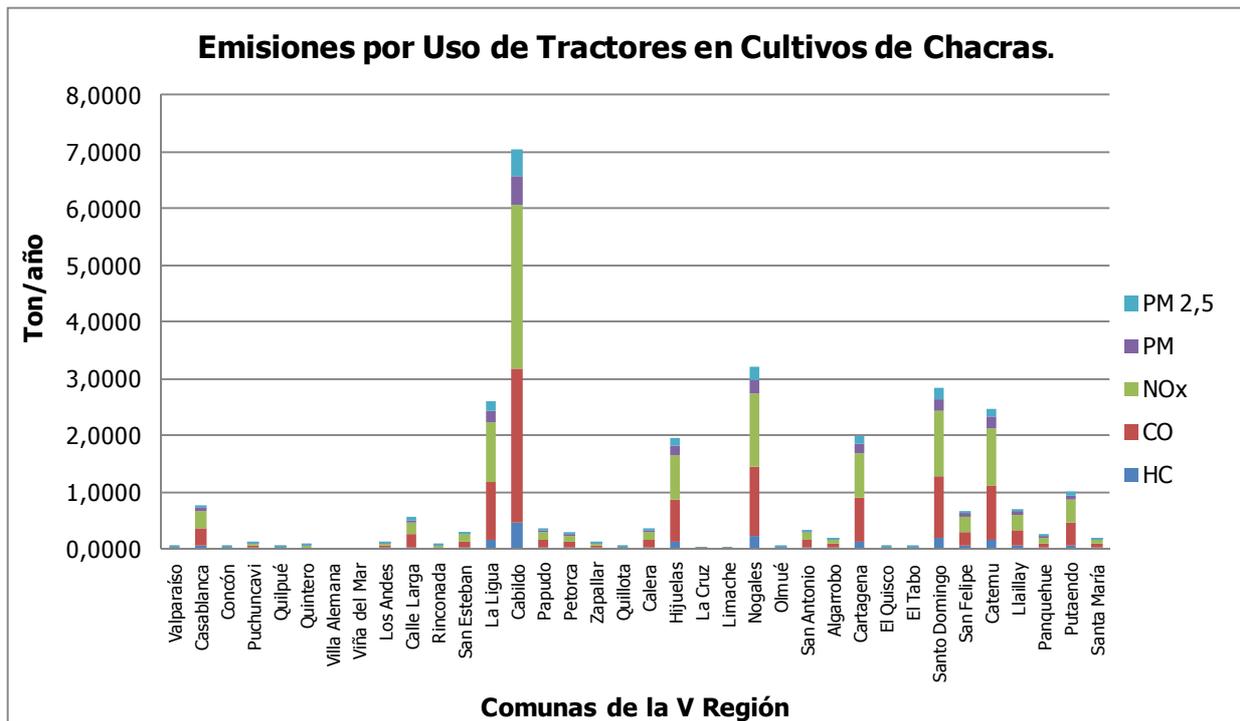


Figura 119: Emisiones por uso de tractores en cultivo de Chacras.

Fuente: Elaboración propia.

○ Maquinaria de Construcción

El nivel de actividad de este tipo de fuente se asocia al número de horas promedio de funcionamiento de cada una de las maquinarias utilizadas en obras de edificación en función de los metros cuadrados de emplazamiento.

Se consideraron los siguientes tipos de maquinaria: retroexcavadora chica, retroexcavadora, compactadoras, vibradores de hormigón y gruas. Estas son las maquinarias más utilizadas en construcciones de uno y más pisos, según información entregada expertos en el área de la construcción.

En las siguientes Tablas, se especifica la maquinaria considerada según número de pisos edificados y según la superficie construida de emplazamiento³⁰. A partir de esta información es posible determinar el número de horas promedio utilizadas al año por comuna.

³⁰Referencia: Estudio "ACTUALIZACIÓN DEL INVENTARIO DE EMISIONES DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS EN LA REGIÓN METROPOLITANA 2005", desarrollado por CONAMA R.M año 2006 y 2007

Tabla 214. Maquinaria utilizada en edificación y horas promedio de trabajo.

Pisos	M2 prom.	Excavación De Fundación		Retroexcavadora		Compactador					
		Retroexcavadora chica (gato)				Doble Tambor		Placa		Pata pata hidro pison	
		Nª	Horas de uso promedio	Nª	Horas de uso promedio	Nª	Horas de uso prom.	Nª	Horas de uso prom.	Nª	Horas de uso promedio
1	60	1	3,50					1	1,50		
2	80	1	5,00					1	2,50		
3	200			1	8,00	1	6,50	1	6,00	1	3,00
4	350			1	8,00	1	27,30	1	10,50	1	5,25

Tabla 215. Maquinaria utilizada en edificación y horas promedio de trabajo.

Pisos	M2 promedio	Grua		Retroexcavadora		Compactador					
		Nª	Horas de uso promedio			Doble Tambor		Placa		Pata pata hidro pison	
		Nª	Horas de uso promedio	Nª	Horas de uso promedio	Nª	Horas de uso promedio	Nª	Horas de uso promedio	Nª	Horas de uso promedio
5	500	1	312,50	1	70,00	1	60,94	1	37,50	1	18,75
6	500	1	406,25	1	70,00	1	60,94	1	37,50	1	18,75
7	500	1	528,13	1	70,00	1	60,94	1	37,50	1	18,75
8	500	1	686,56	1	70,00	1	60,94	1	37,50	1	18,75
9 o +	500	1	892,53	1	70,00	1	60,94	1	37,50	1	18,75

Tabla 216. Maquinaria utilizada en edificación y horas promedio de trabajo

Motor Gasolinero chico vibrar hormigón (6 hp)				
Pisos	M2 promedio	Número	Horas de uso promedio	
			Fundación	Llenado cadenas
1	60	1	1,50	3,00
2	80	1	2,25	4,50
3	200	1	6,30	12,60
4	350	1	11,03	22,05
5	500	1	51,19	102,38
6	500	1	81,90	163,80
7	500	1	81,90	196,56
8	500	1	81,90	235,87
9+	500	1	81,90	283,05

En el estudio de referencia los valores de factor de carga se obtuvieron de la EPA 420-P-04-005, Abril 2004, "Median Life, Annual Activity, and Load Factor Values for Nonroad Engine Emissions Modeling". Por otra parte, se considera un factor de edad > 1 cuando no se cuenta con información exacta de la antigüedad de la maquinaria.

Los valores utilizados fueron los siguientes:

Tabla 217. Valores utilizados para Factor de Carga y Potencia, según tipo de maquinaria

Maquinaria	Ck	W (Hp)
Retroexcavadora Chica	0,5	80
Retroexcavadora	0,53	228
Cargador Frontal	0,5	80
Compactador	0,8	40
Vibrador de Hormigon Chico	0,8	10
Grua	0,3	5

Fuente: "ACTUALIZACIÓN DEL INVENTARIO DE EMISIONES DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS EN LA REGIÓN METROPOLITANA 2005", desarrollado por CONAMA R.M año 2006 y 2007

Emisiones de maquinaria en Rellenos Sanitario:

Tabla 218. Emisiones Provenientes de Maquinaria en Rellenos Sanitarios

Emisiones Maquinarias 2008				
Contaminante	Los Molles, Valparaíso	La Hormiga, San Felipe	Los Guindos, La Ligua.	Total
HC	0,676	0,209	0,101	1,447
CO	3,072	0,995	0,511	7,639
NOx	10,739	3,299	1,361	16,167
PM	0,715	0,222	0,120	1,885

Fuente: Elaboración Propia.

10.1.2 Embarcaciones Marítimas Comerciales

Las emisiones provenientes del funcionamiento de motores de embarcaciones en los puertos de la Región de Valparaíso (Quintero, Valparaíso y San Antonio) se calculan considerando la metodología incluida en el documento "Analysis of Commercial Marine Vessels Emissions and Fuel Consumption Data. EPA. February 2000".

Los contaminantes considerados, en esta estimación, corresponden a MP, NOx, NO₂, SO₂, CO, HC y CO₂.

Para el caso del SOx, se debe conocer el % de azufre contenido en el combustible usado por las embarcaciones al entrar a la Bahía. Las embarcaciones cambian su combustible a

diesel para asegurar la maniobrabilidad de sus motores, se usa un valor de 1,5% de S en el combustible, suponiendo que las naves usan un petróleo liviano (Marine Diesel Oil, MDO). Este valor es el convenido en el Anexo VI del MARPOL 73/78, que limita el contenido de azufre en el combustible al entrar a áreas denominadas "SECAs" (SOx Emission Control Areas), es decir Áreas de Control de Emisión de SOx.

Los valores de emisiones de SOx pueden usarse como punto de partida para la determinación del aporte a las emisiones de este contaminante de parte de las embarcaciones. Un análisis más detallado del tipo de combustible utilizado en operaciones de bajo crucero, maniobra y fondeo es necesaria para evaluar cuál es el real aporte de las embarcaciones a las emisiones de la zona.

Metodología de cálculo de emisiones y factores de emisión

- Potencia de motores de propulsión y auxiliares

Los niveles de actividad de las embarcaciones en cada uno de los puertos de la región de Valparaíso son registrados por las capitanías de puerto locales, esto debido que todas las maniobras de naves que se ejecutan en los puertos son registradas por la Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante; proceso que se rige por el "Reglamento de Practicaje y Pilotaje" DIRECTEMAR.

El departamento TECMAR (dependiente de DIRECTEMAR) registra en bases de datos la información de los niveles de actividad de todos los puertos del País, por lo cual se adquirió en formato Excel toda la información necesaria de los puertos Quintero, Valparaíso y San Antonio. La información describe todas las maniobras realizadas el año 2008 detallando:

- Puerto
- Nombre nave
- Señal
- Toneladas de registro grueso
- Bandera
- Tipo de nave
- Tipo de maniobra
- Día y hora de inicio y término de maniobra
- Agencia solicitante de nave
- Lugar de maniobra

Cada uno de los registros se clasificó según puerto y tipo de nave. Los puertos corresponden a los señalados anteriormente, mientras la clasificación de las naves que se utilizó es la incluida en el documento "Analysis of Commercial Marine Vessels Emissions and Fuel Consumption Data. EPA. February 2000". Este los clasifica en:

- Carga pesada y banqueros
- Carga general
- Container/RORO/Autocarriers/Refrigerados
- De pasajeros

Lo ideal es tener las especificaciones técnicas de los motores de combustión interna de cada embarcación y así saber la potencia máxima de estos. Sin embargo, en la literatura existen métodos que relacionan el peso muerto de cada embarcación (DWT) con la potencia máxima en caballos de fuerza (HP). El DWT considera la carga, combustible, pasajeros, comida, agua y tripulación.

La más importante fuente de datos para la obtención del peso muerto de cada embarcación está disponible en la Web; las embarcaciones tienen como principal instrumento publicitario para sus servicios algunos sitios de registro de naves, el peso muerto es un dato que normalmente se encuentra disponible. El método de recolección se basó en buscar el DWT para cada embarcación en la página Web <http://www.e-ships.net> ingresando el nombre de cada embarcación y/o señal. Los que no figuraban en el sitio se encontraron posteriormente mediante el número IMO (international maritime organization number), el que se encuentra en variadas páginas de Internet accesibles mediante cualquier buscador, ingresando nombre de la nave y señal. Para las embarcaciones no registradas en el sitio www.e-ships.net fue posible investigar las especificaciones de los motores, ya sea en kW o en HP de cada una.

Las potencias máximas de los motores propulsores de las naves se establecieron mediante relaciones peso potencia para cuatro tipos de embarcación, las cuales corresponden a:

Tabla 219. Relaciones peso potencia

Carga pesada y banqueros	:	HP =	9.070 + 0,101* (DWT)
Carga general	:	HP =	3.046 + 0,288* (DWT)
Container/RORO/Autocarriers/Refrigerados	:	HP =	2.581 + 0,719* (DWT)
De pasajeros	:	HP =	-4.877 + 6,81 * (DWT)

Fuente: Analysis of Commercial Marine Vessels Emissions and Fuel Consumption Data, EPA

La potencia de cada embarcación se calculó en kW con la siguiente ecuación:

$$kW = \frac{HP \times 745,7}{1000}$$

La potencia de motores auxiliares, los cuales aportan mayormente energía eléctrica al interior de las embarcaciones, se define según el tipo de embarcación y el modo de operación. La tabla siguiente muestra los datos sugeridos por la EPA.

Tabla 220. Cargas sugeridas en kW. para cálculo equipos auxiliares

Cargas	Bajo Crucero	Maniobra	Estadía
Pasajeros	5.000	5.000	5.000
Otros	750	1.250	1.000

Fuente: Analysis of Commercial Marine Vessels Emissions and Fuel Consumption Data, EPA

- **Horas de funcionamiento de motores por modo de operación**

De las planillas de registro se obtiene el tiempo que cada barco demora en realizar las maniobras correspondientes, las cuales se definen (según el "Reglamento de Practicaje y Pilotaje" DIRECTEMAR) dentro de los límites de cada puerto. Entonces la resta entre la fecha y hora de término e inicio de maniobra define el tiempo de funcionamiento de los motores propulsores en modo maniobra.

De acuerdo al registro de la hora y fecha de entrada y la salida al puerto de cada embarcación, si se resta el tiempo en modo maniobras llegamos al resultado deseado, que corresponde a las horas de estadía de todos los buques durante el periodo 2008. Como se explicó anteriormente, los motores que funcionan cuando los barcos no se trasladan son sólo motores auxiliares.

Para la determinación del tiempo en modo bajo crucero, se ha considerado un tiempo promedio de 4 horas, es decir dos horas en aproximación y dos horas en salida de la embarcación desde el puerto.

- **Energía hipotética generada**

Los motores de combustión interna no siempre funcionan en su máxima potencia, sin embargo para efectos de cálculo se define la energía que se habría generando por los motores propulsores y auxiliares funcionando de esta forma en un tiempo determinado (año 2008).

El cálculo se realiza solamente para los motores propulsores y auxiliares que funcionaron en modo maniobra y bajo crucero, ya que son los modos como se mueven los barcos en el puerto. Además se realiza el mismo procedimiento para los motores auxiliares cuando están en modo estadía.

En cada modo de operación, se utiliza la siguiente ecuación para obtener la energía, se multiplica la potencia máxima de cada motor propulsor (kW) por el tiempo de funcionamiento (hr).

$$E \text{ (kW-hr)} = P \cdot t$$

Ecuación 23

En modo estadía los motores propulsores se encuentran apagados, en este caso los motores auxiliares son los que emiten contaminantes a la atmósfera debido al consumo de combustible. La energía máxima hipotética se calculó con la Ecuación 23; se multiplicaron los datos de potencia máxima de Tabla 220 por el tiempo utilizado en cada operación.

Factores de emisión

La cantidad de contaminantes que se emiten por chimenea por funcionamiento de motores de combustión es proporcional a la cantidad de combustible que se consume por unidad de tiempo. Los factores de emisión describen la cantidad de ciertas sustancias que se emiten al aire dependiendo de la cantidad de combustible y aire que se utilizan para las explosiones internas de la máquina.

Los factores de emisión obedecen a la siguiente relación:

$E \text{ (g/kW-hr)} = a \text{ (factor carga)} \cdot x + b$	Ecuación 24
--	--------------------

- Factor de emisión (E) es la masa emitida del contaminante por unidad de trabajo.
- Constantes (a,b y x) son valores de análisis estadístico recopilados en la Tabla 221
- Factor de carga es la razón de aire versus combustible que se utiliza.

La siguiente tabla muestra un resumen con los parámetros necesarios para calcular factores de emisión para HC, CO, NOx, NO2, PM, CO₂ y SO₂, aplicando la ecuación anterior.

Tabla 221. Parámetros para calcular factores de emisión (todo tipo de motores)

CONTAMINANTE	Exponente (X)	Interceptación (b)	Coficiente (a)
MP	1,5	0,2551	0,0059
NOx	1,5	10,4496	0,1255
NO2	1,5	15,5247	0,1887
SO2	N/A	N/S	2,3735

CO	1	N/S	0,8378
HC	1,5	N/S	0,0667
CO2	1	648,6	44,1000

N/A es no aplicable, N/S es no estadísticamente significativa

Fuente: Analysis of Commercial Marine Vessels Emissions and Fuel Consumption Data, February 2000, EPA

- Factores de carga por modo de operación

Los factores de carga que se utilizan en los puertos para el funcionamiento de los motores son similares según las necesidades del barco (viajar rápido, atracar, desatracar, etc.) y el tipo de embarcación. La siguiente tabla muestra los factores de carga sugeridos para el cálculo de emisiones de acuerdo al modo de operación que se este evaluando.

Tabla 222. Factores de carga sugeridos (% de potencia máxima continua)

TIPO	MODO DE OPERACIÓN		
	CRUCERO	BAJO CRUCERO	MANIOBRA
Carga Pesada y Tanqueros	80	40	20
Carga General	80	35	20
Pasajeros	80	20	10
Container/RORO/Autocarrier/refrigerado	80	30	15
Otros No altamar	80	40	20

Fuente: Analysis of Commercial Marine Vessels Emissions and Fuel Consumption Data, February 2000, EPA

Para calcular las emisiones de motores auxiliares utilizados en la estadia de un navío, se utilizan las mismas variables de la Tabla 221 aplicables al factores de emisión correspondiente, en este caso los motores funcionan con un factor de carga igual a uno (es decir a carga completa o potencia máxima).

Para el caso del Factor de Emisión de SO_x, el cálculo de éste no incluye el Exponente X por no ser aplicable y la Interceptación (b) por ser estadísticamente irrelevante.

La Ecuación para el cálculo del factor de emisión de SO_x queda:

$$E \text{ (g/kW-hr)} = a \text{ (% S en el combustible)} + b.$$

Como b es estadísticamente irrelevante, no se incluye como variable a considerar en la ecuación, quedando el factor de emisión en función de la variable a y el % de S contenido en el combustible.

Emisiones estimadas

Las tablas siguientes muestran los valores de emisiones estimadas para cada puerto por tipo de operación.

Tabla 223. Emisiones anuales en puerto Valparaiso (T/año)

OPERACION	MP	NOx	SO ₂	CO	HC	CO ₂
Auxiliares	10,26	415,72	307,68	32,93	2,62	27.230,59
Maniobras	7,82	276,56	233,59	121,38	25,08	20.625,73
Bajo crucero	21,52	823,68	785,04	203,11	29,55	58.751,26
Total	39,6	1.515,9	1.326,3	357,4	57,3	106.607,6

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 224. Emisiones anuales en puerto Quintero (T/año)

OPERACION	MP	NOx	SO ₂	CO	HC	CO ₂
Auxiliares	15,74	637,59	471,88	50,51	4,02	41.763,73
Maniobras	8,99	331,92	275,50	117,39	20,91	25.713,96
Bajo crucero	20,05	787,25	706,78	153,32	19,50	54.657,23
Total	44,8	1.756,8	1.454,2	321,2	44,4	122.134,9

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 225. Emisiones anuales en puerto San Antonio (T/año)

OPERACION	MP	NOx	SO ₂	CO	HC	CO ₂
Auxiliares	11,02	446,33	330,33	35,36	2,82	29.235,87
Maniobras	6,01	215,73	181,35	88,59	17,45	16.015,20
Bajo crucero	18,06	699,29	651,22	164,09	23,16	49.336,84
Total	35,1	1.361,4	1.162,9	288,0	43,4	94.587,9

Fuente: Elaboración Propia.

11 RESULTADOS DEL INVENTARIO DE EMISIONES

A continuación se entregan los resultados del Inventario 2008 para la región de Valparaíso.

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.

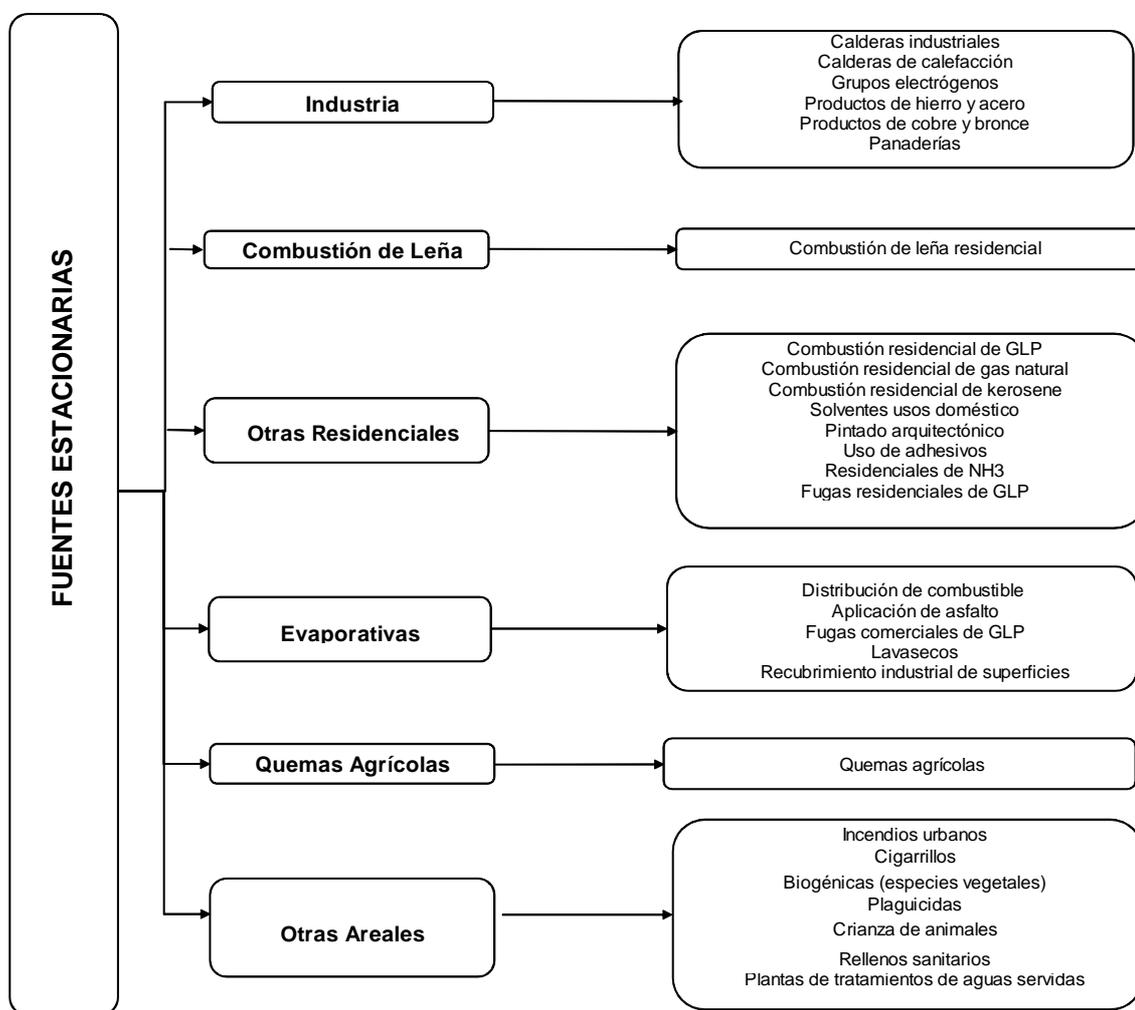


Figura 120: Estructura de agrupación de fuentes estacionarias

Fuente: Elaboración propia

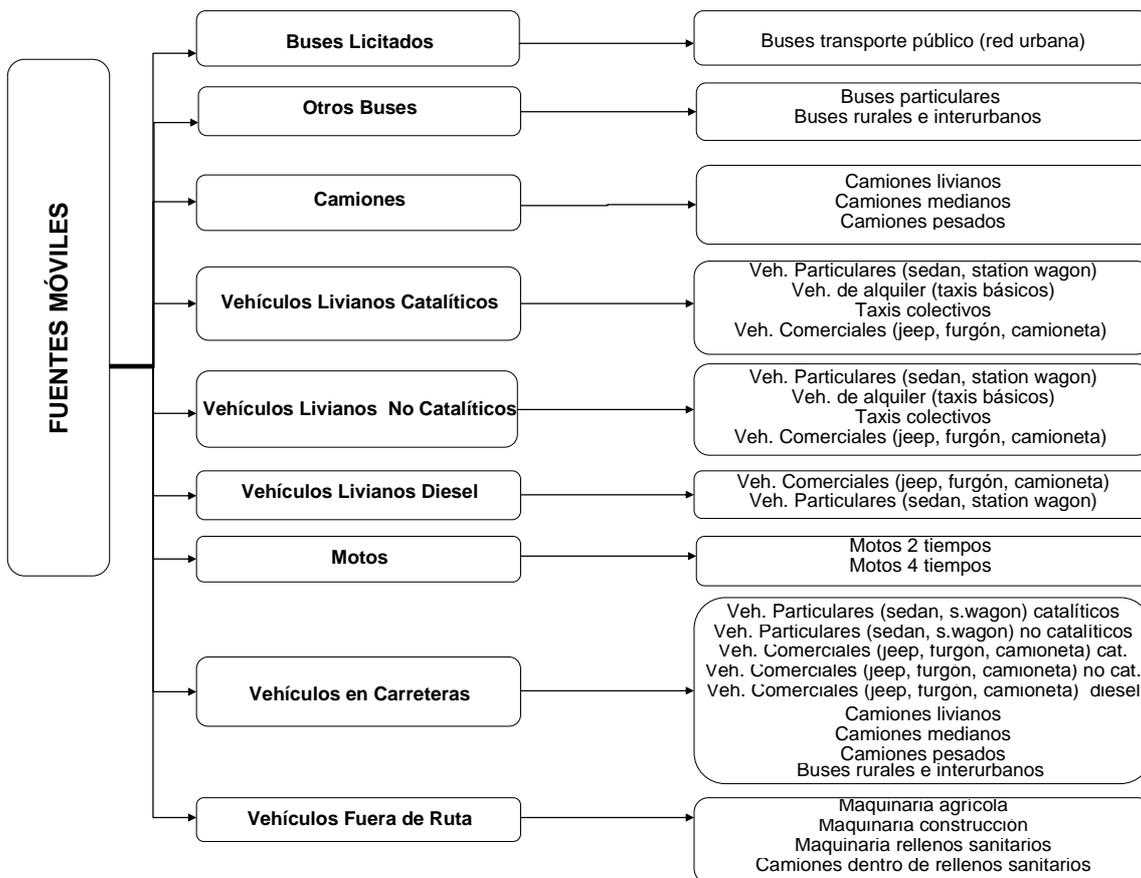


Figura 121: Estructura de agrupación de fuentes móviles
Fuente: Elaboración propia

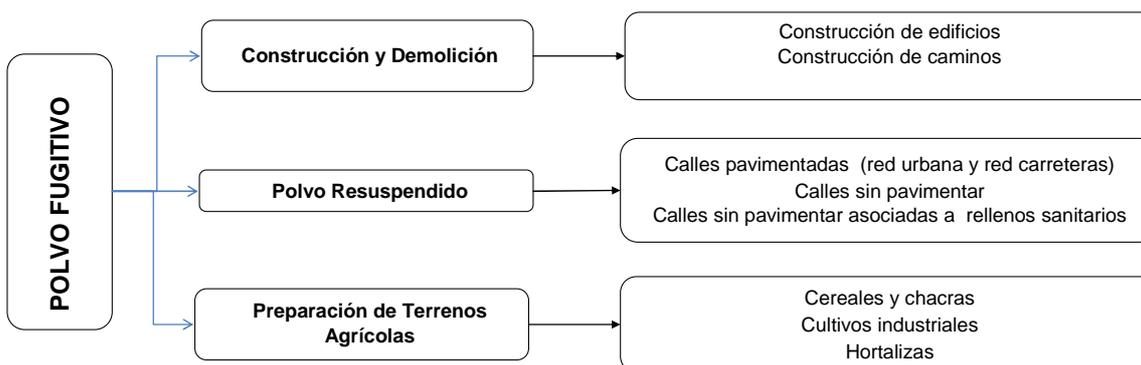


Figura 122: Estructura de agrupación de fuentes de polvo fugitivo
Fuente: Elaboración propia

11.1 Análisis y Conclusiones Región de Valparaíso

A continuación se presenta el resumen de emisiones para la región de Valparaíso con las categorías de fuentes agrupadas de acuerdo a lo presentado en los esquemas anteriores.

Tabla 226. Resumen inventario de emisiones, fuentes fijas Año 2008

Región de Valparaíso.

INVENTARIO DE EMISIONES ANUAL, ESCENARIO 2008 VALPARAÍSO							
FUENTES FIJAS, AREALES Y MÓVILES ESCENARIO 2008							
Categoría de Fuente	MP10 ton/año	MP2,5 ton/año	CO ton/año	NOx ton/año	COV ton/año	SOx ton/año	NH3 ton/año
Fijas Combustión	3.784,06	2.727,17	1.918,78	18.752,78	181,24	17.906,70	1.216,48
Fijas Procesos+Evap	3.655,89	2.812,90	725,18	2.105,15	1.161,71	33.818,35	106,38
Combustión de Leña	2.815,23	2.727,78	26.256,00	194,92	23.792,86	30,16	167,91
Otras residenciales	7,70	2,11	45,96	182,84	11.556,09	14,03	1.673,29
Evap. Comerciales+Comb. Comercial	17,16	14,81	40,68	9,05	6.274,62	1,81	-
Quemas Agrícolas	107,26	102,42	894,95	34,07	67,93	7,87	-
Otras Areales	20,67	5,61	179,48	4,22	24.440,77	-	6.367,48
Total Estacionarias	10.407,97	8.392,80	30.061,03	21.283,03	67.475,22	51.778,92	9.531,54
Total Fuentes Móviles Vehículos Livianos	266,94	245,58	60.436,54	9.472,00	7.346,88	95,60	413,25
Total Fuentes Móviles Vehículos Livianos	456,98	420,42	2.443,25	10.926,35	853,36	227,42	3,54
Fuera de Ruta	326,64	317,92	1.749,14	7.222,50	330,71	3.949,73	0,0023
Total Móviles	1.050,56	983,93	64.628,93	27.620,86	8.530,96	4.272,75	416,7863
TOTAL MOVILES Y ESTACIONARIAS	11.458,53	9.376,73	94.689,96	48.903,89	76.006,18	56.051,67	9.948,32

Fuente: Elaboración Propia.

(*)Las emisiones de COV reportadas para "Otras Areales" incluye entre otras la categoría "biogénicas", la cual representa las emisiones de la Región de Valparaíso.

En el gráfico siguiente se presentan las emisiones por contaminante para cada fuente emisora:

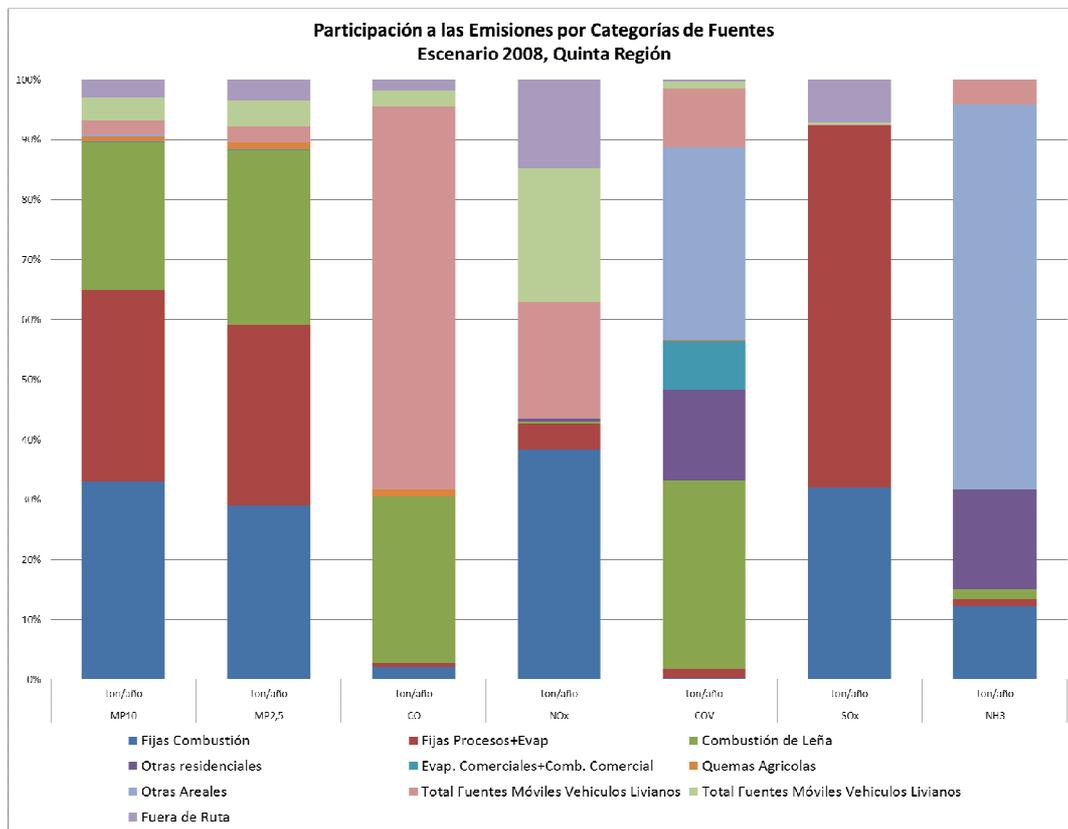


Figura 123: Participación de emisiones por categoría de fuentes, año 2008, V Región.

Fuente: Elaboración Propia.

En la figura anterior se puede apreciar que para el MP10, MP2.5, SO_x y NO_x el mayor aporte proviene de fuentes fijas de combustión, fuentes fijas de procesos+evaporativas y combustión de leña, de igual forma la leña aporta con emisiones de CO y COV; las fuentes móviles presentan su mayor aporte en las emisiones de CO, mientras que otras areales aportan emisiones significativas de COV y NH₃.

Las emisiones de MP10 en la región de Valparaíso provienen principalmente de las fuentes industriales puntuales, las cuales representan cerca del 60% de las emisiones totales de MP₁₀ en la región. Las fuentes con mayor aporte son las termoeléctricas, seguidas por la producción primaria de cobre.

Cabe mencionar que no están consideradas las emisiones de incendios forestales, ya que en acuerdo con la contraparte técnica, se decidió dejar las emisiones provenientes de esta categoría como un evento aislado, debido a que en el año 2008 ocurrió una gran cantidad de incendios en Casablanca afectando una gran cantidad de áreas, lo que conlleva a una gran emisión que obedece a una condición particular.

Tabla 227. Emisiones Termoeléctricas 2008, Región de Valparaíso.

CLASIF. INVENTARIO	PTS	MP ₁₀	MP _{2,5}	CO	NO _x	SO _x
Termoelectricas sin Laguna Verde	653,93	458,01	137,41	908,99	15.318,27	13.625,67
Laguna verde	5.414,93	2.978,21	2.328,42	128,60	679,23	1.961,62

Fuente: Elaboración Propia.

Un caso especial para el año 2008 son las emisiones generadas por la central termoeléctrica de Laguna Verde, la que tiene un gran aporte a las emisiones debido a que operó la mayor parte del año, si esta fuente se separa del resto de la categoría, se puede apreciar su gran peso en las emisiones del sector.

Para el contaminante CO, las fuentes móviles, específicamente los vehículos livianos; representan el mayor aporte a las emisiones anuales en la Región con un 61% de participación, seguidas por la emisión de CO proveniente de la combustión residencial de leña con un 26%.

El aporte de NO_x proviene principalmente de las fuentes móviles con un 56% de participación, seguida de las emisiones provenientes de las termoeléctricas con un 38% de participación.

En el caso de los COV, la categoría de fuente con mayor aporte de emisiones corresponde a residenciales y comerciales con un 60%, destacando las emisiones provenientes de la leña y las fugas provenientes de la refinería de petróleo de Concón.

En el caso del SO₂ las fuentes con mayor aporte resultan ser la producción primaria de cobre, las que corresponden a las fundiciones de Ventanas y Chagres; en segundo lugar contribuyen las termoeléctricas.

Para la estimación de leña, se realizaron cuatro escenarios de estimación con el objetivo de sensibilizar la incertidumbre existente en los factores de emisión y los niveles de actividad. En lo que se refiere a la encuesta aplicada en terreno a cuatro comunas, esta presenta una gran variabilidad con respecto a la encuesta CASEN. Los escenarios construidos son los siguientes:

1. Escenario 1: Las emisiones fueron estimadas para la región de Valparaíso según la metodología EPA, AP-42. Los consumos de leña, fueron obtenidos a partir de la encuesta de consumo de leña, aplicada en cuatro comunas de la región (Valparaíso, Viña del Mar, Quilpué, Quillota), más los resultados obtenidos de la encuesta CASEN 2006
2. Escenario 2: Las emisiones fueron estimadas para la región de Valparaíso, según los factores de emisión usados en el estudio, "Inventario de Emisiones de Contaminantes Atmosféricos y Definición de Área de Influencia de las Emisiones que Causan el Efecto de Saturación por PM10 en la Ciudad de TALCA" Consultora AMBIOSIS, 2008". Los consumos de leña, fueron obtenidos a partir de la encuesta de consumo de leña aplicada en cuatro comunas de la región (Valparaíso, Viña del Mar, Quilpué, Quillota), más lo reportado en la encuesta CASEN 2006.
3. Escenario 3: Las emisiones para la región de Valparaíso, fueron estimadas según la metodología EPA, AP-42 y los consumos de leña fueron obtenidos a partir de la encuesta CASEN 2006.
4. Escenario 4: Emisiones estimadas para la región de Valparaíso según los factores de emisión aplicados en el estudio, "Inventario de Emisiones de Contaminantes Atmosféricos y Definición de Área de Influencia de las Emisiones que Causan el Efecto de Saturación por PM10 en la Ciudad de TALCA" Consultora AMBIOSIS, 2008". Los consumos de leña para todas las comunas de la región de Valparaíso, fueron obtenidos a partir de la encuesta CASEN 2006.

Para efectos de este estudio, se considera el escenario 2, debido a que los factores de emisión considerados en el estudio, "Inventario de Emisiones de Contaminantes Atmosféricos y Definición de Área de Influencia de las Emisiones que Causan el Efecto de Saturación por PM10 en la Ciudad de TALCA" Consultora AMBIOSIS, 2008; estos factores consideran situaciones más reales de funcionamiento, como lo son las condiciones de humedad de la leña y los tipos de artefactos. Por otra parte la encuesta aplicada en terreno entrega información focalizada con respecto a la leña y en la encuesta CASEN es una variable indirecta.

La emisión para el año 2008 es estimada en 2.815 ton/año (Urbano y rural, representando un 14,27% del total.

En la categoría "Otras Areales" se observa un importante aporte de las emisiones biogénicas, las cuales corresponden a 23.276 toneladas de COV para la región de Valparaíso.

El efecto de las emisiones provenientes de la vegetación sobre la calidad del aire ha sido investigado durante el último tiempo, adquiriendo especial atención por su capacidad de contribuir a la formación de contaminantes secundarios como el ozono.

Los COV biogénicos son precursores de ozono troposférico, existiendo algunas discrepancias entre los investigadores. Los COV biogénicos poseen reactividades muy diferentes entre sí lo que hace complicada su comparación (Carter WPL, 1994., Prendez et al. 2002).

La suma total es más alta que en la RM y la VI región, sin embargo existe una gran cantidad de matorral en la región que es gran emisora de monoterpenos que hacen elevar un poco las emisiones. Además hay plantaciones de especies forestales como el pino y eucaliptus, especies que son altamente emisoras.

Las altas emisiones, sugieren dar una importante relevancia, dado al impacto que pueden tener en la calidad del aire de la región.

Comparando el flujo estimado, 0,014 ton/ha/año con estimaciones realizadas para la Región Metropolitana 0,009 y VI Región 0,012 se observa que los valores obtenidos se encuentran dentro de un rango normal.

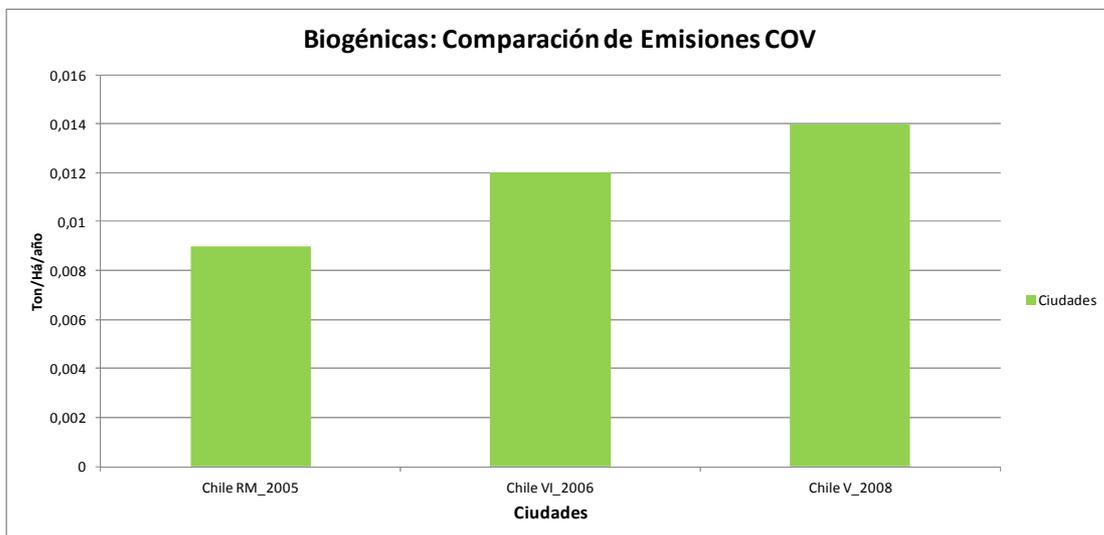


Figura 124: Comparación de emisión de COV biogénicos entre inventarios RM 2005-VI 2006 y la estimación para la quinta región, año 2008

Fuente: Elaboración propia

Las estimaciones de emisiones biogénicas a nivel país, presentan un grado de incertidumbre debido a la poca información que existe al respecto, tal como la identificación de densidad de masa foliar para especies vegetales presentes en cada clase, la poca información de factores de emisión reales para cada especie presente en la región, lo que obliga a asignar factores de especies exóticas a las especies nativas y utilizar el método propuesto por Benjamín et al (1998) de asignación en base a semejanzas taxonómicas, lo que es cuestionado para algunos autores, por la alta variación en la emisión existente entre especies del mismo género, no obstante es obligatorio asignar factores de emisión para obtener emisiones.

Respecto a las emisiones de amoníaco, la principal emisión corresponde a las emisiones de la categoría crianza de animales, seguidas por las emisiones residenciales.

En el gráfico siguiente se presentan las emisiones por contaminante para fuentes fijas y fuentes areáles:

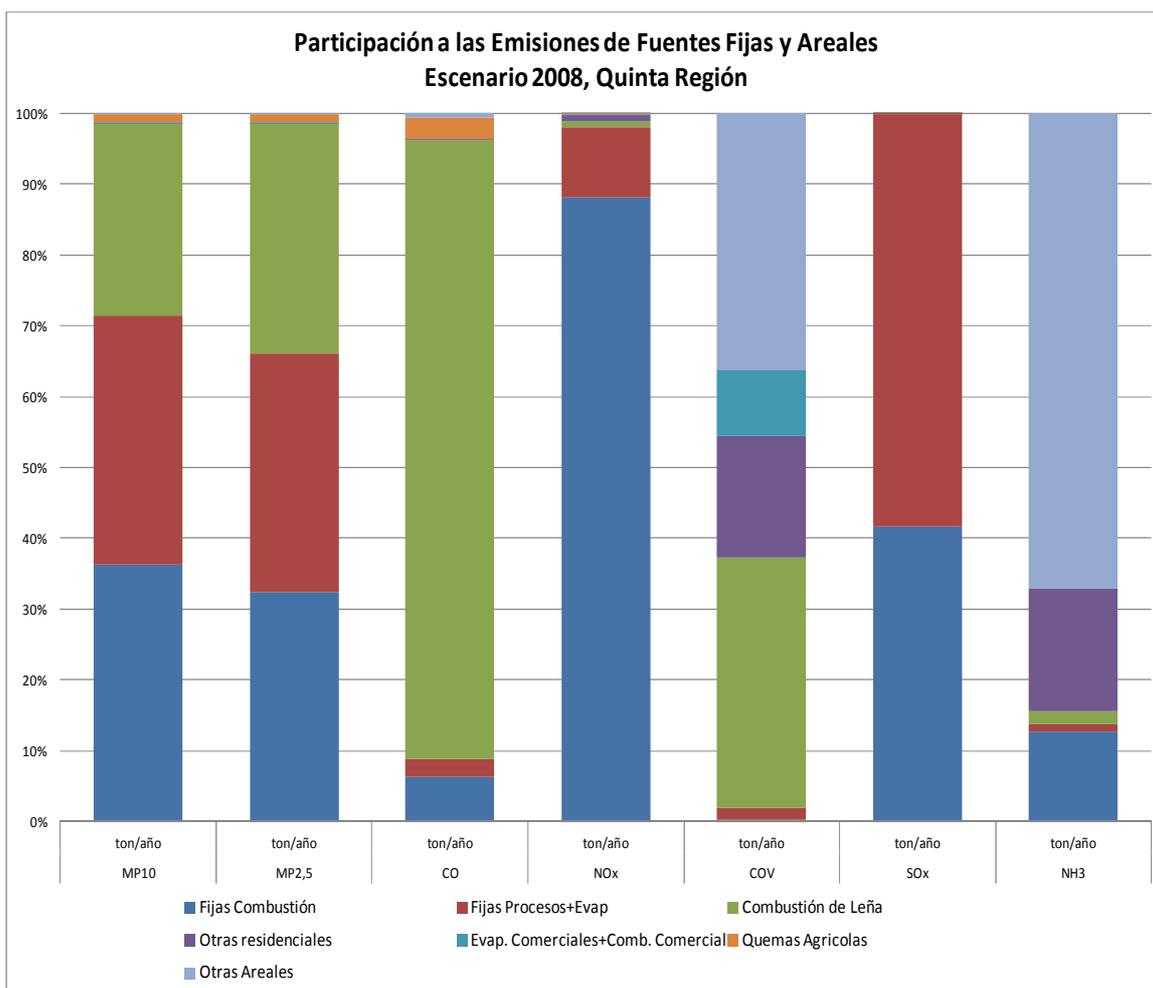


Figura 125: Participación de emisiones por categoría de fuentes fijas y areales, año 2008, V Región.

Fuente: MMA V REGIÓN-AMBIOSIS (2008).

En la figura anterior se puede apreciar que entre estas dos categorías de fuentes, las fuentes fijas de combustión aportan mayores emisiones en NO_x, principalmente por las termoeléctricas y las fuentes fijas de procesos+evaporativas dominan las emisiones de SO_x de las fundiciones y COV de la industria química.

En el gráfico siguiente se presentan las emisiones por contaminante para fuentes móviles desagregadas por categorías vehiculares:

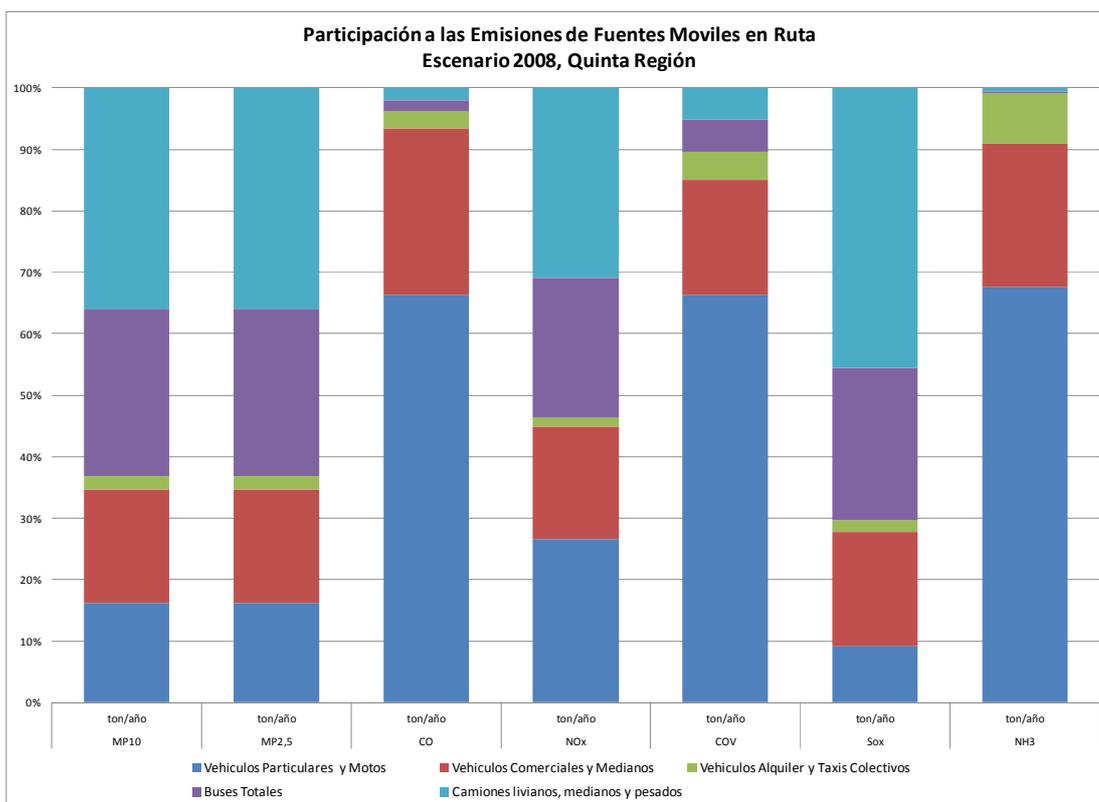


Figura 126: Participación de emisiones por categorías vehiculares, año 2008, V Región.

Fuente: MMA V REGIÓN-AMBIOSIS (2008).

En la figura anterior se puede apreciar que para las fuentes móviles que el mayor aporte para CO, COV y NH3 proviene de los vehículos particulares y vehículos comerciales; para SOx el mayor aporte proviene de camiones (livianos, medianos y pesados), Buses y vehículos comerciales, mientras que para PM10 y PM2,5 lideran los camiones y buses seguidos de los vehículos comerciales y vehículos particulares en el caso de vehículos comerciales las emisiones provienen principalmente de desgaste de frenos y neumáticos y para el resto de las categorías también se considera emisiones por tubo de escape; en el caso del NOx las emisiones provienen de camiones, vehículos particulares, buses y vehículos comerciales.

En términos generales los vehículos particulares lideran las emisiones de CO, COV y NH3 y camiones lideran las emisiones de MP10, MP2,5, SOx y NOx.

En la tabla siguiente se presentan las emisiones de polvo fugitivo, escenario 2008 para toda la quinta región:

Tabla 228. Resumen inventario de emisiones, fuentes polvo fugitivo. Escenario 2008, Región de Valparaíso.

POLVO FUGITIVO ESCENARIO 2008			
Categoría de Fuente	MP ton/año	MP10 ton/año	MP2,5 ton/año
Construcción de Edificios	673,42	329,44	21,51
Construcción de Caminos	57.700,67	33.933,49	4.881,47
Producción de áridos	17,83	10,21	1,46
Total Construcción y Demolición	58.391,92	34.273,14	4.904,44
Calles pavimentadas y no pavimentadas en red urbana e interurbana Bottom UP	23.917,63	4.584,21	657,37
Calles pavimentadas y no pavimentadas en red urbana Top Down	11.845,97	2.274,56	326,32
Total Polvo Resuspendido	35.763,60	6.858,77	983,69
Cereales y chacras	8,09	5,91	2,43
Cultivos Industriales	0,88	0,64	0,27
Hortalizas	15,25	11,13	4,58
Frutales	25,26	18,44	7,58
Total Preparación de Terrenos Agrícolas	49,48	36,12	14,85
TOTAL POLVO FUGITIVO	94.205,00	41.168,04	5.902,98

Fuente: Elaboración Propia.

De la tabla anterior, destaca la gran cantidad de emisión de particulado para la categoría construcción de caminos, con un 61% de aporte; su gran aporte es debido al gran nivel de actividad en la región para el año de estudio.

En la figura que sigue a continuación, se muestra el porcentaje de participación para las tres categorías de fuentes involucradas.

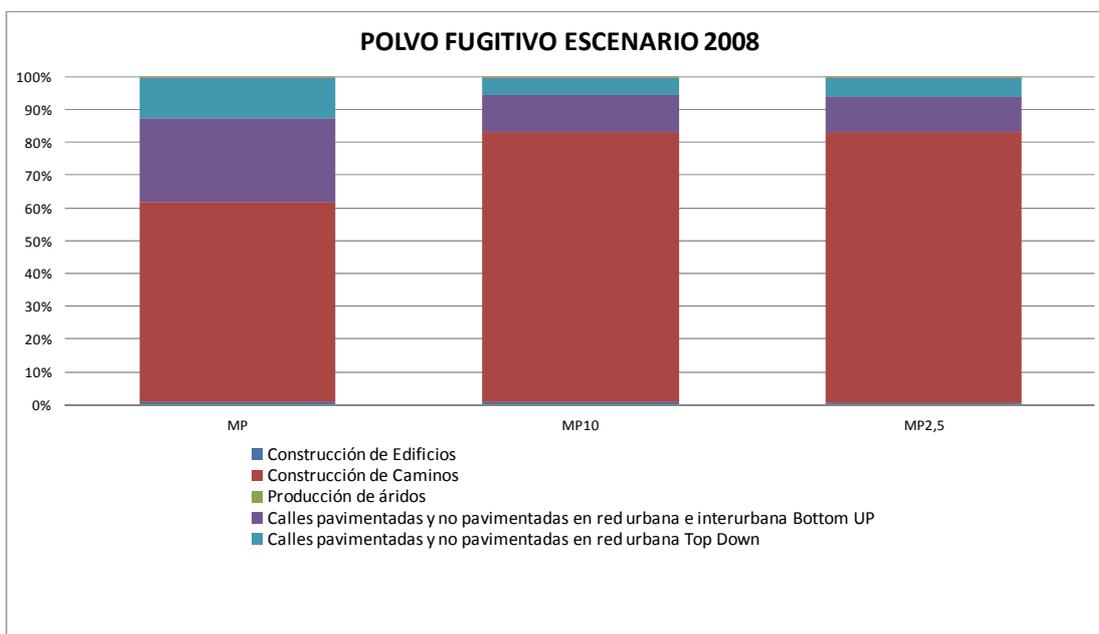


Figura 127: Participación de emisiones para polvos fugitivos, año 2008, V Región.

Fuente: MMA V REGIÓN-AMBIOSIS (2008).

Los siguientes análisis y conclusiones están basados en las comunas de Catemu, Concón y Puchuncaví; además se entregan resultados a nivel comunal por contaminante con el objetivo de visualizar los resultados que entrega el inventario de una forma más localizada.

11.2 Análisis y Conclusiones Comuna de Catemu

A continuación se presenta el resumen de emisiones para la comuna de Catemu con las categorías de fuentes agrupadas:

Tabla 229. Resumen inventario de emisiones para la comuna de Catemu.Escenario 2008, Región de Valparaíso.

INVENTARIO DE EMISIONES ANUAL COMUNA DE CATEMU, ESCENARIO 2008							
FUENTES FIJAS, AREALES Y MÓVILES ESCENARIO 2008							
Categoría de Fuente	MP10 ton/año	MP2,5 ton/año	CO ton/año	NOx ton/año	COV ton/año	SOx ton/año	NH3 ton/año
Fijas Combustión	1,98	0,47	12,14	56,12	4,42	3,73	0,12
Fijas Procesos+Evap	798,82	441,49	4,75	46,92	0,16	11.666,05	0,88
Combustión de Leña	63,70	61,78	595,50	4,41	539,84	0,68	3,73
Otras residenciales	0,06	0,02	0,35	1,39	88,16	0,11	11,97
Evap. Comerciales+Comb. Comercial	0,18	0,18	0,39	0,04	24,20	0,00	0,06
Quemas Agrícolas	0,82	0,79	5,12	0,24	0,48	0,03	-
Otras Aerales	0,82	0,79	6,20	0,27	551,07	0,03	46,12
Total Estacionarias	866,38	505,53	624,44	109,39	1.208,32	11.670,63	62,89
Total Fuentes Móviles Vehiculos Livianos	0,66	0,61	301,20	67,67	38,77	0,29	1,07
Total Fuentes Móviles Vehiculos Livianos	2,06	1,89	14,23	44,94	5,73	0,81	0,01
Fuera de Ruta	4,74	4,36	13,31	16,81	18,74	-	0,0000
Total Móviles	7,46	6,86	328,74	129,42	63,24	1,09	1,0855
TOTAL MOVILES Y ESTACIONARIAS	873,84	512,39	953,17	238,80	1.271,55	11.671,72	63,97

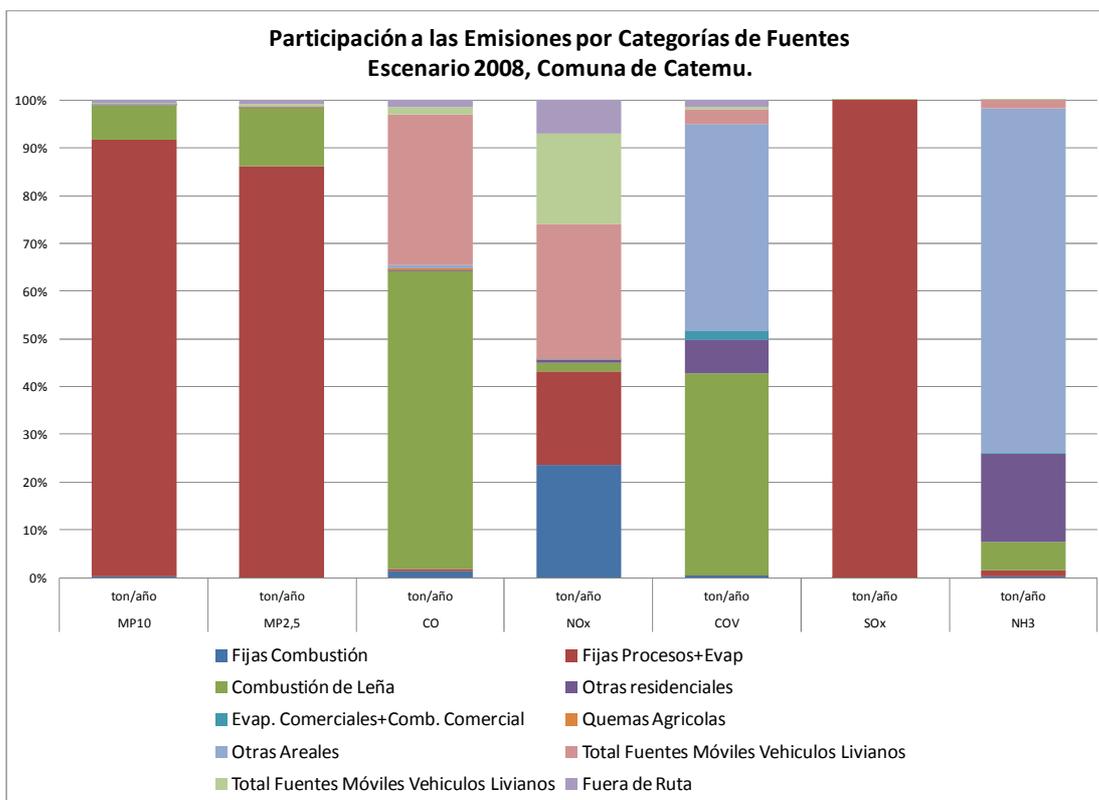


Figura 128: Participación de emisiones por categoría de fuentes para la Comuna de Catemu, año 2008, V Región.

Fuente: MMA V REGIÓN-AMBIOSIS (2008).

En la figura anterior se puede apreciar que para el MP10, MP2.5, el mayor aporte proviene de fuentes fijas de combustión, fuentes fijas de procesos+evaporativas principalmente de División Chagres, de igual forma la leña aporta con emisiones relativamente más bajas, siendo su mayor aporte el de CO y COV; las fuentes móviles presentan su mayor aporte en las emisiones de CO y NOx. En cuanto al SOx la principal emisión proviene de la fundición Chagres.

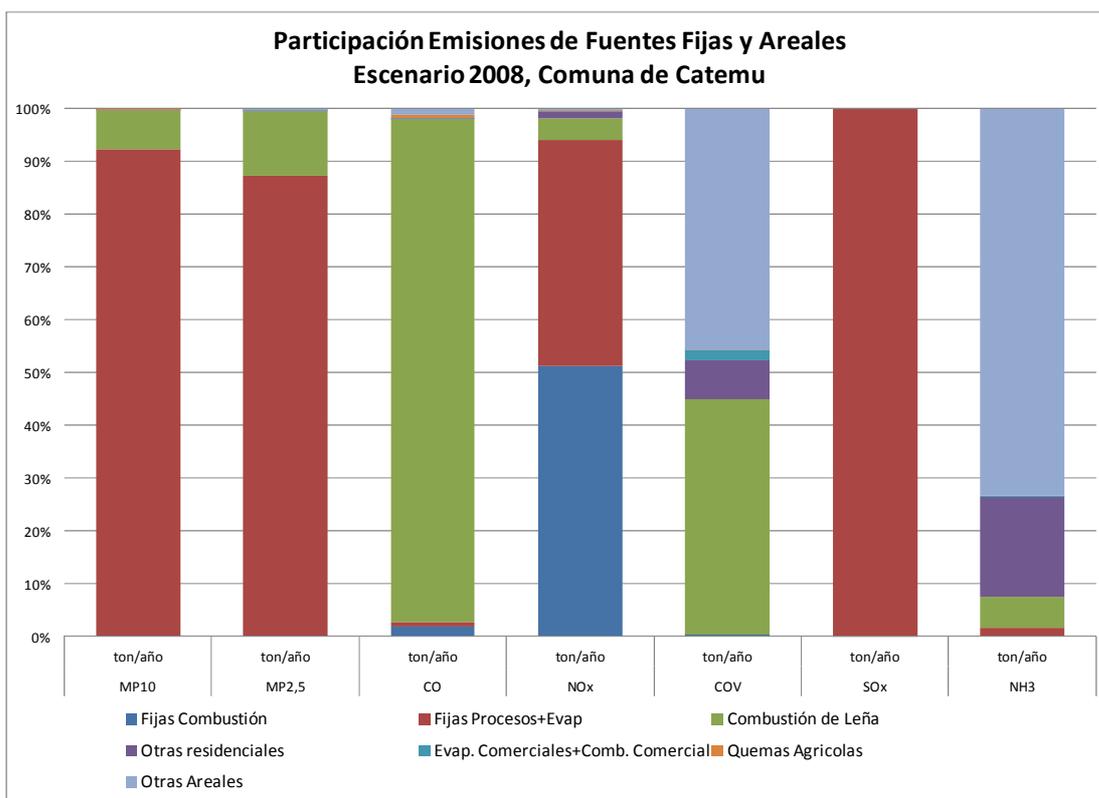


Figura 129: Participación de emisiones para fuentes fijas y areales para la Comuna de Catemu, año 2008, V Región.

En la figura anterior se puede apreciar que para el MP10, MP2.5, el mayor aporte proviene de División Chagres, de igual forma la leña aporta con emisiones relativamente más bajas, siendo su mayor aporte el de CO y COV. El mayor aporte de COV proviene de emisiones evaporativas comerciales, residenciales y biogénicas, mientras que para el NH3 de crianza de animales y evaporativas residenciales.

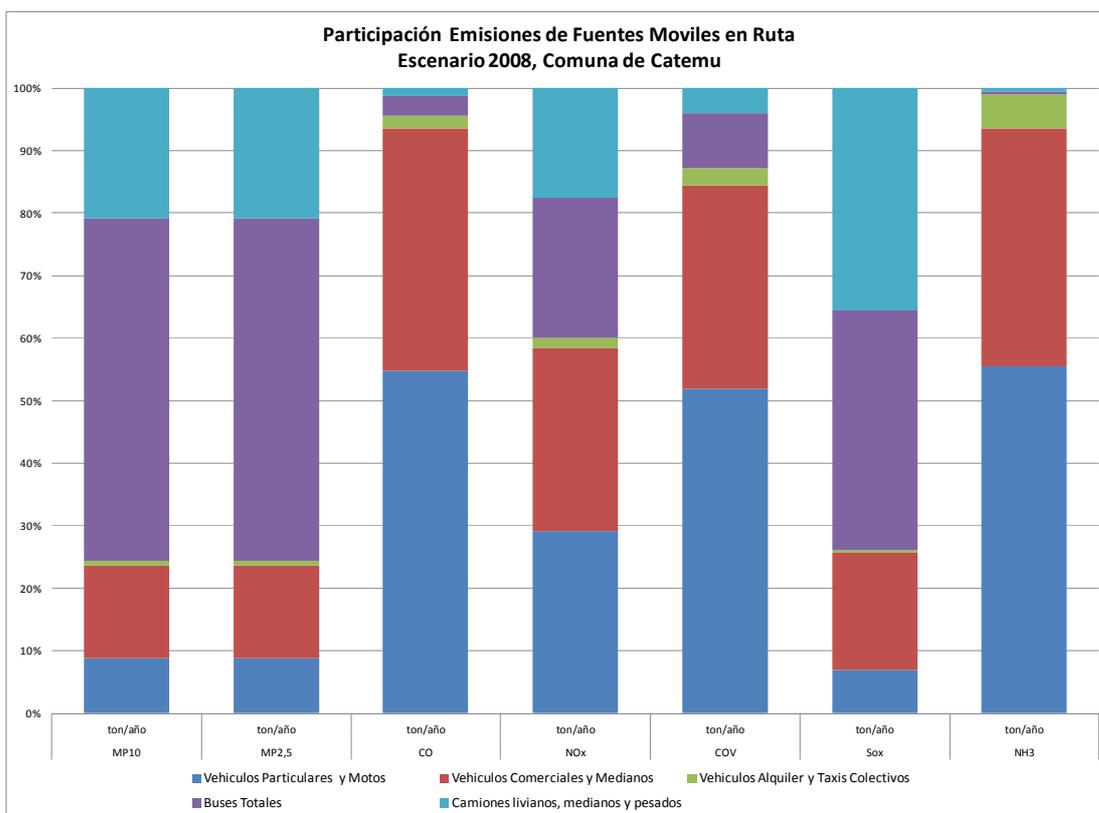


Figura 130: Participación de emisiones por categorías vehiculares, año 2008, comuna de Catemu.

Fuente: MMA V REGIÓN-AMBIOSIS (2008).

En la figura anterior se puede apreciar que para las fuentes móviles el mayor aporte para CO, COV y NH₃ proviene de los vehículos particulares y vehículos comerciales livianos, para SO_x el mayor aporte proviene de camiones (livianos, medianos y pesados), Buses y vehículos comerciales livianos, seguidos de taxis y colectivos, mientras que para PM₁₀ y PM_{2,5} lideran los buses y camiones seguidos de los vehículos comerciales livianos y en menor medida los vehículos particulares.

11.3 Análisis y Conclusiones Comuna de Concón

A continuación se presenta el resumen de emisiones para la comuna de Concón con las categorías de fuentes agrupadas:

Tabla 230. Resumen inventario de emisiones para la comuna de Concón. Escenario 2008.

INVENTARIO DE EMISIONES ANUAL, ESCENARIO 2008 COMUNA DE CONCÓN							
FUENTES FIJAS, AREALES Y MÓVILES ESCENARIO 2008							
Categoría de Fuente	MP10 ton/año	MP2,5 ton/año	CO ton/año	NOx ton/año	COV ton/año	SOx ton/año	NH3 ton/año
Fijas Combustión	115,93	102,37	301,20	1.503,76	23,40	1.007,66	9,90
Fijas Procesos+Evap	1.467,02	1.459,48	264,50	1.058,15	509,41	237,64	6,91
Combustión de Leña	21,28	20,65	199,54	1,47	180,89	0,23	1,25
Otras residenciales	0,27	0,30	1,34	5,61	389,38	0,01	6,09
Evap. Comerciales+Comb. Comercial	0,26	0,22	0,61	0,11	1.605,09	0,00	0,10
Quemas Agrícolas	-	-	-	-	-	-	-
Otras Areeles	0,87	0,24	9,77	0,23	1,20	-	9,62
Total Estacionarias	1.605,64	1.583,24	776,96	2.569,33	2.709,38	1.245,53	33,86
Total Fuentes Móviles Vehiculos Livianos	11,76	10,82	2.784,86	391,00	305,72	3,33	30,82
Total Fuentes Móviles Vehiculos Livianos	3,08	2,83	13,91	69,71	5,89	1,37	0,01
Fuera de Ruta	7,94	7,04	29,06	124,83	7,73	-	0,0000
Total Móviles	22,77	20,68	2.827,83	585,54	319,35	4,71	30,8324
TOTAL MOVILES Y ESTACIONARIAS	1.628,41	1.603,93	3.604,79	3.154,87	3.028,73	1.250,24	64,69

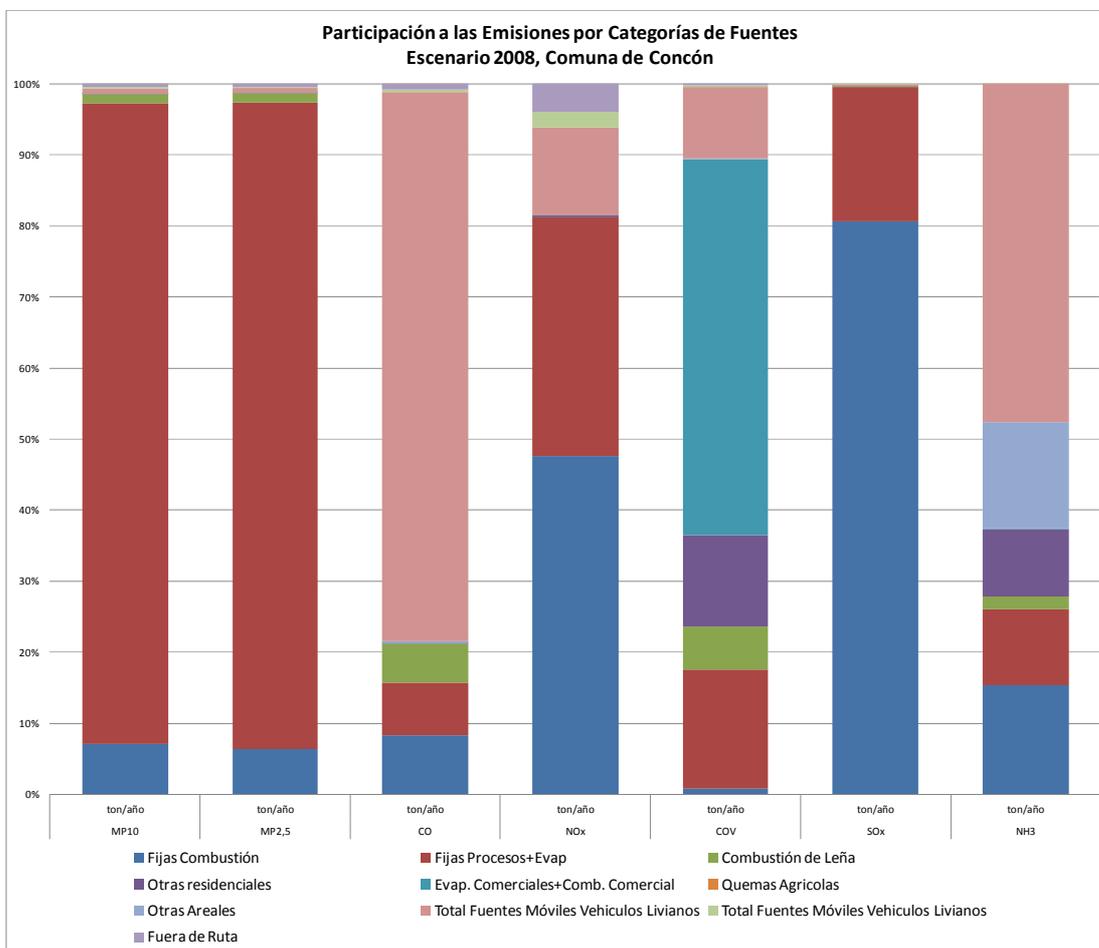


Figura 131: Participación de emisiones por categoría de fuentes para la Comuna de Concón, año 2008, V Región.

En la figura anterior se puede apreciar que para el MP10, MP2.5, el mayor aporte proviene de fuentes fijas de combustión, fuentes fijas de procesos+evaporativas principalmente de las fuentes de la refinería donde destacan las provenientes de la caldera de gases de cola del cracking catalítico y las de las torres de enfriamiento, las fuentes móviles presentan su mayor aporte en las emisiones de CO y NH₃, provenientes de vehículos livianos. En cuanto al SO_x la principal emisión proviene de las fuentes de la refinería donde destacan las provenientes de las calderas de la planta de fuerza que operan con petróleo pesado.

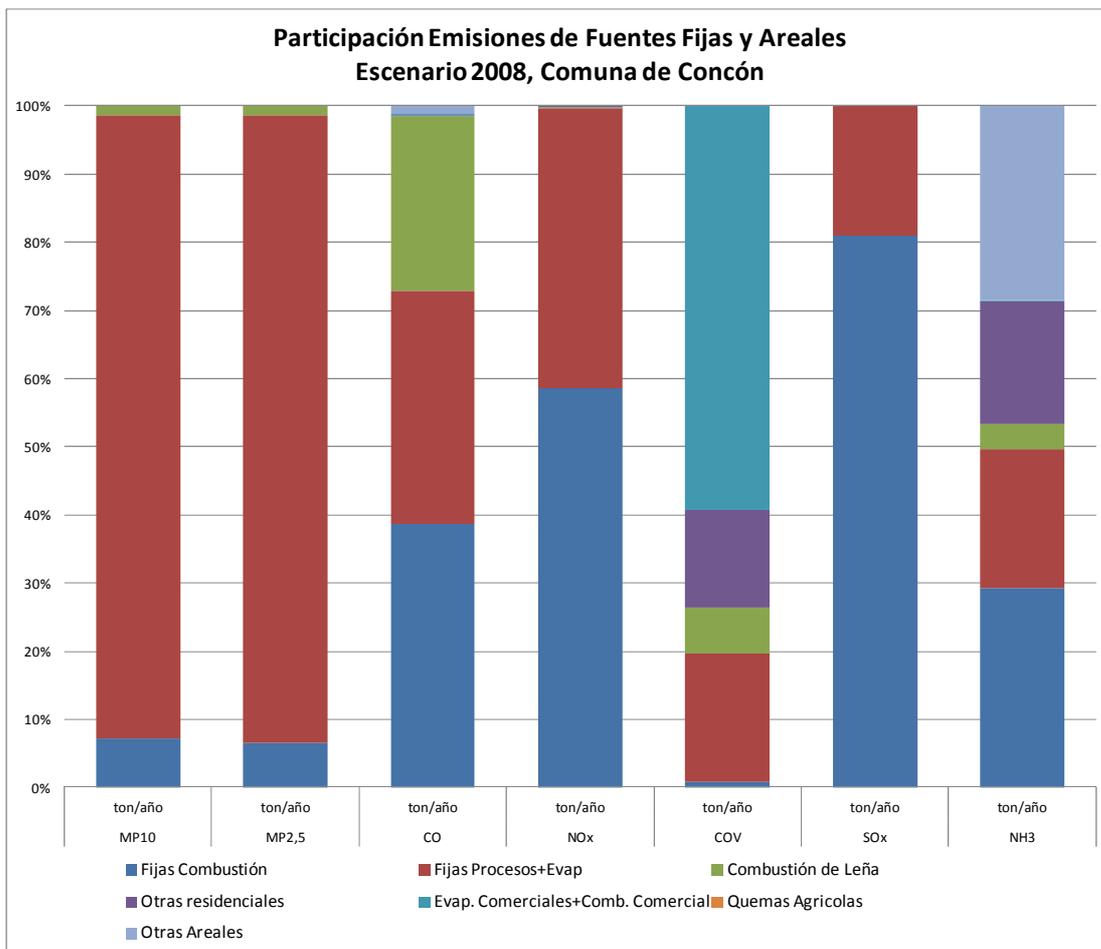


Figura 132: Participación de emisiones para fuentes fijas y areales para la Comuna de Concón, año 2008, V Región.

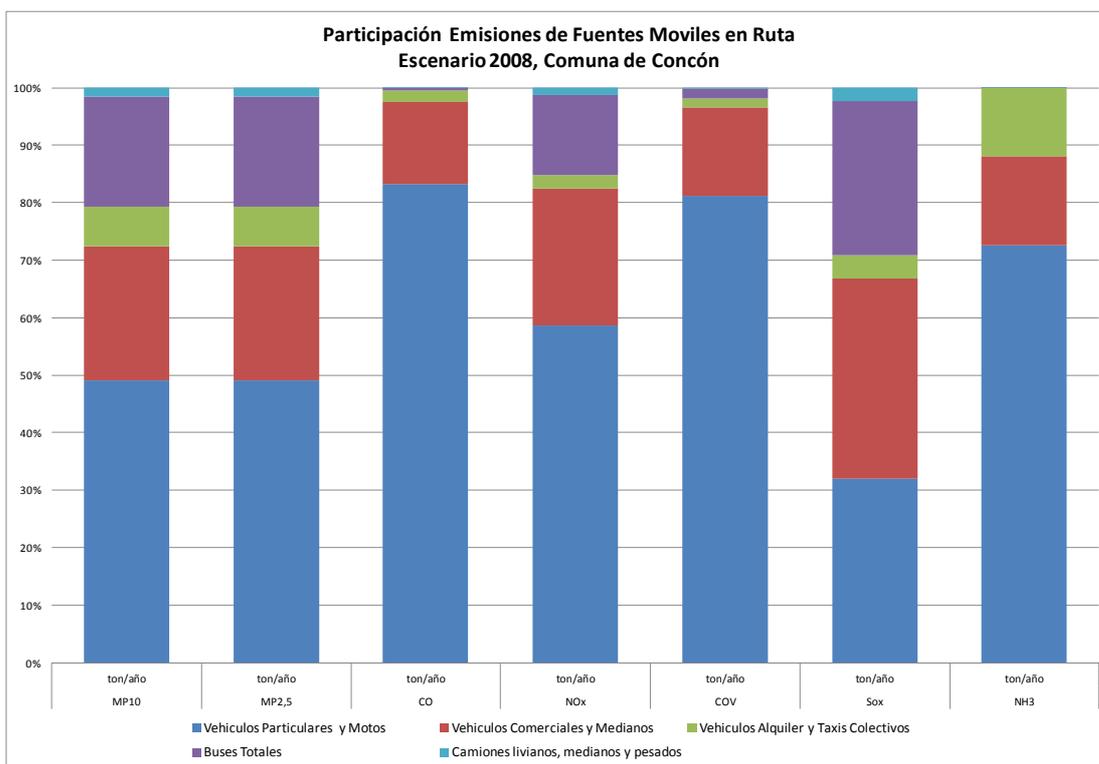


Figura 133: Participación de emisiones por categorías vehiculares, año 2008, comuna de Concón.

Fuente: MMA V REGIÓN-AMBIOSIS (2008).

En la figura anterior se puede apreciar que para las fuentes móviles el mayor aporte para CO, COV y NH₃ proviene de los vehículos particulares y vehículos comerciales, para SO_x el mayor aporte proviene de vehículos comerciales, vehículos particulares y buses totales; en el caso de PM₁₀ y PM_{2,5} lideran los vehículos particulares proveniente de desgaste de frenos y neumáticos y vehículos comerciales y buses totales proveniente de desgaste de frenos, neumáticos y tubo de escape; finalmente en el caso de NO_x el mayor aporte proviene de vehículos particulares, vehículos comerciales y buses totales. En esta zona es destacable la baja participación de camiones en el inventario y cabe destacar que para esta ciudad los flujos provienen del modelo de transporte de SECTRA.

11.4 Análisis y Conclusiones Comuna de Puchuncaví

A continuación se presenta el resumen de emisiones para la comuna de Puchuncaví con las categorías de fuentes agrupadas:

Tabla 231. Resumen inventario de emisiones para la comuna de Puchuncaví. Escenario 2008.

INVENTARIO DE EMISIONES ANUAL, ESCENARIO 2008 COMUNA DE PUCHUNCAVÍ							
FUENTES FIJAS, AREALES Y MÓVILES ESCENARIO 2008							
Categoría de Fuente	MP₁₀ ton/año	MP_{2,5} ton/año	CO ton/año	NOx ton/año	COV ton/año	SOx ton/año	NH₃ ton/año
Fijas Combustión	295,23	112,19	484,96	9.301,12	30,24	9.645,13	850,30
Fijas Procesos+Evap	928,90	637,58	103,92	492,10	229,54	21.344,80	3,07
Combustión de Leña	18,72	18,16	175,08	1,30	158,72	0,20	1,10
Otras residenciales	0,07	0,02	0,41	1,64	114,95	0,13	1,83
Evap. Comerciales+Comb. Comercial	0,27	0,27	0,57	0,06	103,85	0,00	0,09
Quemas Agrícolas	0,30	0,28	2,72	0,09	0,23	0,01	-
Otras Aerales	1,07	1,06	2,05	0,05	460,70	-	46,77
Total Estacionarias	1.244,56	769,56	769,71	9.796,35	1.098,24	31.341,94	903,16
Total Fuentes Móviles Vehiculos Livianos	2,01	1,85	705,32	150,29	109,19	0,89	4,40
Total Fuentes Móviles Vehiculos Livianos	1,75	1,61	16,05	48,44	4,46	0,82	0,01
Fuera de Ruta	4,47	4,21	19,51	80,91	5,11	-	0,0000
Total Móviles	8,23	7,66	740,88	279,63	118,76	1,71	4,4087
TOTAL MOVILES Y ESTACIONARIAS	1.252,8	777,2	1.510,6	10.075,9	1.217,0	31.343,9	907,6

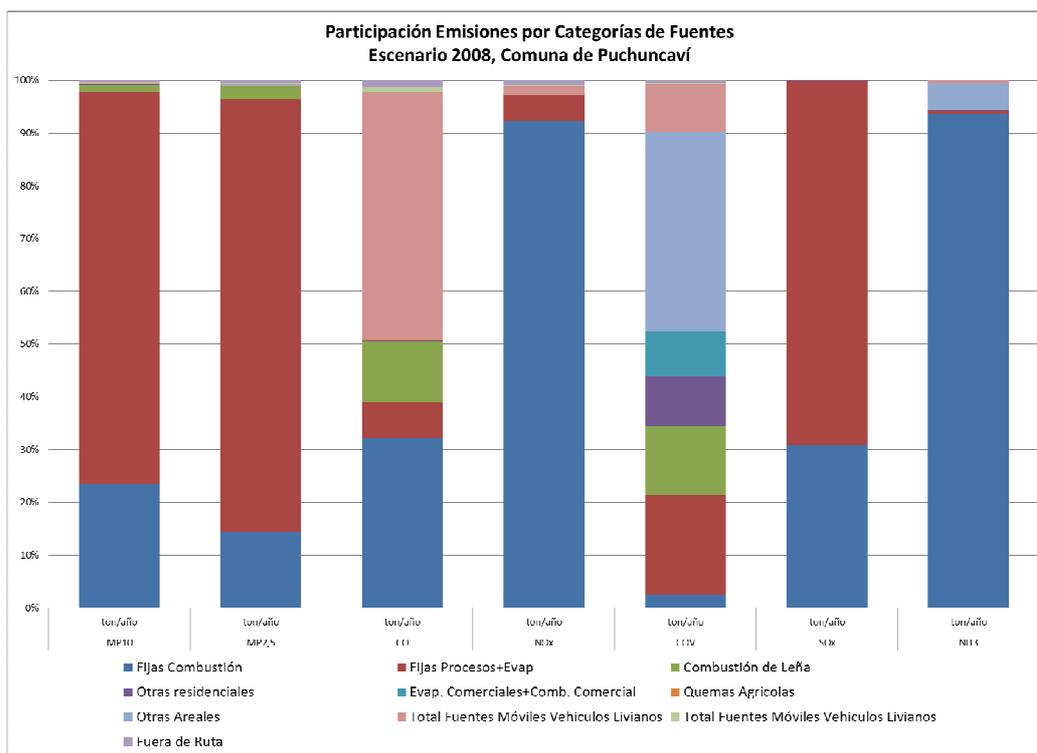


Figura 134: Participación de emisiones por categoría de fuentes para la Comuna de Puchuncaví, año 2008, V Región.

En la figura anterior se puede apreciar que para el PM_{10} , $PM_{2.5}$, el mayor aporte proviene de fuentes fijas de combustión, fuentes fijas de procesos+evaporativas principalmente de la fundición de cobre, destacando las emisiones del horno rotatorio de secado de concentrados y del horno de limpieza de escoria, las fuentes móviles presentan su mayor aporte en las emisiones de CO, provenientes de vehículos livianos. En cuanto al SOx la principal emisión proviene de la fundición de cobre y sus emisiones fugitivas y planta de ácido.

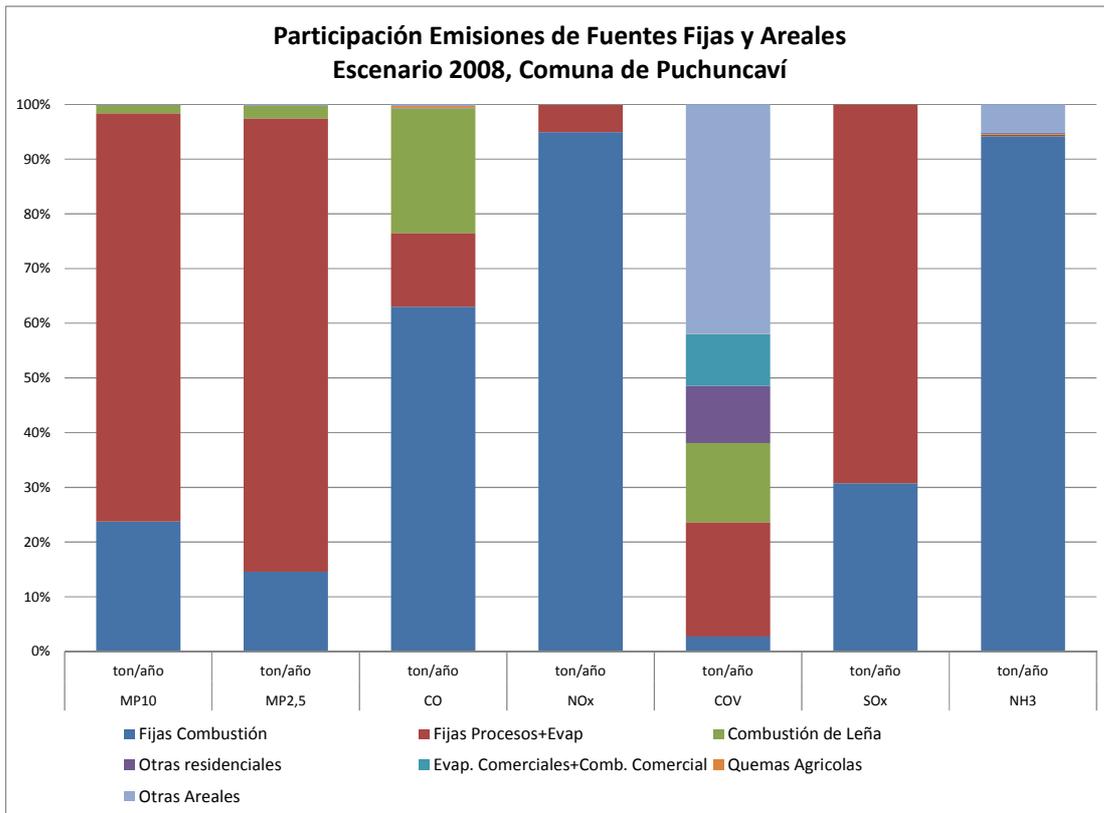


Figura 135: Participación de emisiones para fuentes fijas y areales para la Comuna de Puchuncaví, año 2008, V Región.

En la figura anterior se puede apreciar que para el MP₁₀, MP_{2.5}, el mayor aporte proviene de las fuentes de la fundición de cobre.

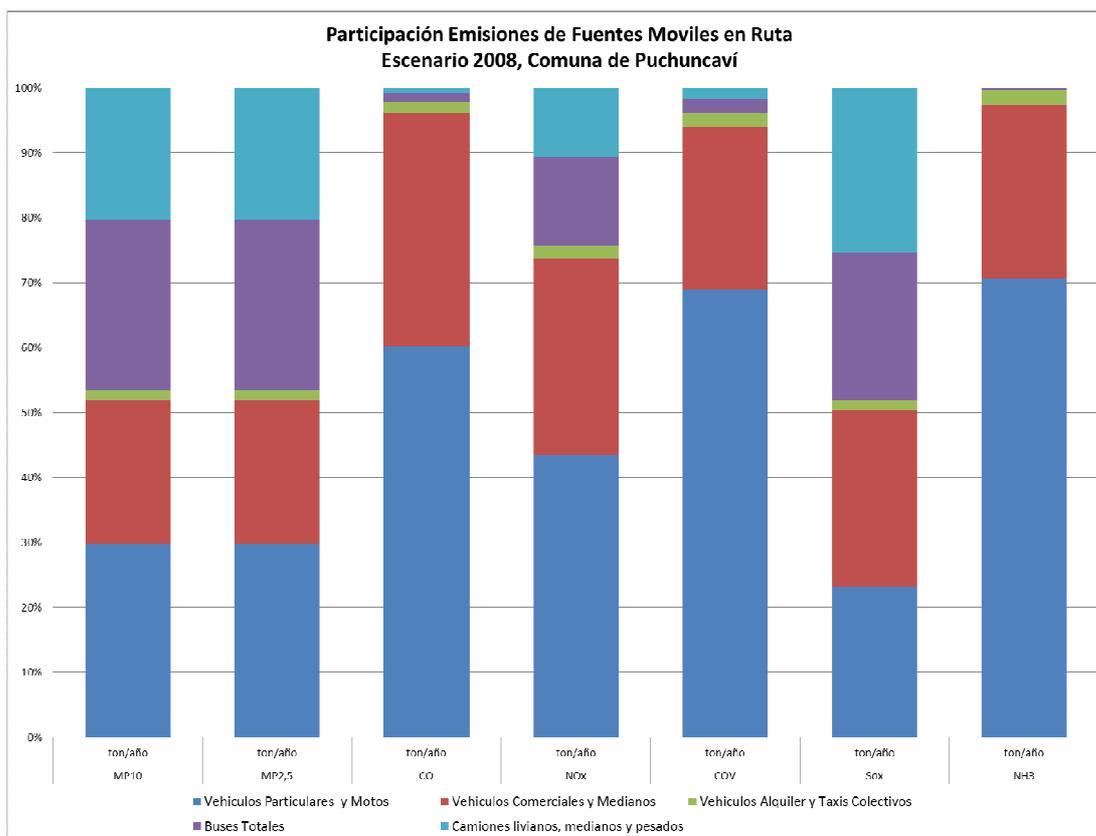


Figura 136: Participación de emisiones por categorías vehiculares, año 2008, comuna de Puchuncaví.

Fuente: MMA V REGIÓN-AMBIOSIS (2008).

En la figura anterior se puede apreciar que para las fuentes móviles el mayor aporte para CO, COV y NH₃ proviene de los vehículos particulares y vehículos comerciales; para SO_x el aporte está distribuido entre vehículos particulares, vehículos comerciales, buses y camiones; para PM₁₀ y PM_{2,5} lideran los vehículos livianos y buses, seguidos de camiones y comerciales, en el caso de vehículos livianos estas emisiones provienen principalmente de desgaste de frenos y neumáticos y para el resto de las categorías además existen emisiones provenientes del tubo de escape; en el caso de NO_x predominan principalmente vehículos particulares y comerciales y en un poco menor grado buses y camiones.

11.5 Análisis y Conclusiones Comunas de la Región de Valparaíso.

En las siguientes tablas y gráfico se presenta las emisiones por contaminante para cada una de las comunas en estudio de la quinta región:

Tabla 232. Resumen inventario de emisiones comunal para MP. Escenario 2008.

MP (Ton/Año)									
FUENTES ESTACIONARIAS Y MÓVILES ESCENARIO 2008									
Comuna	Fijas	Leña	Otras Residenciales	Comerciales	Otras Areales	Total Estacionarias	Vehiculos Livianos	Vehiculos Pesados	Total Moviles
VALPARAÍSO	4678,9	237,4	1,3	5,0	45,4	4968,0	32,9	29,6	62,4
CASABLANCA	45,8	48,2	0,1	0,7	7,9	102,9	45,8	132,7	178,5
CONCÓN	2477,8	22,2	0,2	0,3	9,3	2509,8	14,3	7,4	21,7
PUCHUNCAVÍ	1916,1	19,5	0,1	0,3	4,9	1940,9	4,2	12,7	16,8
QUILPUÉ	8,6	39,1	0,7	0,4	5,1	54,0	15,8	10,5	26,3
QUINTERO	51,1	18,0	0,1	0,3	48,1	117,6	2,9	7,6	10,5
VILLA ALEMANA	85,0	148,2	0,6	0,5	7,2	241,5	7,7	8,6	16,4
VIÑA DEL MAR	102,8	367,2	1,4	2,5	7,5	481,5	45,1	29,2	74,3
LOS ANDES	46,8	30,8	0,3	0,7	6,1	84,6	14,3	39,3	53,5
CALLE LARGA	3,6	105,6	0,1	0,0	10,7	120,0	1,2	4,0	5,3
RINCONADA	0,0	81,4	0,0	0,0	11,8	93,4	1,1	3,2	4,2
SAN ESTEBAN	0,4	44,8	0,1	0,0	7,9	53,2	3,9	3,9	7,8
LA LIGUA	0,5	77,6	0,2	0,7	9,9	89,0	6,1	23,5	29,5
CABILDO	0,5	35,9	0,1	0,2	9,5	46,2	2,7	4,1	6,8
PAPUDO	0,1	65,8	0,0	0,2	7,4	73,6	0,7	0,0	0,8
PETORCA	0,1	4,9	0,0	0,0	13,5	18,5	2,2	4,3	6,5
ZAPALLAR	0,1	66,9	0,0	0,2	8,0	75,3	4,8	2,2	7,0
QUILLOTA	229,3	65,9	0,4	1,2	9,9	306,7	6,4	20,6	27,0
CALERA	605,5	110,9	0,3	0,5	12,3	729,4	2,3	4,8	7,1
HIJUELAS	1,3	15,4	0,1	0,5	9,5	26,8	1,9	4,4	6,3
LA CRUZ	0,0	76,8	0,1	0,1	3,8	80,8	1,9	2,6	4,5

LIMACHE	2,9	35,0	0,2	0,5	5,8	44,4	2,1	4,8	7,0
NOGALES	1,9	50,7	0,1	0,2	8,6	61,6	1,2	6,9	8,2
OLMUÉ	0,0	40,2	0,1	0,1	4,6	44,9	2,4	6,6	9,0
SAN ANTONIO	14,8	283,6	0,5	1,4	42,1	342,4	15,3	37,8	53,1
ALGARROBO	0,1	76,2	0,1	0,0	6,6	82,9	4,1	3,5	7,5
CARTAGENA	0,8	106,0	0,1	0,0	7,7	114,6	2,5	7,5	10,0
EL QUISCO	0,1	112,1	0,1	0,0	6,6	118,8	1,6	1,2	2,9
EL TABO	0,4	90,1	0,0	0,0	3,1	93,7	2,3	3,8	6,0
SANTO DOMINGO	0,0	39,7	0,0	0,0	54,9	94,7	2,3	3,3	5,7
SAN FELIPE	49,7	138,1	0,4	0,8	11,6	200,6	6,3	14,3	20,6
CATEMU	1253,5	66,4	0,1	0,2	6,7	1326,8	0,7	2,1	2,8
LLAILLAY	65,8	53,0	0,1	0,6	6,3	125,7	0,9	2,0	2,9
PANQUEHUE	0,3	30,7	0,0	0,1	27,9	59,0	0,6	2,8	3,4
PUTAENDO	1,0	34,3	0,1	0,6	10,0	46,0	1,9	6,0	7,9
SANTA MARÍA	0,1	135,7	0,1	0,0	6,0	141,9	1,1	2,8	3,9
Total	11645,8	2974,3	8,3	18,9	464,5	15111,8	263,3	460,6	723,9

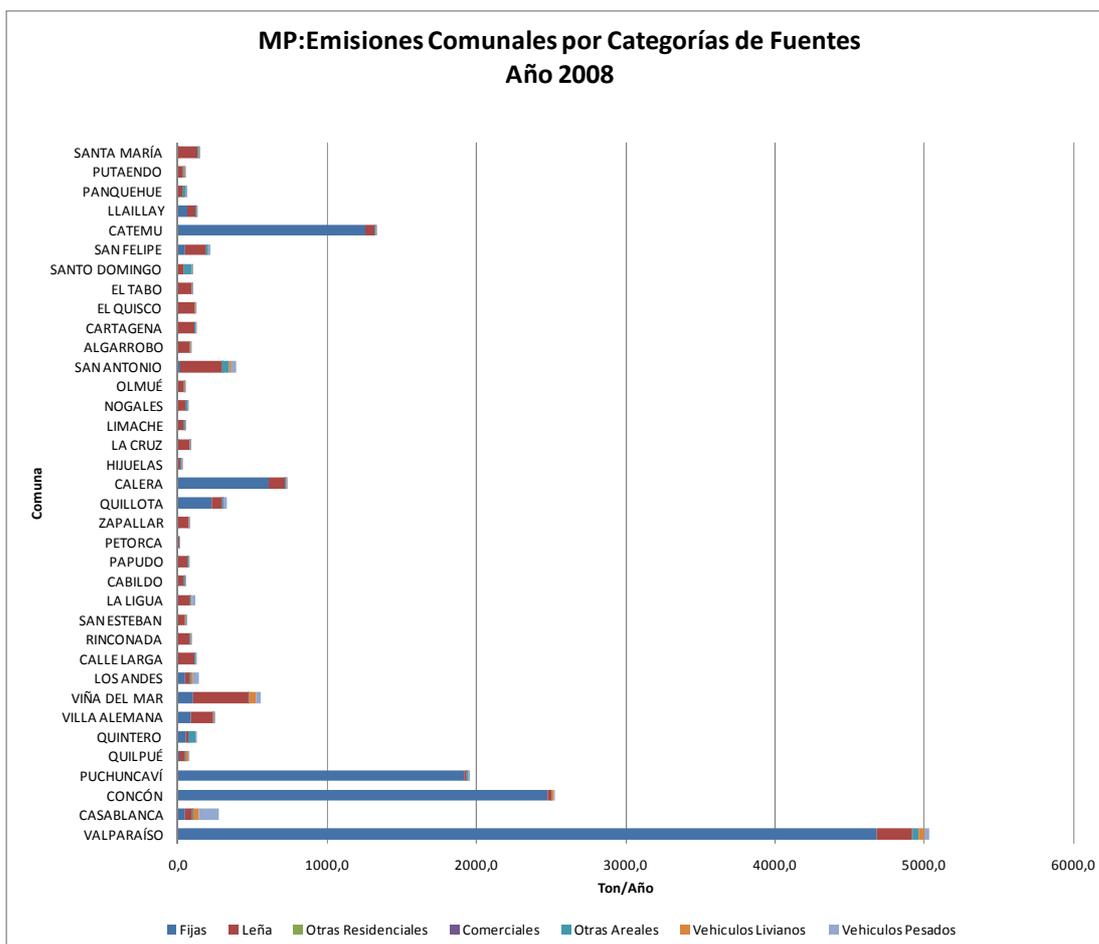


Figura 137: Participación de emisiones por categoría de fuentes Comunal, año 2008, V Región.

Nota: Para fuentes móviles se incluyen las emisiones provenientes de la red interurbana para cada una de las comunas.

En la figura anterior se puede apreciar que para el MP, el mayor aporte proviene de fuentes fijas de combustión, fuentes fijas de procesos+evaporativas principalmente de termoeléctricas, fundiciones de cobre y refinería de petróleo.

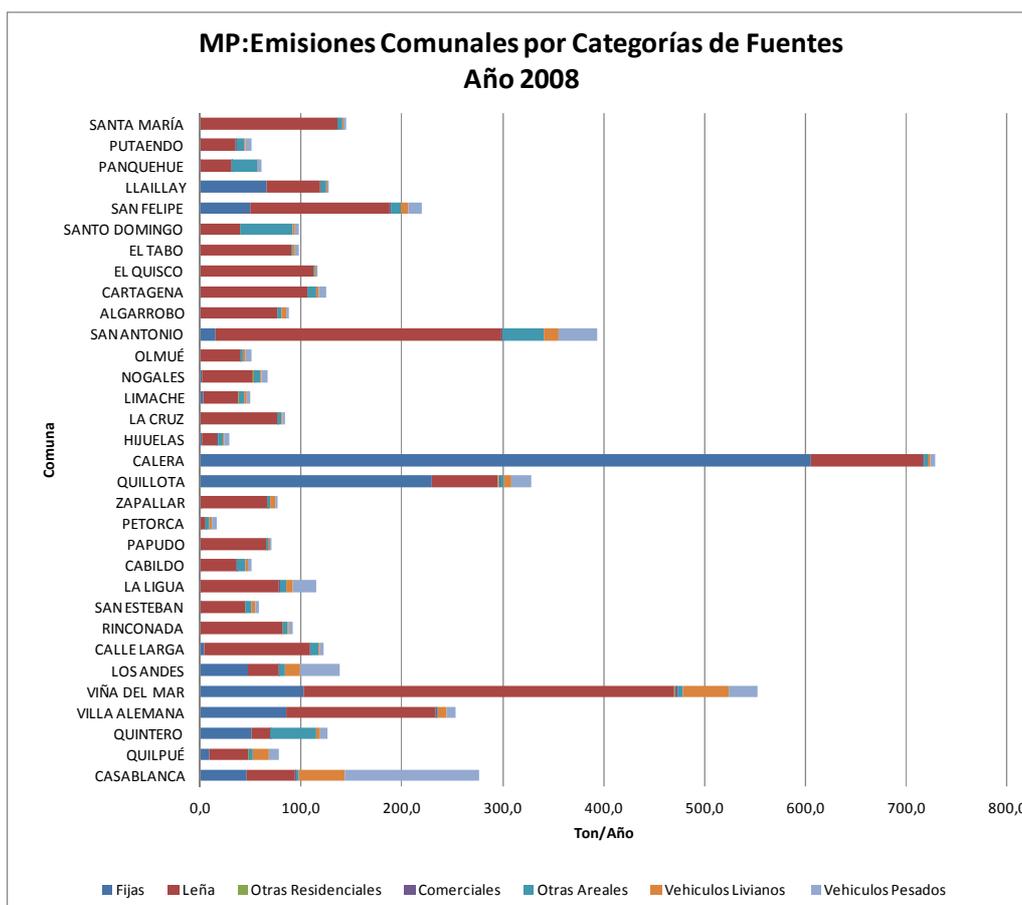


Figura 138: Participación de emisiones por categoría de fuentes Comunal sin Valparaíso, Catemu, Puchuncaví y Concón, año 2008, V Región.

Nota: Para fuentes móviles se incluyen las emisiones provenientes de la red interurbana para cada una de las comunas.

En la figura anterior se puede apreciar que para el MP, el mayor aporte proviene de fuentes fijas de combustión, fuentes fijas de procesos+evaporativas principalmente de cementeras en Calera y termoeléctricas en Quillota.

Tabla 233. Resumen inventario de emisiones comunal para CO. Escenario 2008.

CO (Ton/Año)									
FUENTES ESTACIONARIAS Y MÓVILES ESCENARIO 2008									
Comuna	Fijas	Leña	Otras Residenciales	Comerciales	Otras Areales	Total Estacionarias	Vehiculos Livianos	Vehiculos Pesados	Total Moviles
VALPARAÍSO	170,69	1493,54	7,33	10,87	399,09	2081,52	7391,41	146,77	7538,179728
CASABLANCA	89,92	433,80	0,74	1,59	30,77	556,82	6395,16	630,05	7025,213549
CONCÓN	565,70	199,54	1,37	0,61	38,83	806,05	3141,39	34,04	3175,430665
PUCHUNCAVÍ	588,88	175,08	0,41	0,57	20,13	785,08	1028,16	73,81	1101,962369
QUILPUÉ	6,24	351,55	4,07	0,85	23,01	385,72	3376,13	57,63	3433,75462
QUINTERO	79,03	162,30	0,66	0,58	335,25	577,82	724,55	44,31	768,8519988
VILLA ALEMANA	129,61	1333,82	3,26	1,07	27,55	1495,31	1911,67	41,17	1952,843301
VIÑA DEL MAR	16,91	3303,64	7,80	5,51	34,00	3367,87	10303,92	246,17	10550,09342
LOS ANDES	79,54	277,11	1,91	1,44	36,00	396,01	3266,18	201,60	3467,777711
CALLE LARGA	5,58	949,95	0,29	0,00	58,00	1013,82	365,65	34,31	399,9582232
RINCONADA	0,14	732,82	0,21	0,00	51,84	785,01	348,51	20,17	368,6764204
SAN ESTEBAN	1,47	392,30	0,45	0,00	37,47	431,70	1099,44	20,89	1120,335894
LA LIGUA	1,96	698,61	0,98	1,63	53,40	756,57	1206,20	118,89	1325,091247
CABILDO	2,00	322,84	0,55	0,34	49,35	375,07	707,53	23,93	731,4536891
PAPUDO	0,40	592,32	0,14	0,51	30,98	624,35	194,21	0,95	195,1572565
PETORCA	0,21	44,05	0,26	0,01	56,17	100,69	360,06	29,61	389,6714356
ZAPALLAR	0,44	601,75	0,18	0,52	29,57	632,47	979,75	17,70	997,4514329
QUILLOTA	431,43	593,06	2,28	2,60	43,16	1072,52	2452,81	125,16	2577,96759
CALERA	331,85	997,60	1,44	0,96	49,34	1381,19	913,43	27,81	941,2366081
HIJUELAS	1,05	138,81	0,49	1,13	38,81	180,28	543,42	28,75	572,1724036
LA CRUZ	0,18	691,09	0,41	0,29	16,77	708,73	593,83	28,35	622,1807086

LIMACHE	8,02	314,95	1,18	0,99	25,16	350,29	848,83	25,61	874,4365836
NOGALES	5,56	606,02	0,67	0,41	44,06	656,72	283,44	44,02	327,461496
OLMUÉ	0,00	361,41	0,42	0,23	18,89	380,95	626,46	50,86	677,323665
SAN ANTONIO	20,76	2551,68	2,58	3,11	312,07	2890,20	3754,72	212,16	3966,875244
ALGARROBO	0,22	685,73	0,31	0,00	45,04	731,31	1100,75	16,63	1117,385476
CARTAGENA	3,19	953,37	0,60	0,00	46,36	1003,53	636,70	36,80	673,5040297
EL QUISCO	0,24	1008,26	0,36	0,00	23,95	1032,81	582,31	6,79	589,0921851
EL TABO	1,74	810,37	0,27	0,00	13,35	825,73	596,77	18,61	615,3809048
SANTO DOMINGO	0,00	357,46	0,23	0,00	469,53	827,22	870,55	23,16	893,7075194
SAN FELIPE	37,17	1242,84	1,99	1,78	61,42	1345,20	1664,40	71,33	1735,733902
CATEMU	16,88	595,50	0,35	0,39	28,96	642,08	303,44	14,59	318,0318782
LLAILLAY	43,81	476,73	0,62	1,20	34,58	556,94	545,10	11,28	556,3788761
PANQUEHUE	0,92	276,36	0,20	0,15	154,36	431,98	170,13	34,16	204,2880386
PUTAENDO	1,77	308,68	0,44	1,33	54,93	367,14	480,41	32,87	513,2772113
SANTA MARÍA	0,34	1221,06	0,38	0,00	28,99	1250,77	542,12	19,24	561,3592958
Total	2643,85	26256,00	45,82	40,68	2821,12	31807,48	60309,52	2570,18	62879,69658

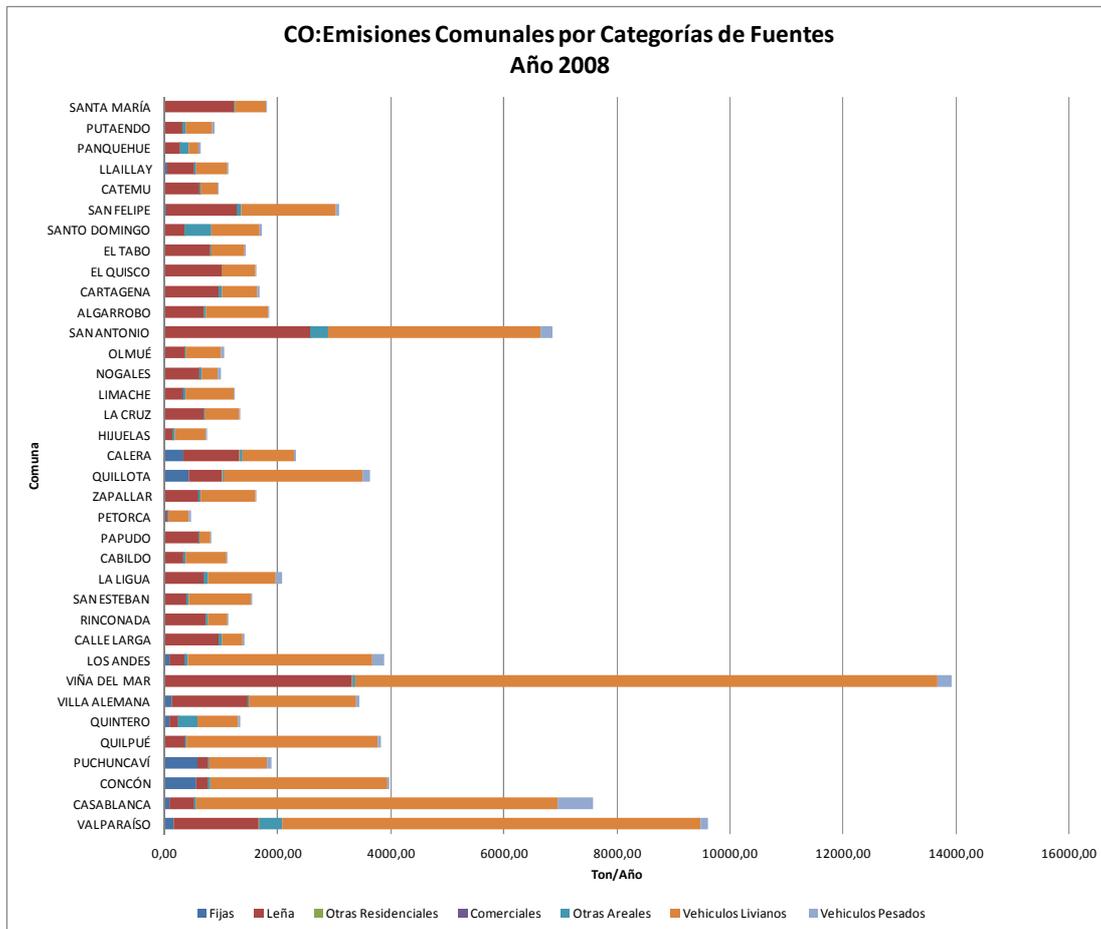


Figura 139: Participación de emisiones por categoría de fuentes Comunal, año 2008, V Región.

Nota: Para fuentes móviles se incluyen las emisiones provenientes de la red interurbana para cada una de las comunas.

En la figura anterior se puede apreciar que para el CO, el mayor aporte proviene de vehículos livianos por tubo de escape y estos valores son directamente proporcional al parque vehicular de cada ciudad, en segundo lugar destaca las emisiones de leña y fuentes fijas de combustión. El mayor aporte proviene de fuentes fijas de combustión, fuentes fijas de procesos+evaporativas principalmente de termoeléctricas y fabricación de cemento.

Tabla 234. Resumen inventario de emisiones comunal para NOx. Escenario 2008.

NOX (Ton/Año)									
FUENTES ESTACIONARIAS Y MÓVILES ESCENARIO 2008									
Comuna	Fijas	Leña	Otras Residenciales	Comerciales	Otras Areales	Total Estacionarias	Vehiculos Livianos	Vehiculos Pesados	Total Móviles
VALPARAÍSO	893,93	13,86	29,16	2,11	1542,02	2481,09	1200,30	701,62	893,93
CASABLANCA	298,44	3,20	2,95	0,19	103,15	407,93	1323,57	3353,49	298,44
CONCÓN	2561,90	1,47	5,45	0,11	125,06	2693,99	569,39	181,46	2561,90
PUCHUNCAVÍ	9793,22	1,30	1,64	0,08	63,14	9859,38	237,89	411,04	9793,22
QUILPUÉ	12,94	2,59	16,20	0,30	49,22	81,25	253,38	77,28	12,94
QUINTERO	30,22	1,20	2,62	0,29	1800,74	1835,07	87,72	197,28	30,22
VILLA ALEMANA	25,00	9,84	12,97	0,28	90,46	138,54	245,21	230,80	25,00
VIÑA DEL MAR	68,71	24,37	31,02	1,71	66,48	192,29	1605,00	649,15	68,71
LOS ANDES	90,95	2,04	7,59	0,54	24,98	126,11	383,48	913,18	90,95
CALLE LARGA	1,23	7,01	1,17	0,00	55,13	64,53	78,12	131,63	1,23
RINCONADA	0,64	5,41	0,82	0,00	110,23	117,09	78,93	75,17	0,64
SAN ESTEBAN	6,78	2,97	1,78	0,00	66,14	77,67	268,46	94,49	6,78
LA LIGUA	9,06	5,15	3,90	0,57	86,84	105,52	169,32	545,21	9,06
CABILDO	9,27	2,38	2,19	0,10	60,41	74,35	195,40	122,10	9,27
PAPUDO	1,87	4,37	0,57	0,11	100,66	107,58	42,35	2,64	1,87
PETORCA	0,98	0,32	1,04	0,04	159,29	161,67	88,85	120,74	0,98
ZAPALLAR	2,04	4,44	0,72	0,08	114,28	121,56	215,60	69,53	2,04
QUILLOTA	5533,46	4,37	9,05	0,56	99,21	5646,66	154,76	498,70	5533,46
CALERA	517,45	7,36	5,72	0,12	166,03	696,68	48,15	81,62	517,45
HIJUELAS	6,84	1,02	1,94	0,12	112,87	122,80	129,82	90,49	6,84
LA CRUZ	0,85	5,10	1,61	0,03	37,44	45,03	136,86	84,22	0,85

LIMACHE	27,28	2,32	4,68	0,11	66,70	101,09	52,02	95,52	27,28
NOGALES	32,18	2,78	2,66	0,05	74,29	111,96	23,66	151,33	32,18
OLMUÉ	0,02	2,67	1,66	0,04	56,17	60,57	161,28	217,88	0,02
SAN ANTONIO	38,67	18,82	10,26	0,88	1414,84	1483,48	360,71	831,08	38,67
ALGARROBO	1,03	5,06	1,25	0,00	49,85	57,18	248,41	87,82	1,03
CARTAGENA	14,78	7,03	2,40	0,00	20,54	44,76	133,14	184,89	14,78
EL QUISCO	1,13	7,44	1,44	0,00	95,50	105,51	123,44	31,53	1,13
EL TABO	8,05	5,98	1,07	0,00	42,70	57,80	131,56	106,79	8,05
SANTO DOMINGO	0,00	2,64	0,92	0,00	77,30	80,85	181,41	93,92	0,00
SAN FELIPE	50,84	9,17	7,90	0,25	53,88	122,04	67,69	125,80	50,84
CATEMU	103,03	4,41	1,39	0,04	66,91	175,79	67,88	46,77	103,03
LLAILLAY	706,37	3,52	2,47	0,13	43,45	755,94	109,58	38,49	706,37
PANQUEHUE	4,55	2,04	0,78	0,02	62,25	69,63	38,82	93,52	4,55
PUTAENDO	2,19	2,28	1,76	0,18	67,65	74,05	131,47	137,30	2,19
SANTA MARÍA	1,59	9,01	1,51	0,00	43,05	55,15	115,03	65,03	1,59
Total	20857,49	194,92	182,26	9,05	7268,86	28512,59	9458,65	10939,51	20857,49

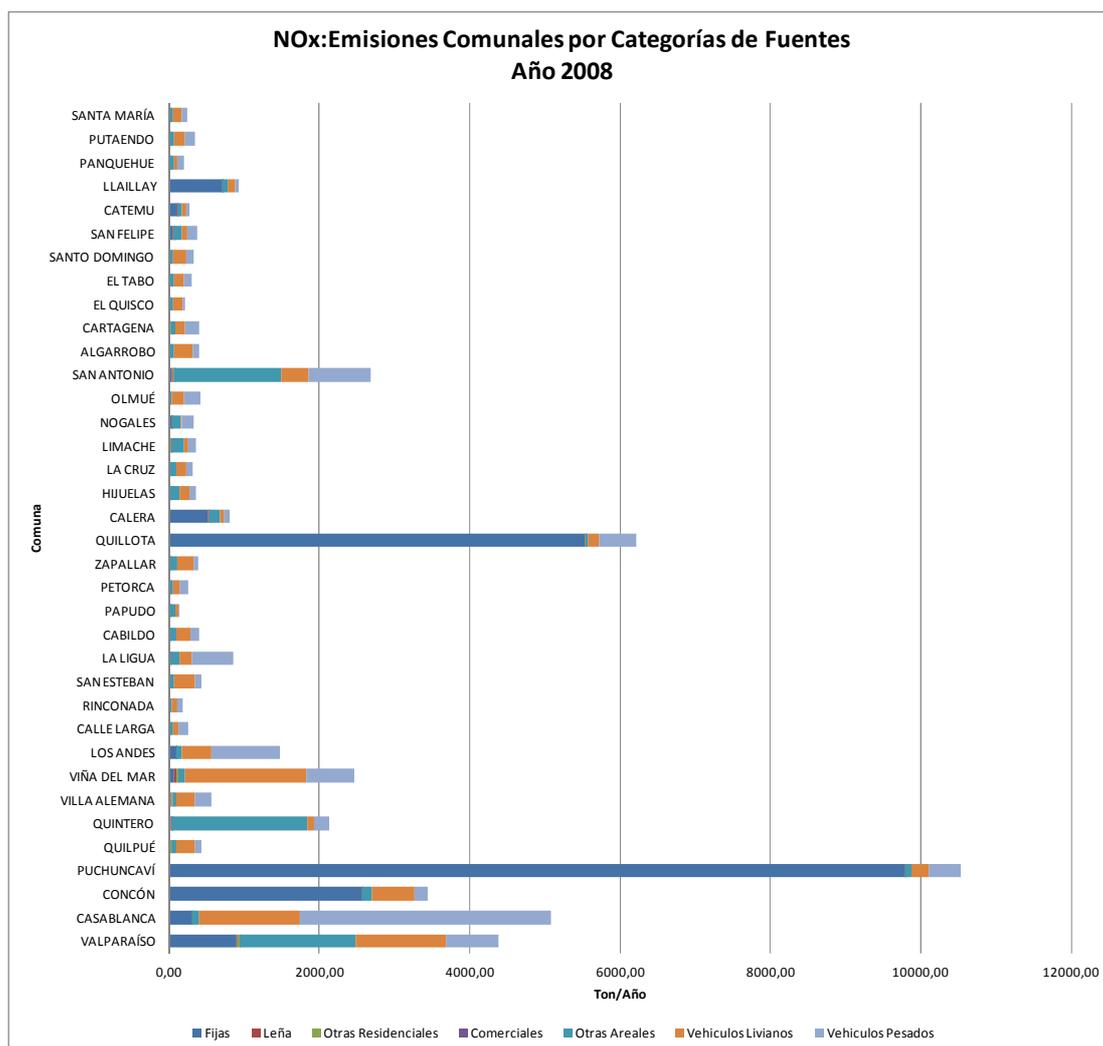


Figura 140: Participación de emisiones por categoría de fuentes Comunal, año 2008, V Región.

Nota: Para fuentes móviles se incluyen las emisiones provenientes de la red interurbana para cada una de las comunas.

En la figura anterior se puede apreciar que para el NOx, el mayor aporte proviene de fuentes fijas de combustión, fuentes fijas de procesos+evaporativas principalmente de termoeléctricas.

En el caso de ciudades con un importante parque vehicular como Viña del Mar y Valparaíso existe un aporte relevante de vehículos livianos y pesados en el inventario.

Tabla 235. Resumen inventario de emisiones comunal para VOC. Escenario 2008.

VOC (Ton/Año)									
FUENTES ESTACIONARIAS Y MÓVILES ESCENARIO 2008									
Comuna	Fijas	Leña	Otras Residenciales	Comerciales	Otras Areales	Total Estacionarias	Vehiculos Livianos	Vehiculos Pesados	Total Moviles
VALPARAÍSO	23,57	1344,84	1848,06	661,43	534,55	4412,45	905,79	53,18	958,9720868
CASABLANCA	20,62	393,25	187,08	76,87	1525,56	2203,38	513,55	187,56	701,1035952
CONCÓN	531,26	180,89	346,13	1605,09	8,93	2672,31	327,81	11,32	339,1272994
PUCHUNCAVÍ	259,78	158,72	103,90	103,85	465,25	1091,50	133,15	21,22	154,3723856
QUILPUÉ	0,93	318,70	1027,39	374,20	815,48	2536,69	449,93	23,48	473,4067269
QUINTERO	416,55	147,14	166,20	51,87	270,24	1051,99	78,62	11,81	90,42910519
VILLA ALEMANA	2,92	1209,15	822,74	239,28	150,33	2424,42	211,43	14,91	226,3409392
VIÑA DEL MAR	11,06	2994,87	1965,80	905,66	272,66	6150,05	1393,41	59,54	1452,94857
LOS ANDES	6,56	251,21	481,40	172,87	1899,47	2811,51	397,22	70,27	467,4870087
CALLE LARGA	0,14	861,16	74,12	29,02	536,75	1501,20	44,85	7,37	52,21979972
RINCONADA	0,05	664,33	51,92	26,21	218,08	960,59	44,59	6,67	51,26578814
SAN ESTEBAN	0,54	355,64	112,83	42,85	2146,82	2658,68	105,88	7,28	113,1528301
LA LIGUA	0,72	633,31	247,19	98,85	1822,52	2802,60	137,78	42,85	180,6321242
CABILDO	0,74	292,66	138,73	50,19	2301,75	2784,07	79,20	7,60	86,79378678
PAPUDO	0,15	536,96	36,58	32,49	261,26	867,43	30,87	0,26	31,127125
PETORCA	0,08	39,93	65,64	23,05	2348,47	2477,17	35,75	7,09	42,84543775
ZAPALLAR	0,16	545,51	45,71	99,72	446,72	1137,82	163,25	3,66	166,9046525
QUILLOTA	40,80	537,63	574,02	205,84	586,96	1945,24	344,08	51,23	395,3068002
CALERA	1,67	904,36	362,89	145,68	81,39	1495,99	141,01	16,25	157,2549992
HIJUELAS	0,28	125,83	123,11	62,16	503,52	814,90	61,20	11,24	72,43627403
LA CRUZ	0,07	626,50	102,20	58,24	135,45	922,46	78,28	6,31	84,59097599
LIMACHE	2,18	285,51	296,68	125,28	524,01	1233,65	131,32	12,48	143,7972973
NOGALES	0,62	549,36	168,75	176,10	665,68	1560,50	70,16	20,13	90,29073051

OLMUÉ	0,00	327,63	105,38	39,45	365,26	837,72	73,77	12,61	86,38071491
SAN ANTONIO	2,05	2313,19	650,61	192,86	409,13	3567,84	411,79	98,90	510,6861319
ALGARROBO	0,08	621,64	79,14	74,29	276,32	1051,47	153,04	4,66	157,7013968
CARTAGENA	1,17	864,27	152,58	51,25	387,04	1456,30	62,89	12,47	75,36392924
EL QUISCO	0,09	914,03	91,07	47,54	82,33	1135,05	73,23	2,00	75,23337102
EL TABO	0,64	734,63	67,85	42,36	153,68	999,16	70,43	5,27	75,69881124
SANTO DOMINGO	0,00	324,05	58,32	54,58	249,96	686,90	125,93	6,08	132,0113652
SAN FELIPE	1,36	1126,68	500,87	205,12	358,28	2192,31	244,87	32,00	276,8672094
CATEMU	4,58	539,84	88,16	34,02	600,25	1266,84	38,86	5,84	44,7001565
LLAILLAY	10,94	432,17	156,63	55,02	601,27	1256,03	67,26	4,99	72,25322934
PANQUEHUE	0,26	250,53	49,20	30,64	249,33	579,96	20,83	7,00	27,83693189
PUTAENDO	0,18	279,83	111,60	30,68	2251,91	2674,20	51,83	10,69	62,51641343
SANTA MARÍA	0,13	1106,94	95,67	33,55	328,80	1565,09	63,85	6,45	70,29060751
Total	1342,93	23792,86	11556,13	6258,16	24835,40	67785,49	7337,69	862,66	8200,346607

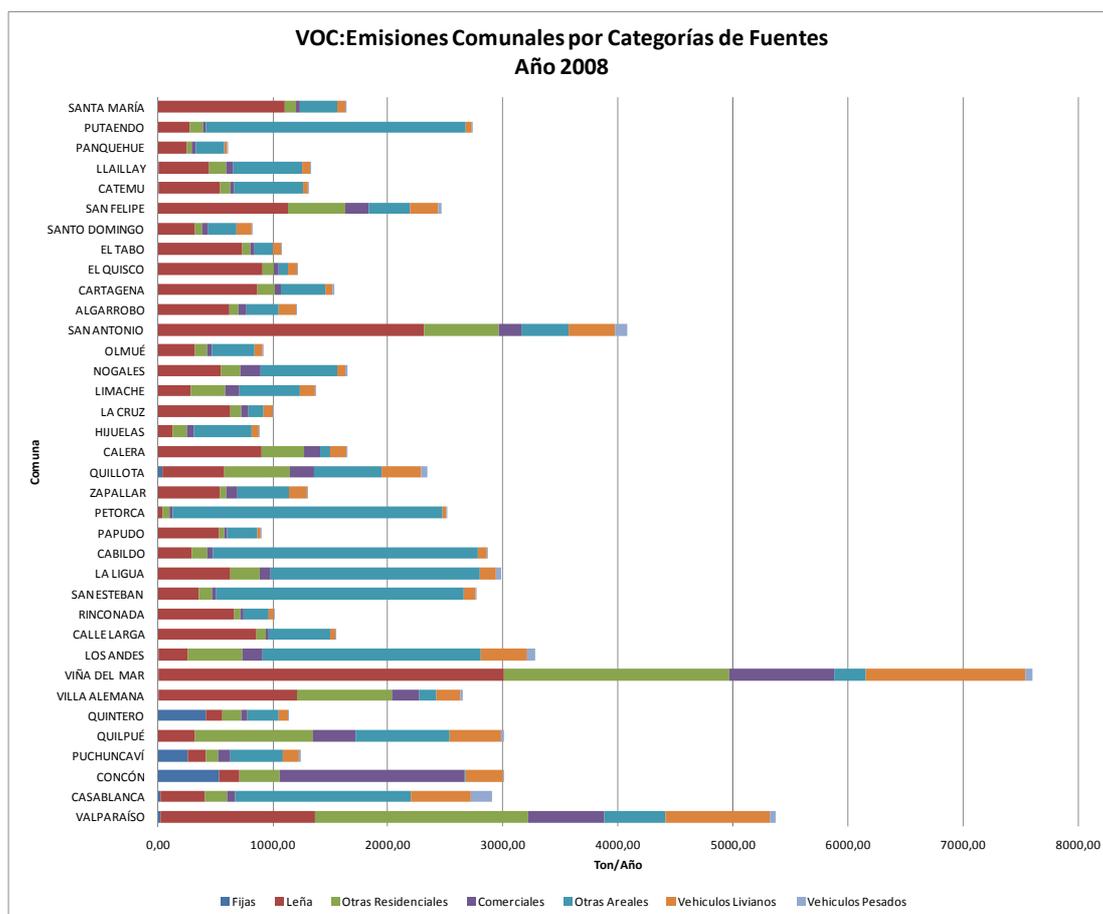


Figura 141: Participación de emisiones por categoría de fuentes Comunal, año 2008, V Región.

Nota: Para fuentes móviles se incluyen las emisiones provenientes de la red interurbana para cada una de las comunas.

En la figura anterior se puede apreciar que para el COV, el mayor aporte proviene de fuentes fijas de combustión, fuentes fijas de procesos+evaporativas principalmente de la producción y almacenamiento de combustible.

En el caso de vehículos livianos existen aportes de emisiones relevantes de este contaminante en todas las ciudades sobre 25000 habitantes, destacando principalmente las ciudades de Viña del Mar y Valparaíso.

Tabla 236. Resumen inventario de emisiones comunal para SOx. Escenario 2008.

SOX (Ton/Año)									
FUENTES ESTACIONARIAS Y MÓVILES ESCENARIO 2008									
Comuna	Fijas	Leña	Otras Residenciales	Comerciales	Otras Areales	Total Estacionarias	Vehiculos Livianos	Vehiculos Pesados	Total Moviles
VALPARAÍSO	2022,82	2,31	2,24	0,52	1326,30	3354,19	10,29	15,66	25,95
CASABLANCA	155,29	0,49	0,23	0,01	0,01	156,03	14,10	68,86	82,96
CONCÓN	1245,29	0,23	0,42	0,00	0,00	1245,94	4,11	3,68	7,79
PUCHUNCAVÍ	31341,94	0,20	0,13	0,00	0,01	31.342,28	1,55	8,25	9,80
QUILPUÉ	1,30	0,40	1,24	0,01	0,00	2,95	4,83	4,97	9,79
QUINTERO	18,06	0,18	0,20	0,00	1454,20	1472,65	1,00	4,46	5,46
VILLA ALEMANA	1,28	1,51	0,99	0,25	0,00	4,03	2,32	3,90	6,22
VIÑA DEL MAR	64,96	3,75	2,38	0,09	0,00	71,18	13,31	12,94	26,24
LOS ANDES	38,11	0,31	0,58	0,06	0,10	39,17	4,94	18,29	23,23
CALLE LARGA	0,06	1,08	0,09	0,00	0,22	1,45	0,50	1,96	2,45
RINCONADA	0,03	0,83	0,06	0,00	0,12	1,04	0,45	1,35	1,80
SAN ESTEBAN	0,36	0,46	0,14	0,00	0,08	1,03	1,84	2,74	4,58
LA LIGUA	0,48	0,79	0,30	0,25	0,12	1,94	2,30	11,14	13,44
CABILDO	0,49	0,37	0,17	0,00	0,10	1,13	1,01	1,97	2,98
PAPUDO	0,10	0,67	0,04	0,00	0,01	0,83	0,31	0,06	0,37
PETORCA	0,05	0,05	0,08	0,00	0,05	0,23	0,81	2,40	3,22
ZAPALLAR	0,11	0,68	0,05	0,02	0,00	0,87	1,99	1,34	3,33
QUILLOTA	3529,95	0,67	0,69	0,01	0,00	3531,33	3,47	10,61	14,07
CALERA	261,21	1,13	0,44	0,01	0,00	262,79	1,64	1,79	3,43
HIJUELAS	12,79	0,16	0,15	0,01	0,00	13,10	0,82	1,86	2,68
LA CRUZ	0,05	0,78	0,12	0,00	0,00	0,96	0,75	1,45	2,21
LIMACHE	1,45	0,36	0,36	0,01	0,00	2,17	1,29	2,36	3,65
NOGALES	2,38	0,43	0,20	0,00	0,05	3,06	0,38	3,15	3,53

OLMUÉ	0,00	0,41	0,13	0,02	0,01	0,57	0,95	3,29	4,23
SAN ANTONIO	50,87	2,90	0,79	0,50	1169,22	1224,28	8,11	17,79	25,90
ALGARROBO	0,05	0,78	0,10	0,00	0,21	1,13	1,44	1,68	3,11
CARTAGENA	0,78	1,08	0,18	0,00	1,06	3,11	0,93	4,00	4,93
EL QUISCO	0,06	1,14	0,11	0,00	0,00	1,31	0,59	0,60	1,18
EL TABO	0,43	0,92	0,08	0,00	0,00	1,43	0,79	2,11	2,90
SANTO DOMINGO	0,00	0,41	0,07	0,00	4,50	4,98	0,86	1,89	2,75
SAN FELIPE	546,97	1,41	0,61	0,01	0,20	549,20	3,25	7,08	10,34
CATEMU	11669,79	0,68	0,11	0,00	0,03	11670,61	0,28	0,86	1,14
LLAILLAY	756,67	0,54	0,19	0,01	0,03	757,44	0,30	0,76	1,05
PANQUEHUE	0,58	0,31	0,06	0,00	0,75	1,70	0,26	1,30	1,57
PUTAENDO	0,19	0,35	0,14	0,01	0,13	0,81	0,67	2,61	3,28
SANTA MARÍA	0,08	1,39	0,12	0,00	0,04	1,62	0,35	1,11	1,46
Total	51725,37	30,16	13,98	1,81	3957,55	46974,16	92,76	230,26	323,02

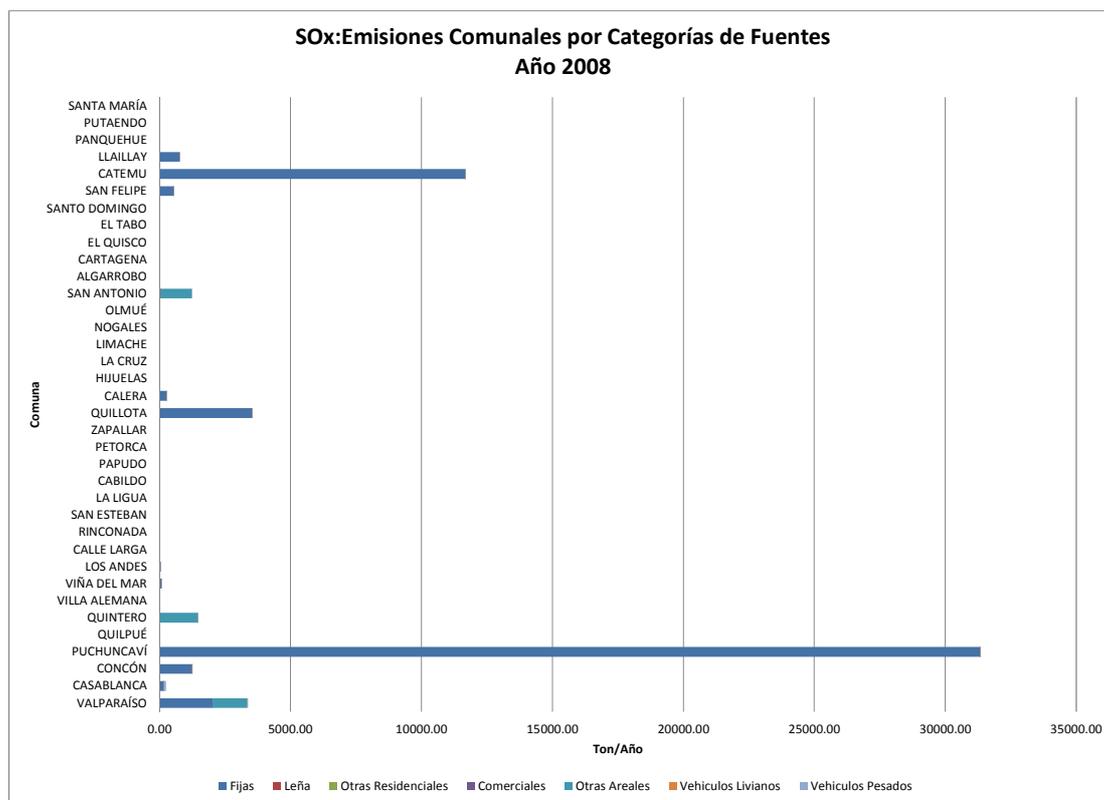


Figura 142: Participación de emisiones por categoría de fuentes Comunal, año 2008, V Región.

Nota: Para fuentes móviles se incluyen las emisiones provenientes de la red interurbana para cada una de las comunas.

En la figura anterior se puede apreciar que para el SO_x, el mayor aporte proviene de fuentes fijas de combustión, fuentes fijas de procesos+evaporativas principalmente de las fundiciones de cobre. San Antonio, Valparaíso y Quintero muestran altas emisiones de SO_x en la categoría "Otras Areales", producto de las emisiones de barcos en puerto.

Tabla 237. Resumen inventario de emisiones comunal para NH₃. Escenario 2008.

NH₃ (Ton/Año)									
FUENTES ESTACIONARIAS Y MÓVILES ESCENARIO 2008									
Comuna	Fijas	Leña	Otras Residenciales	Comerciales	Otras Areales	Total Estacionarias	Vehiculos Livianos	Vehiculos Pesados	Total Moviles
VALPARAÍSO	158,09	14,71	293,51	1,73	30,09	498,13	48,62	0,22	48,84
CASABLANCA	6,18	2,71	26,09	0,25	632,17	667,41	47,57	1,33	48,91
CONCÓN	16,81	1,25	49,38	0,10	11,84	79,37	23,94	0,06	24,00
PUCHUNCAVÍ	853,37	1,10	12,89	0,09	47,56	915,01	6,22	0,15	6,37
QUILPUÉ	0,70	2,19	160,54	0,13	405,84	569,40	33,54	0,06	33,59
QUINTERO	11,88	1,01	19,39	0,09	157,16	189,54	4,45	0,09	4,54
VILLA ALEMANA	20,39	8,32	126,47	0,17	5,90	161,26	14,79	0,07	14,86
VIÑA DEL MAR	0,47	20,62	243,06	0,87	1,65	266,67	70,28	0,16	70,44
LOS ANDES	10,53	1,73	74,43	0,23	26,12	113,03	17,80	0,28	18,07
CALLE LARGA	0,87	5,93	10,07	0,00	38,96	55,83	1,76	0,04	1,80
RINCONADA	0,00	4,57	6,49	0,00	13,71	24,77	1,55	0,03	1,58
SAN ESTEBAN	0,01	2,52	15,29	0,00	127,58	145,40	4,76	0,03	4,79
LA LIGUA	0,02	4,36	34,78	0,26	229,56	268,98	4,99	0,16	5,15
CABILDO	0,02	2,01	20,00	0,05	152,70	174,79	3,43	0,04	3,47
PAPUDO	0,00	3,70	4,91	0,08	18,05	26,73	1,26	0,00	1,26
PETORCA	0,00	0,27	8,27	0,00	213,20	221,74	2,13	0,05	2,17
ZAPALLAR	0,00	3,76	5,57	0,08	105,20	114,61	7,54	0,02	7,57
QUILLOTA	120,29	3,70	91,15	0,41	116,45	332,00	3,78	0,04	3,82
CALERA	92,47	6,23	53,63	0,15	18,77	171,26	0,57	0,00	0,58
HIJUELAS	0,07	0,87	16,03	0,18	29,42	46,57	2,33	0,02	2,36
LA CRUZ	0,00	4,31	15,02	0,05	1,88	21,27	2,62	0,02	2,64
LIMACHE	0,40	1,97	44,57	0,16	71,60	118,70	1,11	0,03	1,14
NOGALES	0,47	2,35	22,25	0,07	319,37	344,51	0,68	0,01	0,69

OLMUÉ	0,00	2,26	12,24	0,04	16,37	30,91	63,48	3,01	66,49
SAN ANTONIO	2,67	15,93	102,17	0,50	903,73	1025,00	6,91	0,17	7,09
ALGARROBO	0,00	4,28	11,36	0,00	51,20	66,83	5,83	0,04	5,87
CARTAGENA	0,03	5,95	20,11	0,00	361,43	387,52	3,49	0,07	3,56
EL QUISCO	0,00	6,29	11,83	0,00	1,28	19,40	3,24	0,01	3,25
EL TABO	0,01	5,06	8,08	0,00	84,60	97,74	3,66	0,04	3,71
SANTO DOMINGO	0,00	2,23	8,17	0,00	1317,83	1328,23	5,27	0,03	5,30
SAN FELIPE	9,30	7,76	76,65	0,28	53,50	147,49	4,02	0,08	4,10
CATEMU	1,01	3,73	11,97	0,06	46,12	62,89	1,09	0,01	1,11
LLAILLAY	16,55	2,98	22,78	0,19	50,44	92,94	2,50	0,01	2,51
PANQUEHUE	0,04	1,72	5,73	0,02	8,51	16,03	0,57	0,02	0,59
PUTAENDO	0,22	1,93	14,96	0,21	156,48	173,80	2,55	0,05	2,60
SANTA MARÍA	0,00	7,62	12,68	0,00	540,74	561,04	2,41	0,02	2,43
Total	1322,87	167,91	1672,53	6,46	6367,02	9536,80	410,73	6,49	417,22

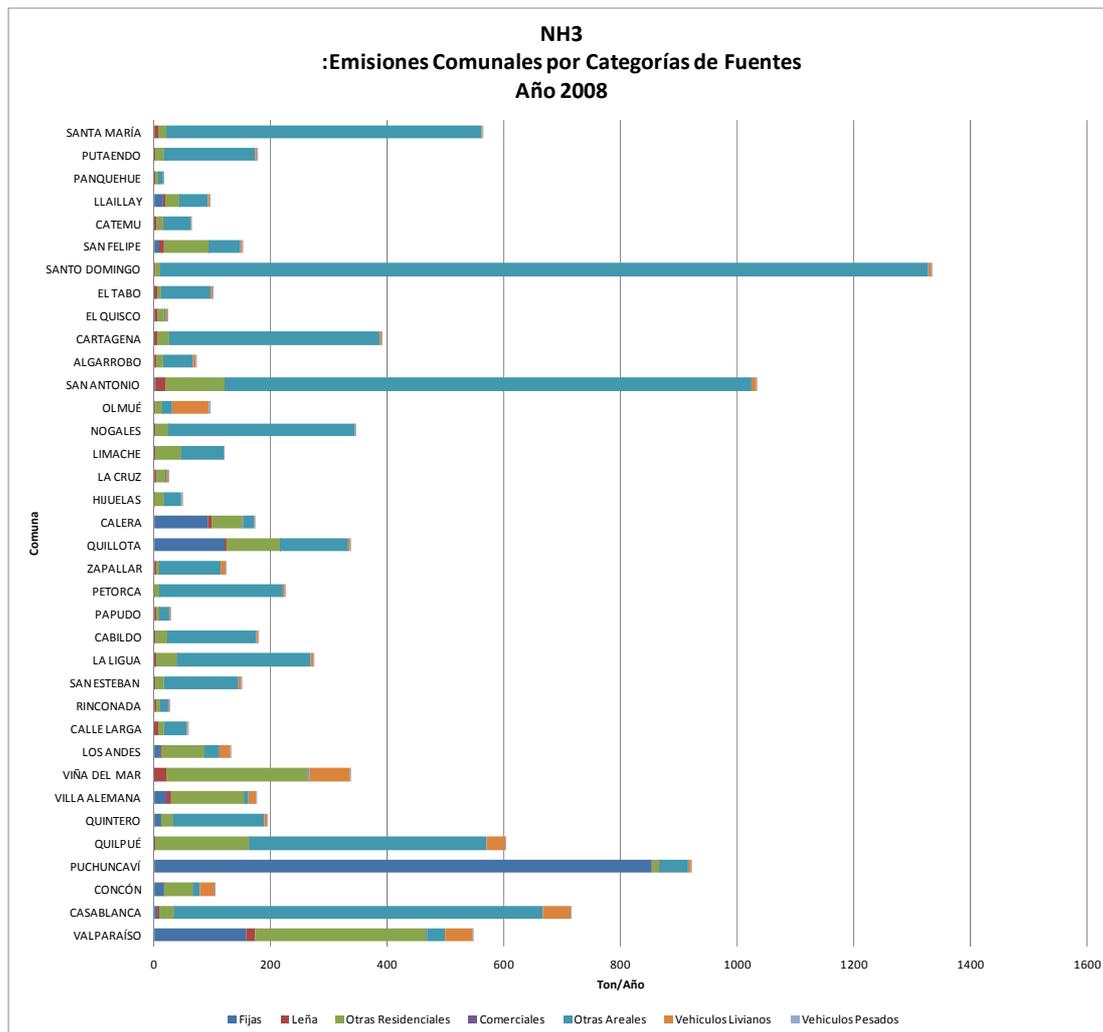


Figura 143: Participación de emisiones por categoría de fuentes Comunal, año 2008, V Región.

Nota: Para fuentes móviles se incluyen las emisiones provenientes de la red interurbana para cada una de las comunas.

En la figura anterior se puede apreciar que para el NH3, el mayor aporte proviene de fuentes fijas de combustión, fuentes fijas de procesos+evaporativas principalmente de termoeléctricas.

En el caso de vehículos livianos existen aportes de emisiones identificables de este contaminante en todas las ciudades sobre 25000 habitantes, destacando principalmente las ciudades de Viña del Mar y Valparaíso.

11.6 Recomendaciones Generales del Inventario

Fuentes Fijas

En el caso de fuentes fijas se recomienda actualizar el inventario de emisiones en forma anual, a partir de la información generada por el cumplimiento del decreto supremo 138 MINSAL. Con el fin de mejorar sistemáticamente la cobertura del inventario se recomienda aumentar la fiscalización de su cumplimiento.

En el caso de las fundiciones se recomienda incluir los balances de masa como información que debe ser anexada a la declaración del DS 138.

Debido a la entrada en vigencia de la normativa de centrales termoeléctricas y a la actualización de los planes de descontaminación se recomienda capacitar a los servicios públicos de la región en la fiscalización de la calidad de los muestreos de emisiones atmosféricas en fuentes fijas. Dado que la normativa incluye la obligación de implementar monitoreo continuo, se sugiere que los datos generados sean declarados como anexos en la declaración del DS 138.

En el caso de las emisiones fugitivas de material particulado en fundiciones primarias de cobre, se sugiere implementar en estas fuentes la metodología seguida por EPA para su medición debido a que en general los factores disponibles no son representativos del tipo de fuente que opera en la Región.

Si se actualizan o generan planes de descontaminación, se sugiere establecer límites de emisiones por categorías de fuentes fijas, que sean medidas periódicamente una vez al año.

Se recomienda incluir en las exigencias generadas en las resoluciones de calificación ambiental, que las emisiones atmosféricas generadas por proyectos nuevos sean declaradas mediante el portal WEB del decreto supremo 138.

Fuentes Móviles

En el caso de fuentes móviles, a partir del hecho, que las emisiones dependen tanto de un nivel de actividad como de un factor de emisión, se debe considerar que ambos elementos son importantes para la calidad de la estimación final de la emisión. Es por esto que en el presente estudio se abordaron ambos aspectos de la metodología.

En el caso de factores de emisión, se efectuó una completa revisión de los factores de emisión utilizados a la fecha en distintos estudios y se propuso la utilización de los factores COPERT IV en forma exclusiva con el objetivo de evitar inconsistencias producto del uso combinado de factores de literatura y factores experimentales. Además se efectuó un importante avance en el estudio del deterioro del parque vehicular, específicamente vehículos a gasolina, para los cuales se generaron factores de deterioro para la V región y la Región Metropolitana, lo cual implicó la corrección histórica de las emisiones de COV, CO y NOX asociada a vehículos livianos. Con respecto al modelo de deterioro se recomienda su uso para el resto de las ciudades del país utilizando los resultados de las mediciones de la R.M, mientras no se disponga de mediciones locales que permitan evaluar el deterioro local.

En el caso de niveles de actividad, la aplicación de un modelo Top Down en paralelo a un modelo Bottom UP ha entregado importantes resultados para validar los resultados del Modelo Bottom UP, obteniendo excelentes resultados en el caso de vehículos livianos y resultados moderados en el caso de vehículos pesados, pero no obstante, los valores obtenidos son lógicos de esperar dada la naturaleza de la información base utilizada y sus restricciones, por tanto, los resultados permitieron mejorar el nivel de confianza de las estimaciones Bottom UP del inventario.

Por su parte, también fue posible calibrar un modelo top down para la región basado en información de velocidades y kilómetros promedios obtenidos localmente, a partir de mediciones y encuestas de kilometraje efectuado en las plantas de revisión técnica. En general este modelo Top Down fue aplicado para todas las ciudades que no fueron estimadas con un modelo bottom UP.

En resumen el presente inventario de fuentes móviles consideró la red interurbana y ciudades sobre 25000 habitantes con metodología bottom UP y ciudades bajo 25000 habitantes con metodología Top down, por tanto, la cobertura del inventario de fuentes móviles del sector ha sido la más completa de un inventario de emisiones desarrollado en Chile a la fecha.

Con respecto al modelo de emisiones de fuentes móviles desarrollado en el presente estudio: modelo emisiones vehiculares de AIRVIRO con metodología MODEM, en él fueron incorporados todos los avances metodológicos de MODEM 5.0 de SECTRA y los avances en términos de información base y factores de emisión y corrección por deterioro.

En general el modelo desarrollado posee todos los potenciales requeridos para efectuar estudios de gestión de calidad del aire, incluyendo la modelación y generación de escenarios de emisiones, por tanto, se recomienda seguir utilizándolo como herramienta de cálculo para inventarios regionales cuyo uso sea

la modelación y gestión de la calidad del aire, destacando en este punto que el modelo Modem 5.0 de SECTRA tiene una aplicación más limitada, ya que su objetivo es la evaluación de impactos ambientales producto de la planificación del transporte y por tanto hasta la fecha este no permite la especiación de los contaminantes ni la distribución temporal horaria de las emisiones.

En este caso y al igual que para todo el inventario de emisiones, se recomienda seguir las principales directrices internacionales en términos de elaboración de inventarios y efectuar actualizaciones anuales de los resultados, con el objeto de lograr coherencias de las series de tiempo tanto de niveles de actividad como de emisiones (ver directrices del IPCC para la elaboración de inventarios de emisiones). Otro aspecto a tomar en consideración de dicha directrices es que los inventarios siempre deben ser efectuados con una metodología equivalente y en caso de efectuar modificación en la metodología esta debe ser aplicada a toda la serie de tiempo para asegurar la comparabilidad de la información. En el caso de actualizaciones a una escala mayor de tiempo, por ejemplo 5 años, se produce el problema que no es posible entender con claridad las variaciones en los resultados, mantener una metodología uniforme y mantener las capacidades del equipo de trabajo. Por otra parte la generación de escenarios intermedios puede ser efectuada en algunos casos con metodologías más simplificadas y cada cierto tiempo efectuar estimaciones de calibración.

Por otra parte, con el objeto de poder aplicar este enfoque de actualización es necesario mantener inventarios en bases de datos con métodos estructurados, en este sentido se recomienda mantener el inventario dentro de IARVIRO utilizando siempre las directrices de SINCA según sus últimas actualizaciones incluidas en la guía metodológica en este estudio, que en términos generales indica el uso de nomenclaturas, privilegiar el uso de factores de emisión o grupos de sustancia directo en AIRVIRO y utilizar el modelo de emisiones MODEM dentro de AIRVIRO.

Con respecto a las actualizaciones se hacen las siguientes recomendaciones según el tipo de ciudad:

- En el caso de Gran Valparaíso se recomienda seguir utilizando las corridas que SECTRA actualiza anualmente para el RETC y generar anualmente los insumos para el inventario en AIRVIRO.
- En el caso de la red Interurbana se recomienda mantener la actualización de la metodología Bottom UP y aplicarla a todo el territorio nacional. Pero para facilitar su empleo y bajar los costos de actualización, se debiera revisar la metodología en conjunto con el Ministerio de Transportes y mejorar la estructura de la información en cuanto a la asignación de conteos automáticos y manuales a la red vial, con el objeto de poder asignarle perfiles temporales a los TMDA que se reportan en la página WEB.

- En el caso de las ciudades bottom UP, ya que en el caso de la V Región se construyó información base para correr este tipo de metodología. Tal como, digitalizaciones de la red y asignación de flujos y velocidades, se recomienda no perder este nivel de detalle y seguir proyectando flujos asignados en la red y continuar revisando la asignación de los flujos fijos para años futuros. En el caso del resto del país se recomienda centrar los esfuerzos en ciudades Bottom UP entregadas por SECTRA y para el resto de las ciudades efectuar estimaciones TOP DOWN pero utilizando valores locales de kilometrajes promedios y velocidades por categoría de vehículos.
- En el caso de ciudades mayores a 25000 habitantes se recomienda mejorar un método Top Down para el caso de flujos fijos.
- Con respecto a ciudades pequeñas se recomienda el uso de la metodología TOP DOWN.

Con las recomendaciones señaladas será posible mantener actualizado el inventario del sector para la V región a través de los años, mejorar en forma continua la calidad de los inventarios, evaluar escenarios de medidas y modelar la calidad del aire. Además será posible para SINCA poseer en AIRVIRO inventarios del sector fuentes móviles con una excelente cobertura a nivel nacional y a costos razonables.

Fuentes de Area

En el caso de fuentes del tipo residencial, quemas e incendios forestales se recomienda la elaboración anual de inventarios Top Down con cobertura nacional y actualización anual considerando que los datos bases presentan este nivel de actualización. Para el caso de la leña se recomienda realizar un estudio focalizado para las ciudades que presentan una tasa de consumo alto de leña y provienen de la encuesta CASEN, debido al nivel de incertidumbre que esta encuesta puede arrojar al no ser un instrumento abocado a detectar esta variable específica.

Fuentes Fuera de Ruta

Para la actualización del inventario de emisiones de embarcaciones marinas se recomienda solicitar a DIRECTEMAR, la implementación de la metodología de estimación y reporte de las emisiones del sector, debido a que ellos mantienen en sus sistemas el registro de los niveles de actividad de las embarcaciones.

Generales

Finalmente se efectúan las siguientes recomendaciones referentes al desarrollo de inventarios:

- Se recomienda seguir las principales directrices internacionales en términos de elaboración de inventarios y efectuar actualizaciones anuales de los resultados, con el objeto de lograr coherencias de las series de tiempo tanto de niveles de actividad como de emisiones (ver directrices del IPCC para la elaboración de inventarios de emisiones).
- Considerando que el esfuerzo inicial ya está hecho en el caso del inventario de la V región, se debiera mantener actualizado anualmente el inventario y su respectiva EDB. Lo cual permitirá generar series de tiempo mejorando la calidad de los inventarios y constituyendo una base importante para establecer y seguir medidas.
- Se debe tener en cuenta que los inventarios siempre deben ser efectuados con una metodología equivalente y en caso de efectuar modificación en la metodología esta debe ser aplicada a toda la serie de tiempo para asegurar la comparabilidad de la información. Para esto se recomienda el uso de la guía metodológica desarrollada en el presente estudio para todos los inventarios nacionales.
- Con el objeto de poder aplicar el enfoque de actualización anual es necesario mantener inventarios en bases de datos con métodos estructurados, en este sentido se recomienda mantener el inventario dentro de IARVIRO, generando EDBs que consideren las directrices de SINCA según sus últimas actualizaciones incluidas en la guía metodológica en este estudio, que en términos generales indica el uso de nomenclaturas (activity code y geocode), privilegiar el uso de factores de emisión o grupos de sustancia directa en AIRVIRO y utilizar el modelo de emisiones MODEM dentro de AIRVIRO.
- Se debiera avanzar hacia la creación de una EDB nacional Top Down con actualización anual.
- Se debiera utilizar modelos de dispersión del sistema Airviro con el objeto de obtener todos los beneficios en gestión de calidad del aire que entrega esta herramienta en conjunto con datos de calidad del aire y bases de datos de emisiones EDB.
- Se debe mejorar el desempeño del sistema AIRVIRO para la administración de grandes bases de datos de emisiones.
- Se debe continuar capacitando a los técnicos de la autoridad ambiental en la elaboración de inventarios de emisiones y administración de EDBs, que les permita aprovechar los plenos potenciales del sistema AIRVIRO con el consiguiente uso de esta información para la gestión de la calidad del aire.

11.7 Recomendaciones de Medidas de Control de Emisiones.

Metodología para Definición de Medidas:

Para la definición de medidas se ha utilizado el enfoque de los aportes relativos de cada fuente en el inventario de emisiones. Por tanto, a partir del análisis de los resultados del inventario, la definición de medidas se realizó sobre la base de tres elementos:

1. Asignación de responsabilidades en el aporte de los contaminantes de interés en la zona principalmente MP, MP10, MP2,5, SO2 y Ozono.
2. Experiencia acumulada en la elaboración de los planes de descontaminación a nivel nacional
 - a. Plan de Prevención y Descontaminación de la Región Metropolitana (PPDA RM)
 - b. Plan de Descontaminación de Temuco-Padre Las Casas (En elaboración)
 - c. Plan de Prevención del Gran Concepción
 - d. Planes aplicados a megafuentes industriales a nivel nacional (fundiciones de cobre)
3. Experiencia local, obtenida a partir de la elaboración del presente inventario y estudios previos:
 - "Propuesta y Análisis de Medidas de Reducción de Emisiones en la Zona Industrial de Ventanas, desarrollado por AMBIOSIS para CONAMA el año 2009.

A continuación se describe brevemente los elementos que se tendrán en cuenta al momento de abordar la definición de medidas de control:

- Priorizar el control de las emisiones provenientes desde procesos de combustión.
- Lo anterior implica el control de emisiones directas de MP y de sus precursores (NO_x, SO_x, COV y NH₃), permitiendo abordar los principales problemas de calidad del aire de la región, MP₁₀ (MP_{2.5}), SO₂ y Ozono.
- Se considera la posibilidad de distinguir medidas de carácter urbano y rural.
- A través del análisis de la distribución espacial de las emisiones (emisiones georreferenciadas), se consideraran zonas prioritarias para concentrar la reducción de emisiones.
- Para el caso de fuentes móviles, se debe tener presente que gran parte de la regulación tecnológica (normas de ingreso, plantas de revisión técnica, etc) son definidas a nivel nacional, lo mismo respecto de la calidad de los combustibles, por lo tanto el espacio para definición de medidas se reduce, quedando en manos de un plan como este medidas de gestión de tráfico, de transporte urbano, exigencias de antigüedad máxima para camiones, exigencia de uso de filtros de control de MP, mejoras a la revisiones técnicas de los vehículos, etc.
- En el sector industrial, la existencia de planes de descontaminación para megafuentes en la región es un paso importante. También se debe tener presente que en general un número pequeño de fuentes emisoras aporta un alto porcentaje de las emisiones, lo cual implica concentrarse en los mayores emisores en una primera etapa, y con esto alcanzar un importante impacto en calidad del aire.
- En cuanto a las emisiones residenciales, la quema de leña para calefacción se ha transformado en una fuente importante de emisiones de material particulado, al respecto, la estrategia debería seguir una línea similar al enfoque con se está abordando el problema en otras regiones del sur de nuestro país.

Análisis del Inventario de Emisiones 2008

El inventario de emisiones entrega una valiosa información para apoyar la definición de medidas, puesto que permite estimar el aporte de emisiones directas de MP10, MP2.5, SO₂ y de los principales precursores de aerosoles secundarios y Ozono.

Las tablas siguientes resumen tanto las emisiones en toneladas por año, como el aporte porcentual de cada categoría a las emisiones totales de cada contaminante:

Tabla 238: Inventario anual de emisiones, fuentes estacionarias y móviles (ton/año), escenario 2008 V Región.

INVENTARIO DE EMISIONES ANUAL, ESCENARIO 2008 VALPARAÍSO							
FUENTES FIJAS, AREALES Y MÓVILES ESCENARIO 2008							
Categoría de Fuente	MP10 ton/año	MP2,5 ton/año	CO ton/año	NOx ton/año	COV ton/año	SOx ton/año	NH3 ton/año
Fijas Combustión	3.784,06	2.727,17	1.918,78	18.752,78	181,24	17.906,70	1.216,48
Fijas Procesos+Evap	3.655,89	2.812,90	725,18	2.105,15	1.161,71	33.818,35	106,38
Combustión de Leña	2.815,23	2.727,78	26.256,00	194,92	23.792,86	30,16	167,91
Otras residenciales	7,70	2,11	45,96	182,84	11.556,09	14,03	1.673,29
Evap. Comerciales+Comb. Comercial	17,16	14,81	40,68	9,05	6.274,62	1,81	-
Quemas Agrícolas	107,26	102,42	894,95	34,07	67,93	7,87	-
Otras Areales	20,67	5,61	179,48	4,22	24.440,77	-	6.367,48
Total Estacionarias	10.407,97	8.392,80	30.061,03	21.283,03	67.475,22	51.778,92	9.531,54
Total Fuentes Móviles Vehiculos Livianos	266,94	245,58	60.436,54	9.472,00	7.346,88	95,60	413,25
Total Fuentes Móviles Vehiculos Livianos	456,98	420,42	2.443,25	10.926,35	853,36	227,42	3,54
Fuera de Ruta	326,64	317,92	1.749,14	7.222,50	330,71	3.949,73	0,0023
Total Móviles	1.050,56	983,93	64.628,93	27.620,86	8.530,96	4.272,75	416,7863
TOTAL MOVILES Y ESTACIONARIAS	11.458,53	9.376,73	94.689,96	48.903,89	76.006,18	56.051,67	9.948,32

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla es posible apreciar el porcentaje de participación por cada categoría de fuente para el inventario:

Tabla 239: Porcentaje de Participación por Categoría de Fuente, escenario 2008, V Región.

INVENTARIO DE EMISIONES ANUAL, ESCENARIO 2008 REGIÓN DE VALPARAÍSO							
FUENTES FIJAS, AREALES Y MÓVILES ESCENARIO 2008							
Categoría de Fuente	MP10 %	MP2,5 %	CO %	NOx %	COV %	SOx %	NH3 %
Fijas Combustión	33,02	29,08	2,03	38,35	0,24	31,95	12,23
Fijas Procesos+Evap	31,91	30,00	0,77	4,30	1,53	60,33	1,07
Combustión de Leña	24,79	29,27	27,82	0,79	54,76	0,08	21,60
Otras residenciales	1,12	1,15	1,13	0,08	32,25	0,01	60,91
Evap. Comerciales+Comb. Comercial	90,83	89,51	31,75	43,52	88,78	92,38	95,81
Quemas Agrícolas	1,02	1,15	44,02	11,08	7,15	0,05	2,83
Otras Areales	1,17	1,31	18,02	7,67	2,03	0,11	0,98
Total Estacionarias	0,14	0,16	1,79	0,62	0,49	0,01	0,34
Total Fuentes Móviles Vehículos Livianos	1,71	1,92	1,21	9,46	0,57	0,14	0,01
Total Fuentes Móviles Vehículos Pesados	2,28	2,56	1,37	12,88	0,55	0,26	0,03
Fuera de Ruta	2,85	3,39	1,85	14,77	0,44	7,05	0,00
Total Móviles	9,17	10,49	68,25	56,48	11,22	7,62	4,19
TOTAL MOVILES Y ESTACIONARIAS	100	100	100	100	100	100	100

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla anterior es posible identificar con mayor claridad el aporte a nivel de categorías principales. Las Fuentes Fijas de combustión y de procesos más las evaporativas, (Fundiciones y Termoeléctricas) representa un aporte superior al 64% en MP10, 42% en NOx y 90% de SOx. La quema de biomasa, más del 25% del MP10, más del 27% del CO, y cerca del 32% de los COV. El transporte presenta notables aportes en CO, con aproximadamente el 68% y NOx, sobre el 56%. Otras areales incluye las emisiones biogénicas y emisiones producidas por la crianza de animales, esto explica el aporte a los COV's, más del 32% y a las emisiones de amoníaco, cerca del 64%.

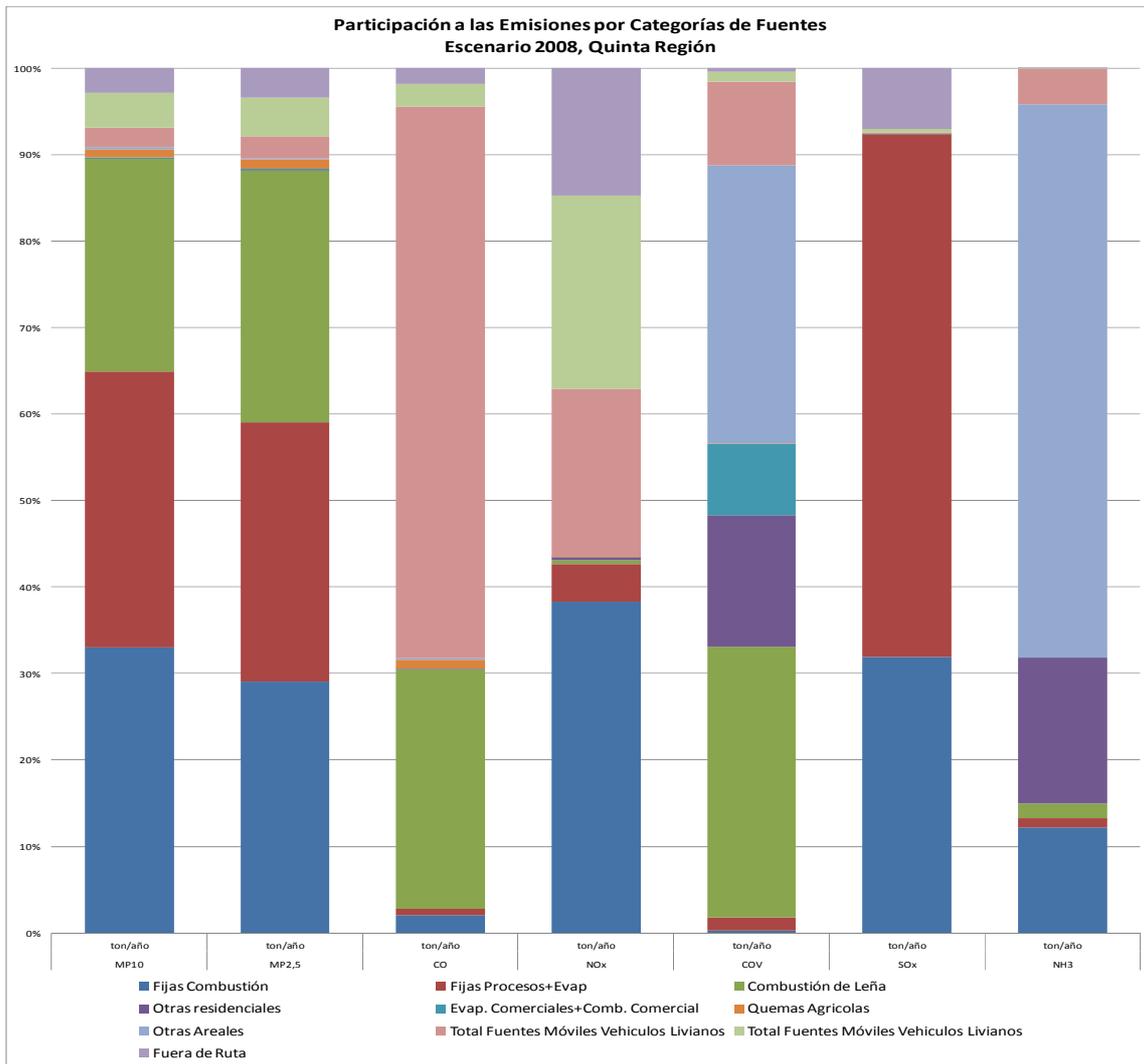


Figura 144: Participación de emisiones por categoría de fuentes, año 2008, V Región.

En la siguiente tabla es posible apreciar el porcentaje de participación en las emisiones de polvo fugitivo por categoría de fuente:

Tabla 240: Porcentaje de Participación por Categoría de Fuente, escenario 2008, V Región

POLVO FUGITIVO ESCENARIO 2008			
Categoría de Fuente	MP	MP10	MP2,5
Construcción de Edificios	0,715	0,800	0,364
Construcción de Caminos	61,250	82,427	82,695
Producción de áridos	0,019	0,025	0,025
Total Construcción y Demolición	61,984	83,252	83,084
Calles pavimentadas y no pavimentadas en red urbana e interurbana Bottom UP	25,389	11,135	11,136
Calles pavimentadas y no pavimentadas en red urbana Top Down	12,575	5,525	5,528
Total Polvo Resuspendido	37,964	16,660	16,664
Cereales y chacras	0,009	0,014	0,041
Cultivos Industriales	0,001	0,002	0,004
Hortalizas	0,016	0,027	0,078
Frutales	0,027	0,045	0,128
Total Preparación de Terrenos Agrícolas	0,053	0,088	0,252
TOTAL POLVO FUGITIVO	100	100	100

Las emisiones de polvo resuspendido están dominadas por la construcción de caminos, debido principalmente que al año 2008 hubo un gran auge en el sector. El segundo lugar lo ocupan las emisiones provenientes de las fuentes móviles, mediante el tráfico en calles pavimentadas 25% y calles no pavimentadas, 13%. Otras categorías de menor aporte son: actividades agrícolas, construcción y producción de áridos.

Sobre la base de los análisis de los resultados del inventario y los análisis previos, las medidas de reducción de emisiones de la Quinta Región deberían concentrarse en forma prioritaria en los siguientes sectores, en el orden que se indica:

A) Fuentes Fijas

Las fuentes fijas de mayor aporte de emisiones atmosféricas son las termoeléctricas, fundiciones primarias de cobre y la refinera de petrleo.

En el caso de las termoeléctricas, se encuentra en vigencia la norma que regula sus emisiones, por lo cual el aporte de estas fuentes tenderá a reducirse considerablemente con su implementación. Sin embargo esta normativa no es aplicable a fuentes como los generadores eléctricos operados en la región para alimentación a la red, aunque se encuentra en estudio por parte del MMA una norma especial para este tipo de fuentes. Las propuestas previas se refieren a normativa de certificación para los equipos nuevos, por lo cual quedarían también fuera este tipo de fuentes, ver "ANÁLISIS DE ESCENARIO DE APLICACIÓN DE UNA NORMA DE EMISIÓN PARA GRUPOS ELECTRÓGENOS A NIVEL NACIONAL." GEOSUR, 2010. Se recomienda considerar en la normativa nacional este tipo de fuentes con límites de NOx, CO y PTS para fuentes antiguas.

También se encuentra en elaboración una normativa nacional para calderas, ver el documento "Generación de Antecedentes Técnicos y Económicos Necesarios para Elaborar una Norma de Emisión Atmosférica para Calderas Industriales", Ambiosis 2008. Dentro de este tipo de fuentes destacan las calderas que utilizan leña como combustible, por su alta magnitud de emisiones en la Región.

Para el control de las emisiones de las fundiciones primarias de cobre se encuentra en vigencia la norma de emisión de arsénico y los planes de descontaminación locales tales como el de Ventanas, sin embargo esta normativa se encuentra en revisión y se encuentra en elaboración una normativa para todas las emisiones de las fundiciones.

Dentro de las fuentes individuales de las fundiciones, las con mayor magnitud de emisión de PTS suelen ser las de el secador de concentrados, fuente que aunque en teoría solo evapora la humedad residual de los concentrados, en la práctica debido a que suelen ser hornos del tipo rotatorio en contracorriente, aplican al concentrado altas temperaturas, las que generan la evaporación y emisión en estado gaseoso de sustancia volátiles tales como arsénico, plomo, mercurio, zinc y estaño, las que no son captadas por los equipos de control si estos son operados también a alta temperatura. Se recomienda que para este tipo de fuentes se establezcan límites de emisión para el PTS, arsénico, plomo y mercurio, con medición puntual anual y monitoreo continuo de PTS que permita verificar si el estado de los equipos de control de emisiones mantiene su eficiencia de captación en el tiempo. La utilización de altas temperaturas implica también emisiones de SO₂ para las cuales no se cuenta con equipos de control, por lo cual se recomienda que sean monitoreadas en continuo en este tipo de fuentes.

Durante las etapas de la fundición de los concentrados propiamente tal se generan las mayores magnitudes de emisiones principalmente de sustancias más volátiles tales como el arsénico, plomo y mercurio las que suelen ser captadas por los sistemas de control de emisiones del horno de fundición principal y de los hornos convertidores posteriores. Sin embargo en las etapas de descarga del metal fundido y de las escorias correspondientes se generan emisiones fugitivas que una vez enfriadas y condensadas en la atmosfera se convierten en material particulado. Se recomienda que estas emisiones sean incluidas en la norma nacional en estudio y controladas mediante monitoreos puntuales permanentes. Se sugiere que se establezcan planes de reducción de las emisiones fugitivas, donde se incluyan las generadas en la nave de conversión y en el sistema de manejo de escorias.

Las emisiones de SO₂ se generan principalmente durante la etapa de fundición y son captadas en su mayor parte por los sistemas de captura de gases del horno principal y de los convertidores, sin embargo se generan también emisiones fugitivas en la nave de conversión y en los sistemas de conducción los que son afectados continuamente por su alta corrosividad, las emisiones captadas son conducidas a una planta de ácido correspondiente, la cual puede operar con una eficiencia variable. Se recomienda mediante la normativa nacional en elaboración el establecimiento de un límite de emisión de SO_x (SO₂ y SO₃) para la planta de ácido, monitoreada en forma continua.

Cuando no se encuentra en operación la planta de ácido, las emisiones captadas son conducidas a una chimenea alternativa, generalmente la chimenea principal, por lo cual para poder controlar la totalidad de las emisiones de la planta se requiere del monitoreo continuo de las emisiones de la chimenea alternativa.

Para el control de las emisiones de la refinería de petróleo, no se cuenta con ninguna normativa de emisiones existente ni en elaboración, sin embargo las normativas de calderas industriales en elaboración podrían ser aplicables a las calderas de la planta de fuerza. Se recomienda implementar un plan de control de emisiones atmosféricas, en especial de las emisiones fugitivas de material particulado en la planta de Coke y de CO_v en la planta de Riles.

B) Fuentes Móviles

Según los resultados del inventario de emisiones las fuentes móviles son responsables de la mayor parte de las emisiones de NOx y CO (56% y 68% respectivamente).

En relación con el MP 2.5 su participación es sólo del 10% respecto del total de emisiones, no obstante esta es de gran relevancia si se considera sus características físico-químicas y la proximidad de la fuente con la población afectada. En cuanto a lo primero, las emisiones de MP2.5 provenientes de las fuentes móviles corresponden a partículas de motores diesel, por lo tanto de tamaño nanométrico y con alta presencia de carbono elemental, lo que las hace particularmente tóxicas (producen cáncer, gatillan ataques cardiacos, agravan el asma, pueden penetrara al cerebro, etc.). En cuanto a lo segundo, y en relación con cualquier contaminante que provenga del transporte, la presencia diaria y por periodos prolongados de peatones, automovilistas y usuarios del transporte público, en las vías urbanas representa una exposición a altas concentraciones de estos contaminantes.

Las estrategias para mitigar esta responsabilidad de las fuentes móviles en la contaminación son en general de los siguientes tipos:

- a) Medidas de gestión del transporte que apunte a disminuir el nivel de actividad de las fuentes móviles.

Aquí el objetivo es privilegiar modos de transporte público que impliquen la menor tasa de emisión por pasajero transportado, lo que implica privilegiar el transporte no motorizado (peatonal y bicicleta), por ejemplo proveyendo la infraestructura adecuada (ciclo vías y corredores exclusivos) o mejorando la calidad de los servicios de transporte público para que puedan competir por calidad y precio con el transporte privado.

- b) Medidas de comando y control respecto de los vehículos en uso mediante programas de inspección y mantenimiento (I/M), tendientes a mejorar los factores de emisión o el deterioro de los vehículos en uso por la vía de una mejor mantención.

Como reportado en el presente informe se observa un importante deterioro de las emisiones de los vehículos con convertidor catalítico (sello verde), cuyo desperfecto de los sistemas de control de NOx pueden significar altas emisiones de NOx. Se propone un programa de control de emisiones en Planta de Revisión Técnica, con pruebas en carga (ASM), como el

implementado en la RM, que implica la posibilidad de un mejor control del deterioro de este contaminante y también del CO.

En cuanto a los vehículos convencionales, no cuentan con sistema de control de NOx, por lo que no se justifica la realización de pruebas en carga, por lo que los actuales procedimientos y estándares resultan suficientes para estas tecnologías. No obstante, en las ciudades con mayor incidencia de las emisiones del tráfico, se pueden justificar programas de restricción a la circulación para esta categoría vehicular.

- c) Medidas de comando y control respecto de los vehículos nuevos mediante la implementación y fiscalización de normas de emisión de ingreso.

En cuanto a las normas de ingreso, la aplicación lo más anticipada posible de las normas de ingreso de normas más exigentes, se traducirá en beneficios al largo plazo por renovación del parque. Para ello se pueden implementar los estándares vigentes de la RM.

Se debe considerar además que gran parte de los avances en el control de emisiones del sector transporte se deben a regulaciones de nivel país, impulsadas la mayor parte de ellas por el PPDA R.M.

Conforme los efectos particularmente dañinos de las emisiones diesel, se recomienda considerar mayores exigencia para esta categoría vehicular, incorporando estándares que minimicen las emisiones de MP y que tienden lo más rápidamente a la incorporación de filtros de partículas, que son en la actualidad la mejor tecnología disponible para el abatimiento de este contaminante. En este sentido, estándares de emisión que exigen la inclusión de filtros de partículas en los buses de transporte público están actualmente vigentes en la Región Metropolitana.

- d) Programas de reacondicionamiento y renovación del parque existente.

La incorporación de las nuevas tecnologías mediante la renovación natural del parque puede resultar excesivamente lenta para el cumplimiento de las metas ambientales establecidas. Para acelerar los beneficios de incorporar las nuevas tecnologías de control de emisiones existen estrategias de reacondicionamiento como la incorporación de sistemas de post tratamiento de emisiones en las flotas de vehículos pesados de mayor impacto en la ciudad (camiones de reparto, buses de transporte público). Experiencias de reacondicionamiento se han tenido de los buses de Transantiago (560 buses).

Otras medida para dicha renovación es regular la antigüedad máxima del parque de vehículos de transporte público (buses urbanos, buses interurbanos, taxis) y la restricción vehicular. Las condiciones pueden ser por antigüedad (12, 15, 18 años) o por tecnología (sólo pueden circular camiones con emisiones certificadas (Euro I, Euro II o Euro III)).

e) Mejoramiento del combustible.

Particularmente sensible es el nivel de azufre en el diesel. Con la reducción de azufre a 50 ppm es posible exigir sistemas de post tratamiento para

C) Fuentes Areáles

Como se explicó anteriormente, para efectos de este estudio, se consideró un escenario que considera los factores de emisión considerados en el estudio, "Inventario de Emisiones de Contaminantes Atmosféricos y Definición de Área de Influencia de las Emisiones que Causan el Efecto de Saturación por PM10 en la Ciudad de TALCA" Consultora AMBIOSIS, 2008; dado que estos factores consideran situaciones más reales de funcionamiento, como lo son las condiciones de humedad de la leña y los tipos de artefactos. Por otra parte la encuesta aplicada en terreno entrega información focalizada con respecto a la leña y en la encuesta CASEN es una variable indirecta.

La emisión para el año 2008 es estimada en 2.815 ton/año (Urbano y rural, representando un 14,27% del total.

Calefacción Residencial

Para el caso de la leña se recomienda realizar un estudio focalizado para las ciudades que presentan una tasa de consumo alto de leña y provienen de la encuesta CASEN, debido al nivel de incertidumbre que esta encuesta puede arrojar al no ser un instrumento abocado a detectar esta variable específica. No obstante, de acuerdo con los antecedentes disponibles la quema de leña representa un importante aporte a las emisiones. Por esta razón se propone una estrategia para abordar este problema, que incluye en primer lugar la calefacción residencial porque significa el sector con mayor potencial de crecimiento y el que tiene mayor impacto durante la época invernal, en segundo lugar las quemas agrícolas, porque se considera viable reducir su aporte en forma significativa y finalmente, los

incendios forestales, un sector más complejo de controlar, que se tomó como un evento aislado, dadas las características particulares del año en que se realizó el inventario.

Para la leña no existe un marco regulatorio especial en esta materia, y la institucionalidad existente no se encuentra preparada para controlar este tipo de combustibles, así como los artefactos que lo utilizan. Esta debilidad en el marco regulatorio e institucional, ha constituido uno de los principales obstáculos para enfrentar este tipo de fuentes contaminantes. A pesar de lo anterior, El Ministerio del Medio Ambiente junto a otras reparticiones del sector público han abordado el tema a través de diferentes instrumentos e iniciativas, tales como:

- la elaboración de una norma de emisión para artefactos que usan leña;
- la participación en el Sistema Nacional de Certificación de Leña;
- el desarrollo y oficialización de una Norma Chilena sobre requisitos de la leña como combustible.
- diferentes enfoques de regulación incorporados en los planes de la Región Metropolitana y el anteproyecto de Temuco.

Tomando en consideración la experiencia de la Región Metropolitana y el plan de descontaminación de Temuco y Padre Las Casas, se recomiendan las siguientes medidas:

a) Prohibición de equipos que no sean de "doble cámara" en zonas urbanas o de expansión urbana.

Como antecedente, el D.S. Nº 811/1993 del MINSAL establece la prohibición TOTAL de uso de cualquier tipo de calefacción residencial a leña que no disponga de "doble cámara" en la zona urbana de la Región Metropolitana.

Los principales problemas de implementación de esta medida son los costos de reemplazo de los sistemas de calefacción y la fiscalización.

b) Exigir el cumplimiento de la nueva norma nacional para equipos nuevos a partir del año 2013.

Un estándar diferenciado de emisión de material particulado, que dependerá del tamaño de cada artefacto, contempla la norma nacional para calefactores a leña del Ministerio de Medio Ambiente, como medida para afrontar los críticos índices de contaminación que afectan, especialmente, a la zona centro-sur del país.

La norma se aplicará a los artefactos nuevos que operan con leña o biomasa y que tengan una potencia menor o igual a 25 kilowatts (kw). La escala determina que los calefactores de menos de ocho kw deberán emitir 2,5 gr/h de material particulado; los de ocho a 14 (kw) podrán contaminar hasta 3,5 gr/h, y los de mayor potencia, hasta 4,5 gr/h (ver tabla). Según esta clasificación, las estufas a leña más grandes podrán emitir más, mientras que las más usadas y vendidas por el mercado (menos de 14 kw), tendrán más restricciones.

La nueva regla comenzará a regir a partir de marzo de 2013, el proyecto de ley que faculta a la Superintendencia de Energía y Combustibles (SEC) a aprobar los laboratorios encargados de realizar la certificación de los calefactores.

En el caso de las cocinas a leña, no se establece un estándar. Sin embargo, se determina la exigencia de medir sus emisiones.

La medida espera tener efectos concretos en ciudades como Temuco, Osorno y Valdivia, donde los índices de contaminación son críticos.

Para la Región Metropolitana, el parámetro será estricto: 2,5 gr/h para cualquier tipo de calefactor, independiente de su potencia.

a) Recambio de usados

La norma irá acompañada del etiquetado de los calefactores nuevos. Mediante el etiquetado se puede obtener información confiable de las emisiones, potencia y eficiencia del calefactor. Al ser más eficientes, permiten un ahorro en el consumo de leña.

Para enfrentar la tecnología ya existente, se está efectuando un plan de recambio de calefactores en ciudades como Temuco y Coyhaique. Se espera recambiar 2.000 artefactos. A eso se suma un plan de subsidios, para fortalecer la capacidad de secado de la leña, que es de mala calidad por su alta humedad. Se debe considerar la instalación de centros de acopio y y secado.

c) Establecer un sistema de registro para los nuevos calefactores que se instalen en las zonas urbanas o de expansión urbana.

Situación que se está llevando en Temuco-Padre las Casas, según PPDA.

d) Complementariamente:

- Mejorar calidad de la leña
- Educación en el uso de los equipos
- Mejorar aislamiento térmico de viviendas

En todos los casos, considerar diferentes exigencias para zonas urbanas y rurales, estas últimas podrían quedar fuera de la regulación en una primera etapa.

Se recomienda revisar los instrumentos de incentivo a la renovación que estipula el PPDA de Temuco-Padre Las Casas.

Quemas Agrícolas

Las quemas agrícolas son consideradas como procesos de combustión, tales como quema de ramas, rastrojos y materiales leñosos. Estas quemas se clasifican en legales (autorizadas) y en ilegales.

- Quemas ilegales corresponden a quemas agrícolas no autorizadas que se llevan a cabo principalmente en periodos que se extienden fuera de temporada, es decir entre mayo y septiembre de cada año.
- quemas legales corresponden a las inscripciones que se realizan para anunciar la quema de rastrojos agrícolas y otros. Se realizan entre los meses de temporada y están reguladas en el D.S. N° 276/80 del Ministerio de Agricultura.

El control de las quemas agrícolas y la prohibición de quemas residuales son responsabilidad de la Corporación Nacional Forestal (CONAF) y Ministerio de Agricultura (MINAGRI) respectivamente.

En el proceso de combustión de material vegetal se incorporan a la atmósfera una gran cantidad de sustancias contaminantes, siendo las más significativas los aportes monóxido de carbono (CO), y material particulado, principalmente carbón no quemado. En las quemas de desechos vegetales, se emiten bajas cantidades de óxidos de nitrógeno y se generan grandes cantidades de dióxido de carbono y vapor de agua.

Los factores de emisión para quemas legales e ilegales son los mismos, sin embargo, las emisiones son presentadas por CONAF de manera separada con el fin de identificar responsabilidades.

Para efectos de poder proponer métodos para sustituir las quemas agrícolas, es importante saber con exactitud las hectáreas quemadas por tipo de cultivo y así considerar el manejo más adecuado al residuo para que este no sea quemado.

Regulación Nacional

- El control de las quemas agrícolas son responsabilidad de CONAF y la prohibición de quemas residuales a través del Ministerio de Agricultura (MINAGRI), a través del D.S. N° 276/80.
- Los Decretos Supremos N° 100 y 89 del MINAGRI prohíben la quema de vegetación viva o muerta y la utilización de elementos contaminantes para prevenir o evitar los efectos de las heladas en las plantaciones de la Región Metropolitana entre el 1º de Mayo y el 31 de Agosto de cada año.
- La Corporación Nacional Forestal (CONAF), lleva un registro del número de incendios forestales y las quemas agrícolas, entregando la extensión de cada siniestro en hectáreas consumidas, separadas por comuna y clasificando de la siguiente manera:
 - Quemas legales
 - Quemas ilegales
 - Incendios de vegetación natural (clasificación: arbolado, matorral y pastizal)
 - Incendios de plantaciones forestales (clasificación: pino, eucaliptos y otras plantaciones)
- La Corporación Nacional Forestal tiene implementado un sistema de asistencia a quemas controladas con el fin de evitar posibles incendios, además cuenta con un folleto el que está dirigido a agricultores, ganaderos y silvicultores, en el que se hace referencia a que existen otras alternativas al fuego. Específicamente se hace referencia a evaluar si se puede incorporar el desecho al suelo o a preparar compost, según Norma Chilena 2880 del Instituto Nacional de Normalización.

Regulación Internacional

Está práctica de quemar los residuos agrícolas esta desechada en la Unión europea. Países como Alemania, Dinamarca y Gran Bretaña son los países que están más avanzados en el tema, en donde está prohibida esta práctica y se aplican fuertes multas a los incumplimientos.

Los decretos y regulaciones están contemplados por los Ministerios de Agricultura de cada país. Sin embargo en España aun no se acoge a esta medida y se continúa

con la quema de desechos vegetales, la cual está regulada a nivel estatal y autonómico a través del Ministerio de Agricultura, pesca y alimentación (MAPA).

En Estados Unidos, hay experiencias de gestión de residuos agrícolas a través de entes privados como la Enviro Board Corporation que han dado soluciones económicamente viables. En algunos condados se encuentra Normada la quema de desechos Agrícolas, como es el caso de la Monterrey Bay Unified Air Pollution Control District que establece la Norma de los Condados de Monterrey, San Benito y Santa Cruz; esta norma que establece los procedimientos para las quemas agrícolas, además promueve métodos alternativos de desechar la vegetación natural siempre que sea posible.

Es importante destacar que la información recopilada respecto a quemas agrícolas, en relación a la normativa internacional, considera la de países desarrollados, debido a que en países "menos desarrollados", simplemente no existe normativa y, por lo tanto, se realizan quemas indiscriminadamente, o son apoyados por Programas de Organizaciones no gubernamentales de ayuda, u organismos como la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación), ya sea incentivando, orientando y educando hacia la agricultura conservacionista (punto desarrollado dentro del estudio como alternativa) u otra medida de sustitución.

Alternativas a las Quemias Agrícolas

Para efectos de poder proponer métodos, con el objetivo de sustituir las quemias agrícolas; es necesario conocer las hectáreas quemadas por tipo de cultivo y así considerar el manejo más adecuado al residuo para que este no sea quemado y desarrollar una gestión de residuos agrícolas.

Medidas de acción inmediatas deben estar orientadas a:

- Dar a conocer a través de Normativas, lo negativo de la quema de rastrojos y fomentar su abandono e insistir en medidas conducentes a desistir de esta práctica.
- Dar énfasis a través del Ministerio de Agricultura y/o CONAF a otras alternativas a la quema de rastrojos, a través de folletos, campañas publicitarias, página web; tales como el enterrar los rastrojos, resaltando lo positivo, como el aporte de nutrientes (nitrógeno) y así ahorrar en abonos; o alternativas como la agricultura conservacionista (labranza cero).
- Sensibilizar a la población a través de campañas, afiches, spots publicitarios, de lo perjudicial que resulta la quema de desechos agrícolas en la Región Metropolitana, e instar a denunciar las quemias ilegales.

A continuación se presentan alternativas para evitar o reducir las quemas agrícolas con el objetivo de disminuir la emisión de contaminantes:

- Impulsar e incentivar la reconversión del sistema tradicional de cultivo a la llamada "agricultura conservacionista".
- Uso de rastrojos para alimentación de animales.
- Compostaje
- Manejo de Biomasa

b) Sustitución de Quemadas:

CONAF ha implementado campañas de educación para dar a conocer el impacto en la calidad del aire que genera la quema de rastrojos y fomentar su abandono e insistir en medidas conducentes a desistir de esta práctica y sustituir las quemadas agrícolas.

El Ministerio de Agricultura debe promover a mayor escala las alternativas a la quema de rastrojos, a través de folletos, campañas publicitarias, página web; tales como el enterrar los rastrojos, resaltando lo positivo, como el aporte de nutrientes (nitrógeno) y así ahorrar en abonos; o alternativas como la agricultura conservacionista (labranza cero), compostaje, uso de rastrojo para alimentación de animales, manejo de biomasa.

Esta medida no implica una reducción de las emisiones por sí misma, pero implica un desincentivo a la quema en las actividades agrícolas.

c) Evaluar prohibición total de quemadas en toda la región de forma progresiva (5 a 10 años) a través de la implementación de alternativas a la quema de residuos agrícolas.

El Ministerio de Agricultura deberá prohibir las quemadas agrícolas en la Quinta Región, en forma gradual, para ello desarrollarán una calendarización, de tal forma de prohibirlas totalmente en un mediano plazo.

Para ello se deben asignar recursos para mejorar la fiscalización por parte de las autoridades competentes; esto evitará que no se genere un escenario en el cual haya un aumento de las quemadas no autorizadas.

De igual forma el Ministerio de Agricultura y la Corporación nacional Forestal, deben promover y dar a conocer a través de campañas educativas, alternativas a las quemas agrícolas, y propuestas concretas para la realización de planes de manejo, de acuerdo al residuo generado.

d) Financiamiento de Estudios e Implementaciones de Alternativas

El Ministerio de Agricultura debe desarrollar campaña de implementación de alternativas a la quema mediante su uso en la generación de biogás, para diferentes usos, mediante la aplicación de instrumentos de fomento a los estudios bases, diseños, implementación y seguimiento de proyectos pilotos.

Esta medida no implica una reducción de las emisiones por si misma, pero implica un desincentivo a la quema de rastrojos en las actividades agrícolas.

d) Mejorar la Información de Quemadas Agrícolas.

CONAF, debe mejorar sus estadísticas de cultivos quemados, estos deben ir detallados por tipos de cultivos agrícolas. Esto permite mejorar la información para aplicar el factor de emisión, y al mismo tiempo permite recomendar métodos para sustituir las quemadas agrícolas, y así generar y fomentar planes de manejo acordes al residuo que se desea quemar.

Incendios Forestales

Su ocurrencia impide la definición de medidas de control con la misma óptica que se enfrentan las emisiones antropogénicas asociadas a actividades productivas

El tipo de medidas que se puede recomendar apuntan a reducir la tasa en que producen estos eventos, a enfrentarlos en forma adecuada y oportuna.

Medidas Recomendadas: Implementar un Programa de largo plazo para reducir incendios forestales:

a) Implementación de programas de educación para reducir niveles de riesgo.

El control de los incendios forestales se justifica plenamente no sólo por el impacto que las emisiones producen sobre la calidad del aire, sino por las pérdidas económicas que producen y el riesgo sobre la población afectada.

En este contexto se requiere disponer de una campaña de largo plazo de difusión y sensibilización de la población, en medios de comunicación y escuelas, que apunte a todos los sectores (público y privado, sociedad civil, etc.). Esta campaña debe ser diseñada en forma complementaria con otras campañas que apunten al control de quemas agrícolas y al adecuado uso de leña como combustible para calefacción residencial.

b) Fortalecer de los sistemas de vigilancia

Un adecuado sistema de vigilancia permite una respuesta oportuna de los organismos que combaten estos eventos, reduciendo de esta forma la magnitud de posibles impactos. Además de las torres de observación y otros sistemas más sofisticados que puedan implementarse, además de la implementación y difusión de un teléfono que reciba este tipo de eventos, de forma tal de involucrar a la comunidad en la vigilancia.

c) Fortalecer la capacidad de control de incendios forestales

Esto significa asignar recursos al combate de los incendios forestales, por la vía de:

- Personal
- Sistemas de información y comunicaciones
- Capacitación de las brigadas
- Equipamiento (transporte, indumentaria de seguridad, equipos, etc.)
- Sistemas de coordinación (CONAF, Carabineros de Chile, Municipios, Intendencia, bomberos, etc.)

d) Mantener un registro de los incendios forestales

Para realizar el seguimiento de la efectividad de las medidas que se implementen en este ámbito, y precisar mejor el impacto de este sector en las emisiones atmosféricas, se recomienda que la autoridad pertinente genere un sistema de registro de estos eventos, donde se incorporen datos como:

- Superficie total afectada (Has)
- Localización del evento (coordenadas UTM ó descripción del cuadrante en que se produjo.
- Fecha y duración del evento.
- Tipo de especies quemadas y densidad de las plantaciones.
- Otros datos que permitan estimar adecuadamente emisiones producidas y costos asociados al evento.

- Este registro deberá ser reportado anualmente a SEREMI quinta región para que sean incorporados al inventario de emisiones.

Para completar estas medidas se requiere disponer de la distribución anual de estas emisiones, para precisar en qué meses se producen estas emisiones y determinar de esta forma el impacto que pueden tener tanto en MP como en ozono.

Crianza de Animales

Una gran fuente emisora a nivel regional corresponde a la crianza de animales. Hasta ahora no se conoce la magnitud de su aporte a la formación de aerosoles secundarios.

Este tipo de actividades ha registrado un fuerte crecimiento en nuestro país en los últimos años, lo cual se verifica por el alto número y magnitud de los proyectos que han ingresado al SEIA.

No obstante, en Chile no hay experiencias de políticas orientadas a regular las emisiones de este sector, salvo una recomendación para incorporar algunas exigencias en la actualización del PPDA RM.

Antecedentes para el control de las emisiones de NH₃

La mayor parte de las emisiones de NH₃ ocurren por causa del amoníaco presente en las excretas de los animales, una vez que estos desechos son aplicados a la tierra. Inicialmente, todo el nitrógeno excretado por animales está contenido en una variedad de compuestos orgánicos nitrogenados (principalmente urea). Las formas inorgánicas de nitrógeno (amonio, nitritos y nitratos) presentes en las excretas de animales están generalmente en concentraciones traza. La mineralización ocurre inmediatamente después de la excreta animal, producto de una degradación biológica provocada por la enzima ureasa, presente en las excretas. La fracción de nitrógeno orgánico excretado que es mineralizado a nitrógeno amoniacal (forma inorgánica) durante la recolección y almacenaje de residuos, depende principalmente del tiempo transcurrido tras la excreta y, en menor grado, de la temperatura.

Los residuos recogidos inmediatamente tras la excreción poseen una concentración más alta de nitrógeno orgánico que aquel residuo que se ha almacenado por un extendido período de tiempo, tal como sólidos recogidos desde el fondo de lagunas anaerobias.

Parte del amoníaco generado proviene de la urea, por medio de conversión enzimática. El resto de las emisiones se deben a la mineralización de nitrógeno orgánico en los purines. Una parte del nitrógeno amoniacal se encuentra en su forma volátil por lo que se desprenden emisiones de amoníaco a la atmósfera. La fracción de nitrógeno emitida como amoníaco desde los desechos del ganado depende de diversas variables incluyendo la concentración, el pH, la temperatura, y el flujo de aire sobre la excreta.

La nitrificación, proceso que fija el nitrógeno como minerales inorgánicos, consiste en la oxidación microbiana del amoníaco hasta alcanzar la forma de nitrato (NO_3). Este proceso requiere de condiciones aeróbicas. Según el estudio desarrollado por el SAG, la mayoría de los sistemas de manejo de desechos del ganado operan bajo condiciones anaerobias (a excepción de plantas de lodos activados y el compostaje).

Cabe destacar, que según estos antecedentes, la base para el cálculo de las emisiones de NH_3 , provenientes de la actividad pecuaria, consiste en la estimación de la cantidad de nitrógeno excretado por los animales, cantidad que varía según la especie.

Del total del nitrógeno excretado, la cantidad que se pierde como NH_3 en cada componente del sistema de manejo es muy variable, dependiendo principalmente de:

a) Condiciones Generales:

- Tipo de animal
- Sistema de producción y características del sistema de manejo
- Condiciones climáticas del área.

b) Alimentación:

- Dieta categorizada por peso y estado de animal
- Contenido de nitrógeno de la alimentación
- Contenido de nitrógeno del alimento sobrante y del material de soporte (si corresponde)
- Fracción de nitrógeno en orinas y excretas
- Frecuencia y volumen de orina y concentración de nitrógeno
- pH de la orina y de la mezcla orina y excreta, y
- Razón entre el nitrógeno contenido en la alimentación y el nitrógeno en los productos, lo que determina el contenido de nitrógeno en la excreta.

a) Manejo de los residuos:

Considerando la generación, almacenamiento y/o tratamiento de residuos, los parámetros que influyen la generación de emisiones de amoníaco, relacionados al manejo de residuos, son los siguientes:

- Tipo de establecimiento, tipo de ventilación, superficie por animal en confinamiento, tipo de estructura de confinamiento, tipo de suelo.
- Sistema de manejo de residuos, incluyendo almacenamiento y sistema de remoción de residuos en establecimiento (almacenamiento pit, "scrapers", frecuencia de remoción de residuos).
- Sistema de tratamiento y disposición final de residuos (lagunas, estanque de almacenamiento, aplicación al suelo, compostaje, entre otros.);
- Condiciones meteorológicas, incluyendo temperatura, turbulencia del aire o velocidad del viento, humedad del aire y precipitación; y
- Concentración de amoníaco, pH, y temperatura en la superficie de la laguna.

b) Disposición final de los residuos:

También se indican en el citado estudio, y su fuente de información, los parámetros que influyen la generación de emisiones de amoníaco, relacionados a la disposición final mediante incorporación de residuos ganaderos al suelo³¹:

- Tipo de producto residual aplicado (purín crudo, o efluente de laguna, entre otros);
- Volumen de aplicación por superficie;
- Concentración de amoníaco en el efluente;
- Frecuencia de aplicación;
- Tipo de aplicación;
- Condiciones meteorológicas (temperatura, turbulencia del aire o velocidad del viento, humedad del aire y precipitación); y
- Condiciones del suelo (permeabilidad, porosidad, pH, contenido mineral, contenido de humedad) y cubierta vegetal.

El esquema a continuación resume las principales variables que determinan la emisión de NH₃ a la atmósfera:

³¹ Review of Emission Factors and Methodologies to Estimate Ammonia Emissions from Animal Waste Handling. 2002

Diagrama: Variables que determinan las emisiones de NH₃

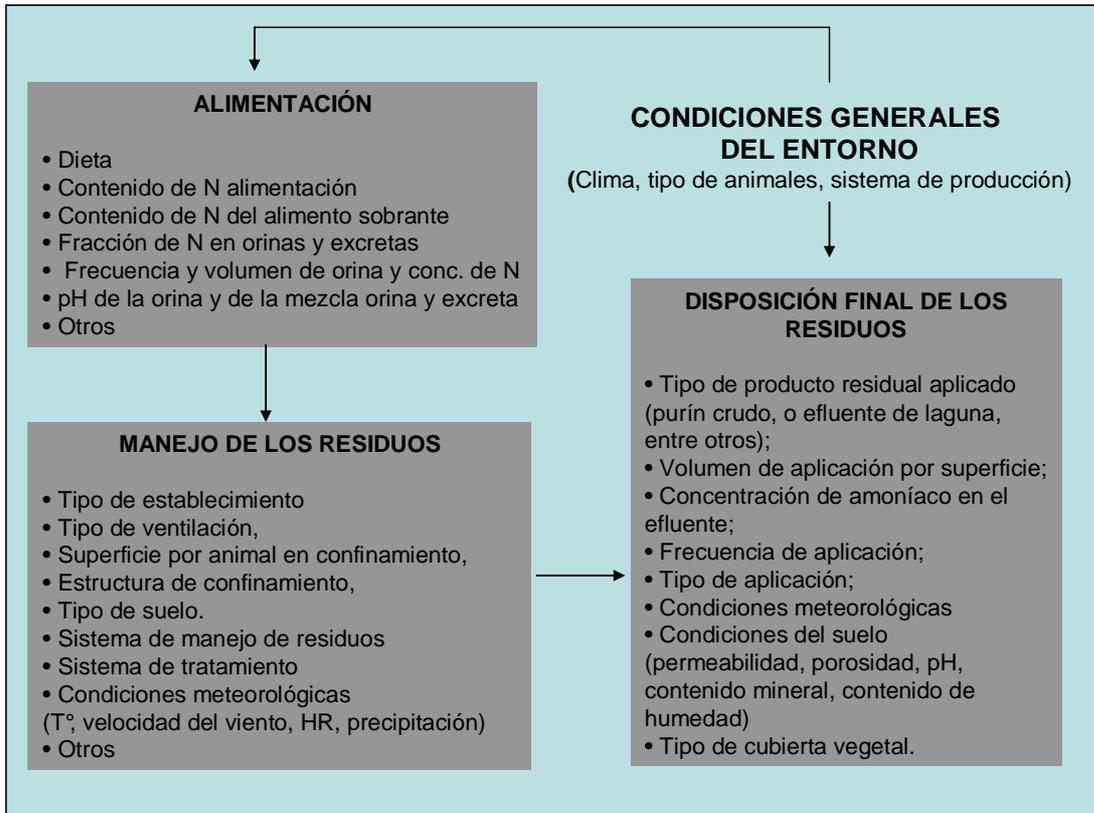


Figura 145. Emisiones de fuentes móviles por categoría

Las medidas siguientes han sido recomendadas para abordar el mismo problema en el marco del PPDA R.M.

a) Medidas preventivas y de reducción de emisiones de NH₃ en el SEIA:

Para proyectos nuevos que ingresen al SEIA, se recomienda evaluar la exigencia de las siguientes medidas de mitigación de emisiones, bajo la premisa de que la implementación de estas medidas en proyectos desde la etapa de diseño, permite reducir considerablemente las emisiones.

- Aplicación de medidas contempladas en los códigos de buenas prácticas agrarias para la racionalización del empleo de fertilizantes, evitando que un uso inapropiado incremente el riesgo de liberación de emisiones de NH₃ a la atmósfera.
- Minimización de las emisiones procedentes de la aplicación de estiércoles líquidos y sólidos y otros residuos orgánicos, mediante la utilización de maquinaria adecuada para su enterramiento.

- Adaptación de los planteles de animales para la disminución de urea (NH₃) en orina y heces.
- Adecuación de los sistemas de alojamiento de los animales en las explotaciones ganaderas.
- Manipulación de la dieta, mediante la incorporación de aminoácidos sintéticos y proteínas baja en fibra cruda, con el fin de obtener un bajo contenido de nitrógeno en los residuos, disminuyendo los olores y las emisiones de NH₃.

b) Medidas de reciclaje y manejo de excretas:

Para el caso de la RM la Seremi del Medio Ambiente ha implementado en proyectos que ingresan al SEIA, las siguientes exigencias como parte de un manual para el sector:

- Exigencia del manejo adecuado de los estiércoles líquidos y sólidos en el establo.
- Exigencia de la cobertura de balsas de almacenamiento y la recuperación de los gases emitidos para utilizarlos como combustible.
- La promoción de la implantación de instalaciones de tratamiento de los excedentes de deyecciones ganaderas, para establecimientos existentes y su exigencia para establecimientos nuevos.
- Exigencia de utilización de aditivos de productos biológicos o químicos, que pueden ser adicionados a los residuos.
- Exigencia para establecimientos nuevos y promoción en los existentes, la utilización de lavadores de gases biológicos y químicos (scrubbers).
- Utilización de cubiertas de geotextil o membranas geotextiles, que se ubiquen sobre la superficie de los residuos. Sobre el geotextil se pueden disponer residuos como paja, para obtener mejores resultados, lo que además ayuda en la reducción de olores y emisiones de H₂S y NH₃.
- Utilización de cubiertas plásticas, que pueden ser ubicados sobre los estanques de almacenamiento. Manejo adecuado de los residuos, mediante el compostaje.

Fugas Residenciales de Gas Licuado Petróleo

La denominación de Gases Licuados del Petróleo, se aplica a un pequeño número de hidrocarburos derivados del petróleo, que a temperatura ambiente y a la presión atmosférica se encuentran en estado gaseoso y tienen la propiedad de pasar al estado líquido al someterlos a una presión relativamente baja.

Sus principales representantes son el BUTANO Y PROPANO. Estos gases forman parte de los hidrocarburos saturados.

En Chile la Ley N° 18410 (actualizada 19/05/2005) Crea la Superintendencia de Electricidad y Combustibles, estableciendo sus funciones y ámbitos de competencia (SEC), que tiene por misión vigilar la adecuada operación de los servicios de electricidad, gas y combustibles, en términos de su seguridad, calidad y precio.

A continuación se indican los Decretos del sector combustibles, que competen al área de instalaciones y productos:

- D.S. N° 222/96, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, modificado por el; D.S. N° 78/98, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, reglamenta las instalaciones interiores de gas.
- D.S. 191/95 Regula a los "Instaladores de Gas"
- D N° 315/1993 Establece requisitos mínimos que deben cumplir los organismos técnicos de inspección y mantención de válvulas para cilindros de GLP.
- D.S. N° 381/1990 Establece requisitos mínimos que deben cumplir los Organismos Técnicos de inspección periódica y reparación de cilindros para GLP en servicio.
- Reglamento de Certificación de Productos, Documento en consulta ante la Organización Mundial del Comercio (OMC).

Normativas Internacionales:

A nivel Internacional las normativas referidas al GLP están basadas en Los estándares de la NFPA (National Fire Protection Association), específicamente a través de la Norma, NFPA 58, "Código del gas Licuado Petróleo".

Esta Norma es utilizada en 50 Estados de los Estados Unidos de Norteamérica y establece los requisitos de seguridad con respecto al transporte de GLP en autopistas, diseño, instalación y operación de sistemas de GLP; el comité de la NFPA 58, trabaja en conjunto con la EPA (Environmental Protection Agency), con

el objetivo de mejorar la protección contra peligros de GLP, tales como incendios y explosiones. Esta Norma es acreditada por ANSI (American National Standards Institute).

En España, la normativa, al igual que en los Estados Unidos, está abocada a la seguridad en el uso de GLP, en cuanto a su distribución, comercialización y utilización en artefactos, a través de el "Real Decreto 919/2006", del 28 de Julio, por el que se aprueba el "Reglamento Técnico de Distribución y utilización de Combustibles Gaseosos y sus instrucciones técnicas complementarias ICG 01 al 11"; las ICG están referidas a las instrucciones técnicas complementarias, las que se desglosan de la siguiente manera:

- ITC-ICG 01: Instalaciones de distribución de CG por canalización
- ITC-ICG 02: Centros de almacenamiento y distribución de envases de GLP
- ITC-ICG 03: Instalaciones de almacenamiento de GLP en depósitos fijos
- ITC-ICG 04: Plantas satélite de GNL
- ITC-ICG 05: Estaciones de servicio para vehículos a gas
- ITC-ICG 06: Instalaciones de envases de GLP para uso propio
- ITC-ICG 07: Instalaciones receptoras de CG
- ITC-ICG 08: Instalaciones de GLP en caravanas
- ITC-ICG 09: Instaladores de gas
- ITC-ICG 10: Aparatos de gas
- ITC-ICG 11: Normas de referencia

Las medidas de acción a desarrollar deben estar orientadas a:

- Fugas de GLP en condiciones normales.
- Incorporación de Normas que aseguren el buen funcionamiento del artefacto a largo plazo, es decir que la certificación no esté acotada al cumplimiento del equipo "nuevo" o recién producido.
- Ver formas de ayuda económica y/o subsidiar a gente de menores ingresos a renovar sus artefactos (cocinas, calefont, estufas), ya que los mas modernos cuentan con una mejor eficiencia de hidrocarburos no quemados durante el encendido, marcha normal y apagado.

- Comprometer o llegar a algún acuerdo a través de créditos blandos con la "Asociación Chilena de Gas Licuado A.G" o por separado con una de las tres empresas presentes en la Región Metropolitana distribuidoras de gas a renovar los artefactos de sus clientes, ya sea por cantidad de gas comprado, hacerse socio, tarjeta cliente, dar facilidades, etc; evaluar algún instrumento económico que permita realizar lo planteado. Recordemos que empresa Metrogas S.A., como una forma de captar clientes, cuando entro al mercado Chileno, cambiaba por artefactos nuevos aquellos que no era posible transformarlos para uso de Gas natural.

- Fomentar a través de campañas educativas, a través de folletos y/o trípticos por medio de las empresas distribuidoras, a lo fundamental que es dar mantención y/o cambiar quemadores para una mejor eficiencia en el consumo del combustible.

- Fugas de GLP en artefactos e instalaciones defectuosas.

- Dar a conocer en forma más masiva a la población, a través de campañas de televisión, radio, prensa, folletos, empresas distribuidoras de gas, los fonos emergencias ante eventuales fugas de gas.
- Crear campañas de educación orientadas a la no intervención de instalaciones y artefactos de gas por parte de personas no capacitadas, registradas y/o autorizadas ante la SEC.
- Generar programas de mantención en poblaciones y/o sectores mas necesitados de la Región Metropolitana a través del Gobierno en conjunto con la SEC, y buscar algún instrumento económico que permita contratar a personal autorizado para correctas mantenciones y/o reparaciones.
- Al igual que el punto anterior, buscar la forma de comprometer a distribuidores de GLP a realizar mantenciones periódicas a artefactos, como premio a la elección de la marca, cantidades compradas, etc.

- Fugas de GLP en cambios de cilindros y/o manipulación de estanques.

- Incluir en las campañas de educación, la correcta manera de cambiar los cilindros de gas; es decir consumir el gas remanente en las mangueras, antes de cambiarlos.

- Exigir a las empresas distribuidoras de gas, obligatoriedad de adosar un instructivo para el correcto cambio del cilindro, y/o folleto explicativo.
- Normar el largo de las mangueras en artefactos a GLP, con el objetivo de disminuir fugas de GLP.
- Planes de mantención de las instalaciones de GLP domiciliarios a granel.
- Exigir a las empresas distribuidoras de gas la obligatoriedad de revisiones periódicas de los estanques de GLP incluyendo accesorios, lo cual debe ser realizado por instaladores autorizados por el SEC.

Emisiones Biogénicas

Los COV biogénicos son precursores de ozono troposférico, existiendo algunas discrepancias entre los investigadores. Los COV biogénicos poseen reactividades muy diferentes entre sí lo que hace complicada su comparación (Carter WPL, 1994., Prendez et al. 2002).

Las altas emisiones, sugieren dar una importante relevancia, dado al impacto que pueden tener en la calidad del aire de la región.

Las estimaciones de emisiones biogénicas a nivel país, presentan un grado de incertidumbre debido a la poca información que existe al respecto, tal como la identificación de densidad de masa foliar para especies vegetales presentes en cada clase, la poca información de factores de emisión reales para cada especie presente en la región, lo que obliga a asignar factores de especies exóticas a las especies nativas y utilizar el método propuesto por Benjamín et al (1998) de asignación en base a semejanzas taxonómicas, lo que es cuestionado para algunos autores, por la alta variación en la emisión existente entre especies del mismo genero, no obstante es obligatorio asignar factores de emisión para obtener emisiones.

Lo anteriormente expuesto, sugiere que como primera medida se deben realizar estudios específicos, que permitan determinar factores de emisión reales para cada especie presente en la región.

12 EDB 2008 V REGION

Como producto final del presente estudio el inventario de emisiones ha quedado estructurado dentro del sistema SINCA mediante la creación de una base de datos (EDB) dentro del sistema AIRVIRO.

Esta se encuentra ubicada en la siguiente dirección:

URL: <http://sinca.conama.cl/iairviro/>

Domains: CONAMA

user: ambiosis

EDB: 08P105M11

En donde:

08 : Año 2008

P1 : Inventario de Emisiones Región de Valparaíso (nombre del proyecto)

05 : V Región

M11 : Metodología 2011 Inventario V Región.

La EDB consolidada está conformada por 3 tipos de fuentes inventariadas:

- Archivos de fuentes fijas (puntuales y de área)
- Archivos de fuentes móviles (arcos)
- Archivos de fuentes areales (grillas). En anexo 8 se entrega la lista y descripción de las grillas generadas en la EDB.

Por otra parte también se entrega la base de datos subdividida en 3 edbs parciales, las que corresponden a :

- FFIJ1: Fuentes Puntuales
- MOV1: Fuentes de Arcos
- GRID1: Fuentes de Grillas

Para su construcción se tomaron en cuenta las directrices de la guía SINCA actualizada en el presente estudio. Esto ha implicado el uso de la codificación oficial en cuanto a división territorial (Geocode) y tipos de fuentes CCF8 (Activitycode). En la siguiente imagen se observa la aplicación RUS de Airviro y los códigos que despliega a partir de la EDB generada. Los cuales fueron actualizados en el presente estudio.



En la siguiente figura se muestra modo de ejemplo el activity code asignado a una grilla dentro del sistema:

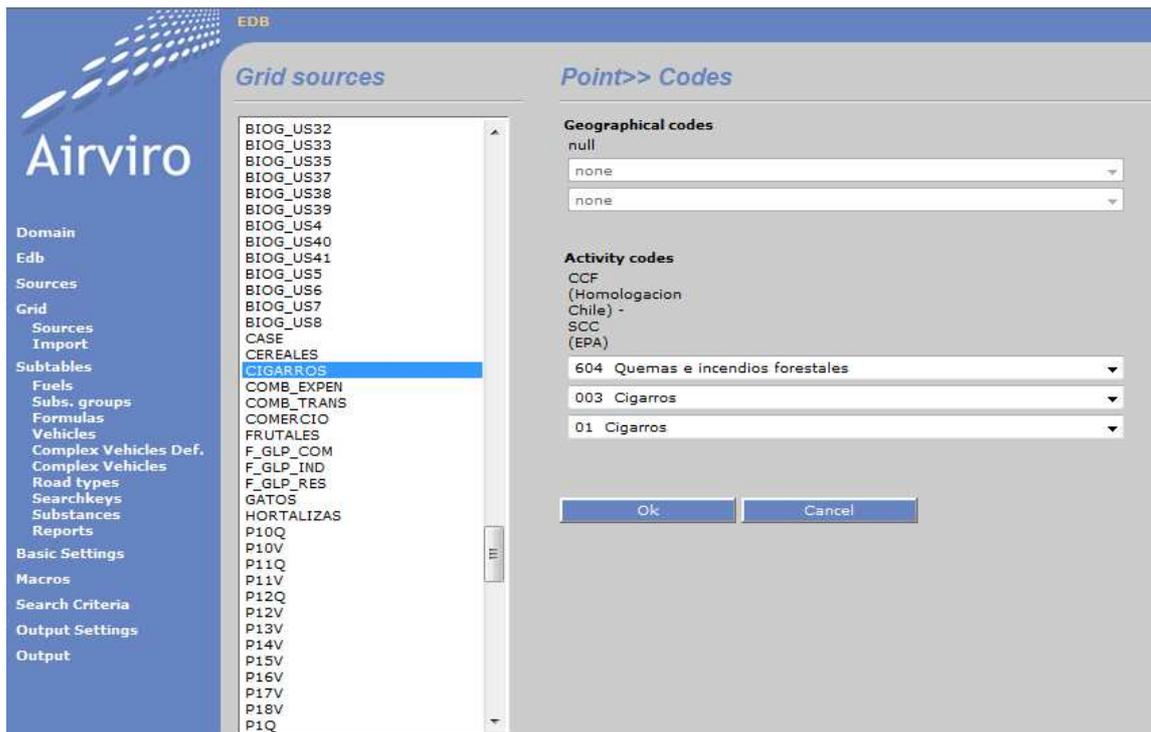


Figura 147: Activitycode para grilla consumo de cigarrillos

Otro aspecto relevante de la EDB es la generación de searchkey adecuados que permitan efectuar agrupaciones de fuentes para reporte. En la siguiente imagen se presenta la lista de searchkey de la EDB generada.

Con respecto a fuente móviles Bottom Up el sistema maneja su propios factores de emisión en este caso en función de la velocidad. En la siguiente figura se presenta vehículos complex para el caso de vehículos particular no catalítico (70100101) para el contaminante tolueno.

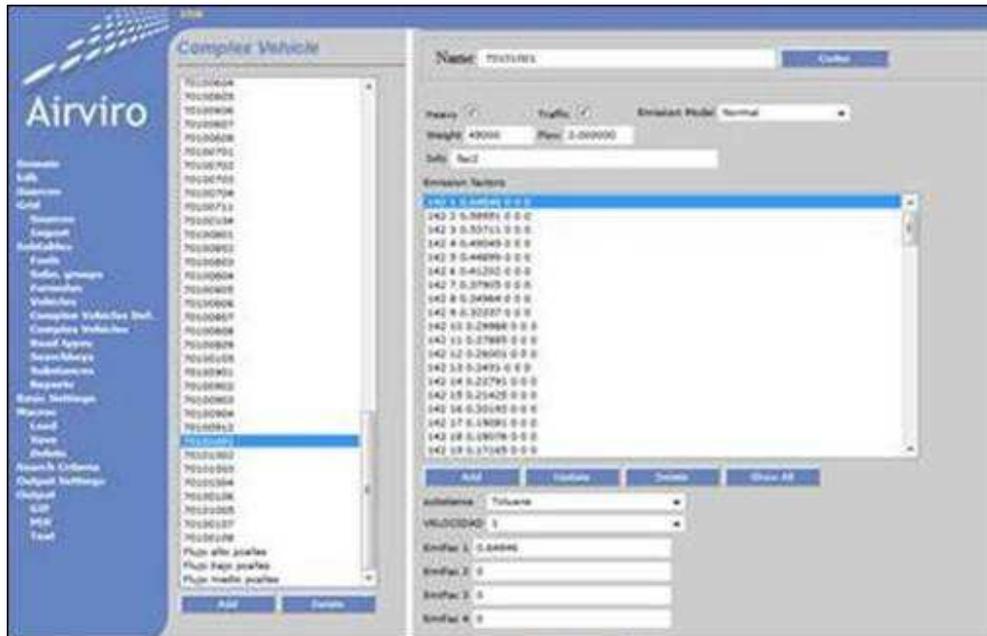


Figura 150: Archivo Complex Vehicles de la EDB.

En cuanto a su funcionalidad la base de datos obtenida, ha sido probada en cuanto a su estructura, para el uso adecuado de la herramienta RUS, la cual permite generar distintas EDB, hacer reportes y generar gráficos comparativos de escenarios.

Finalmente en las figuras siguientes se muestran algunos ejemplos de salidas obtenidas con la EDB construida.

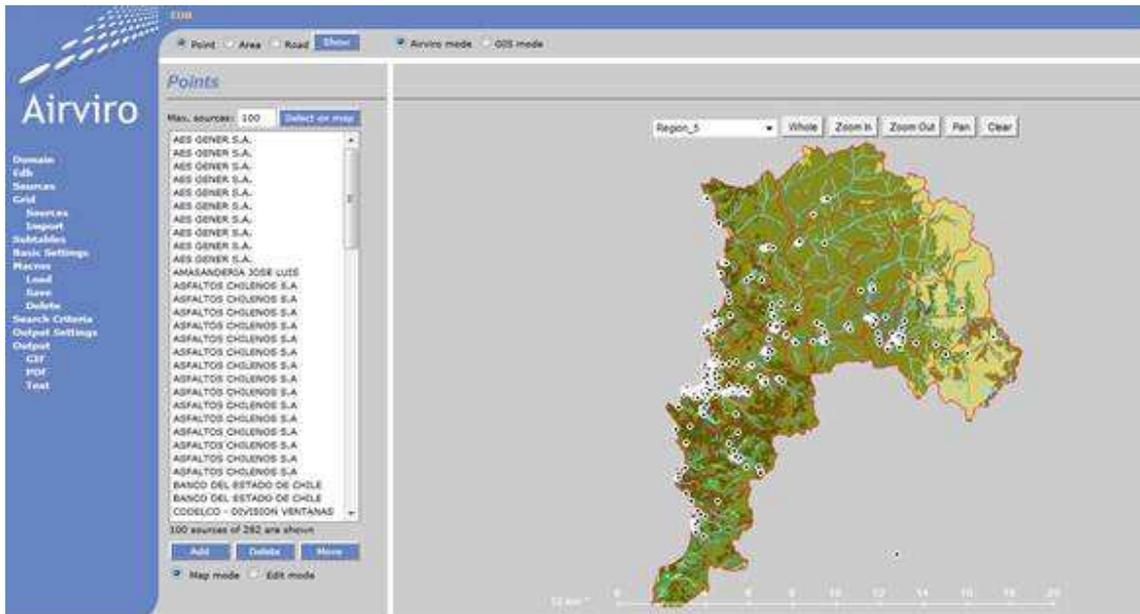


Figura 151: Visualización de las fuentes puntuales

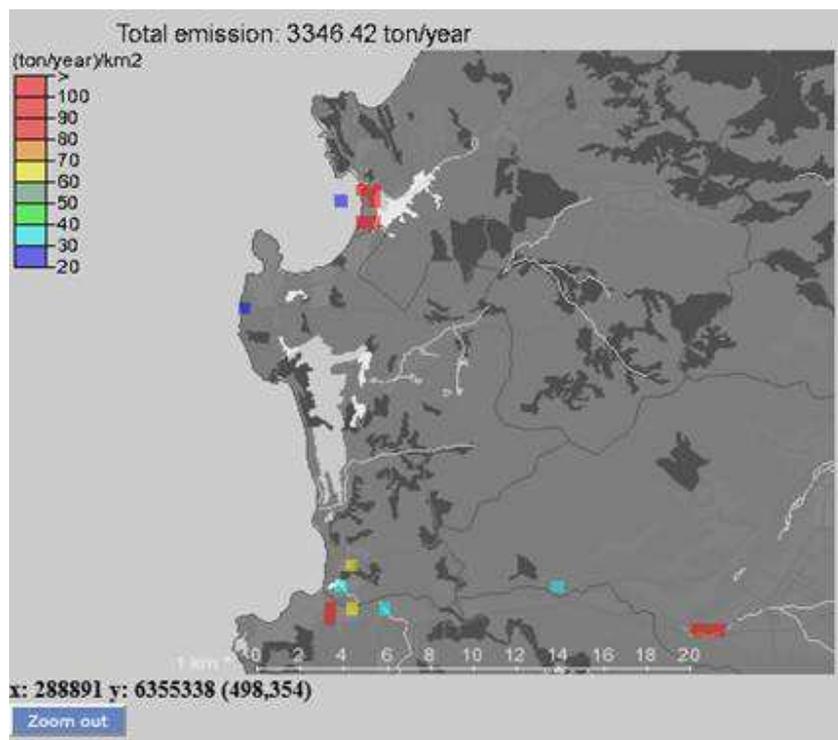


Figura 152: Visualización de Emisiones de MP desde fuentes puntuales

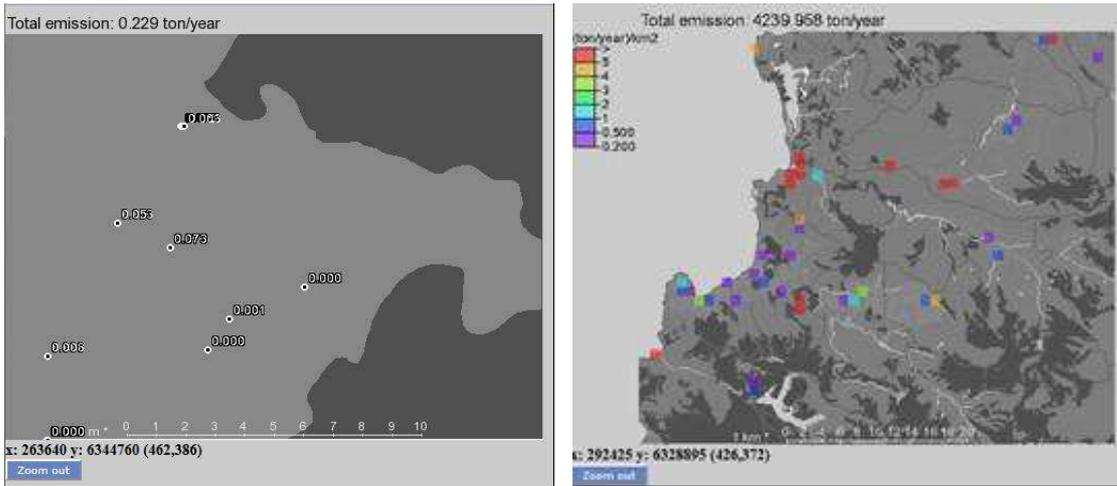


Figura 153: Visualización de Emisiones de MP2,5 desde fuentes puntuales

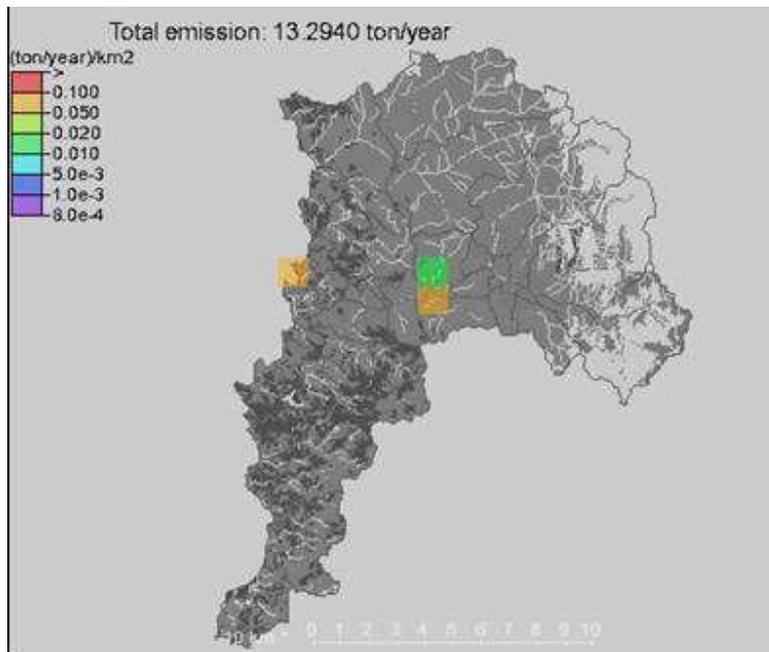


Figura 154: Visualización de Emisiones de Cadmio desde fuentes puntuales (celdas de 10000 x 1000 m)

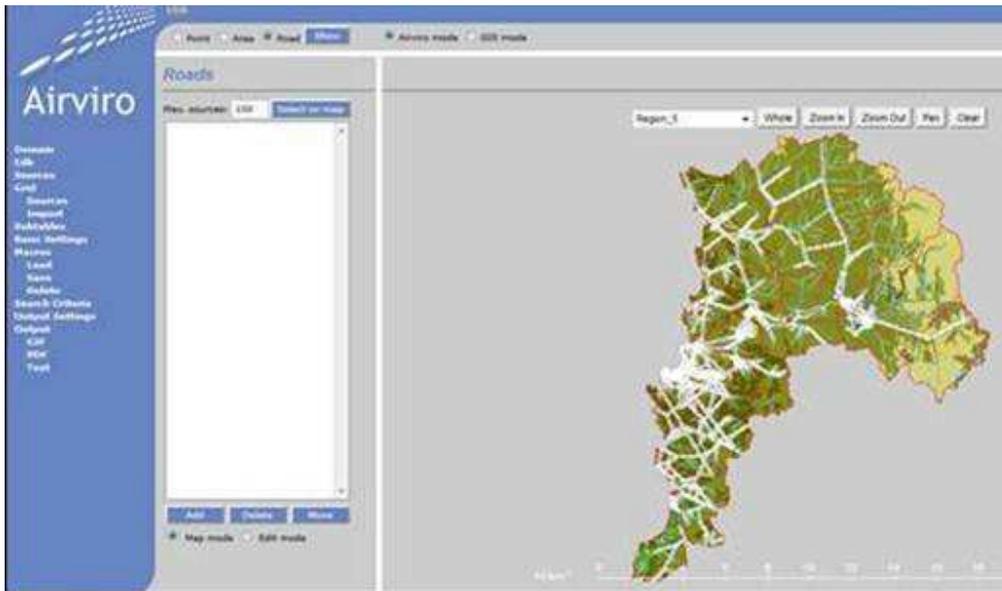


Figura 155: Fuentes Móviles Región de Valparaíso (emisiones Bottom UP)

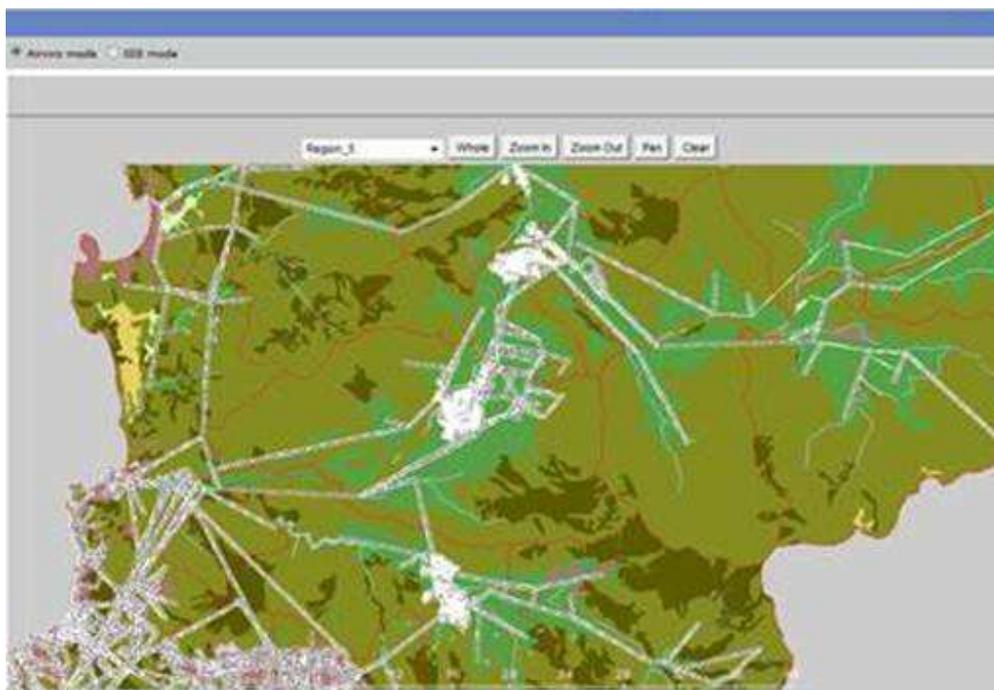


Figura 156: Fuentes Móviles (Bottom UP): Gran Valparaíso – Limache- Quillota – La Calera - Nogales

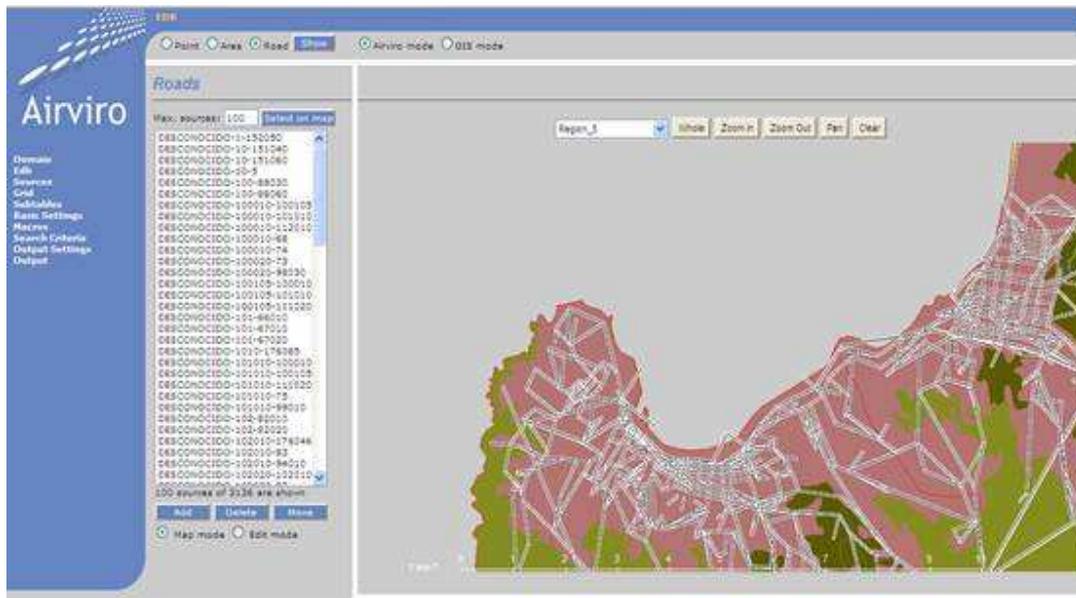
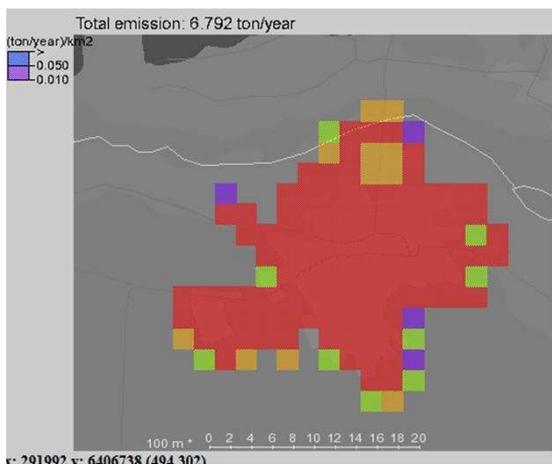
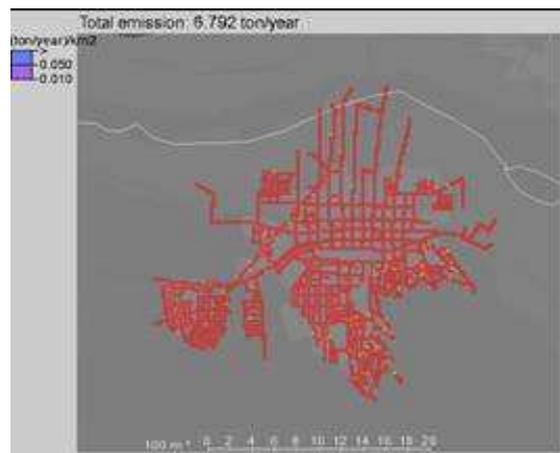


Figura 157: Fuentes Móviles Gran Valparaíso



Celda 200 X 200 m



Celda 20 X 20 m

Figura 158: Emisiones de Tolueno de Fuentes Móviles Ciudad de La Liga (Bottom Up)

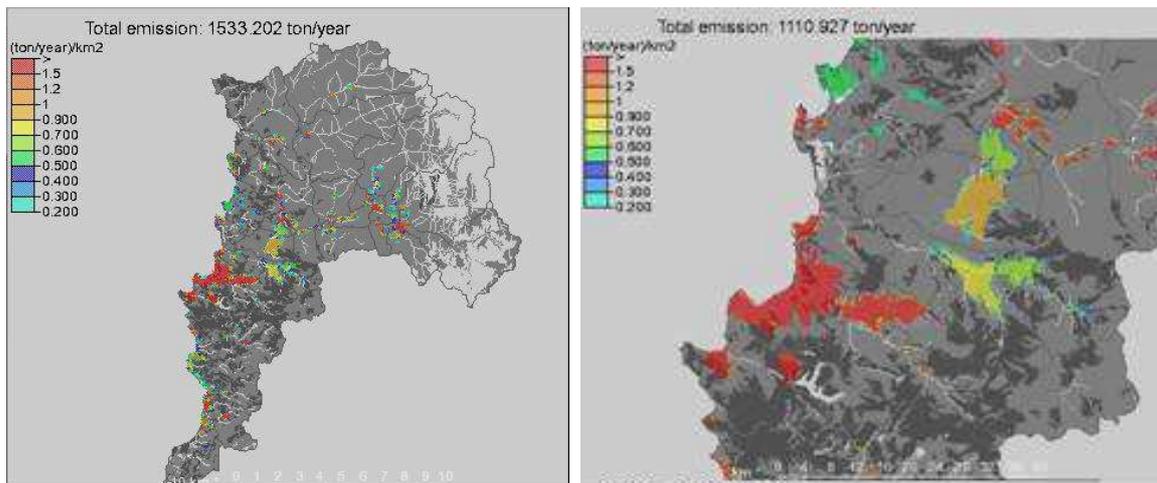


Figura 159: Emisiones de COV de Fuentes Móviles con Metodología Top Down en la V Región (celda 500 x 500 m)

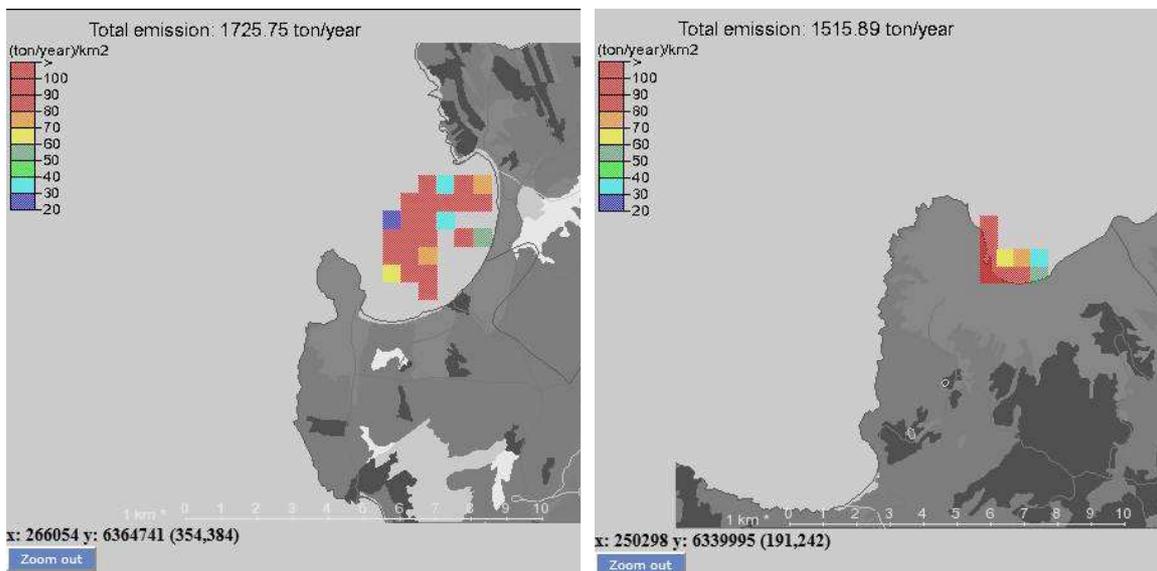


Figura 160: Fuentes de Grillas: NOx de Puertos de la V Región (celda 500 x 500 m)

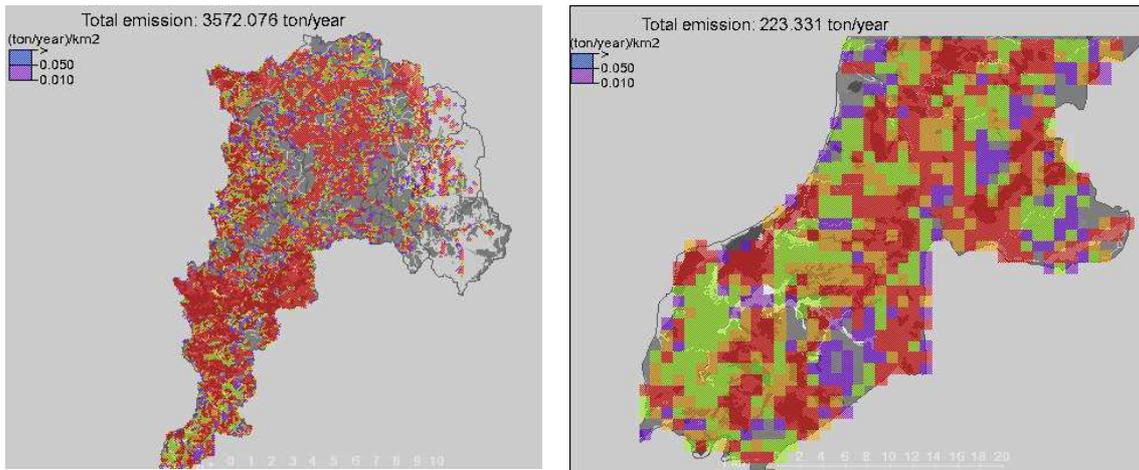


Figura 161: Fuentes de Grillas: α -pinene emisiones biogénicas de la V Región (Celda 500 x 500 m)

13 ANEXO N°1 ANALISIS DE CALIDAD DEL AIRE

Informe de calidad del aire por material particulado, ozono y dióxido de azufre en la V Región

A continuación se realiza un análisis crítico de los datos de calidad del aire en los últimos 10 años de las estaciones de monitoreo de la V Región³². El estudio se hará por tipo de contaminante monitoreado. De acuerdo a la información entregada por el Seremi de Salud, se sabe que existen en la Región de Valparaíso 35 estaciones de monitoreo permanente de la calidad del aire, asociadas a 18 Fuentes Emisoras. El Ministerio de Salud mantiene una estación ubicada en la ciudad de Viña del Mar y otra en Los Andes, mientras que el Servicio Agrícola y Ganadero mantiene una estación rural ubicada en la localidad de Santa Margarita, Comuna de Catemu

El objetivo de este estudio es hacer un análisis crítico y determinar la validez de los datos en base a criterios de normalidad. Las estaciones de monitoreo de calidad del aire en la V Región, se pueden clasificar de acuerdo a su ubicación geográfica y la red a la cual pertenecen. Muchas de las estaciones son operadas por grandes empresas emisoras de contaminantes. Una lista de las estaciones existentes en la V Región, los contaminantes monitoreados y la red a la cual pertenecen se muestra la Tabla 241.

El estudio de material particulado respirable MP10 se realizó utilizando todos los datos disponibles de las estaciones mencionadas en la Tabla 241. La información se descargó de la página web de la CONAMA: <http://sinca.conama.cl>. Se utilizaron los datos oficiales cuando existían y los preliminares. La información existente en la página Web del Sinca no necesariamente corresponde al período completo de monitoreo de la estación, por ello, se indica en la Tabla 242 las estaciones que tienen información de material particulado respirable y las fechas con información disponible.

³² Parte de la información (Tabla 1, fotos e información de la red) de este informe se obtuvo del "INFORME DE CALIDAD DEL AIRE EN LA REGION DE VALPARAISO", 2009, del Ministerio de Salud.

Tabla 241. Redes monitoras de calidad del aire en la V Región. Año 2009

Nº	Fuentes Emisoras	Comuna	Nº Estaciones	Aprobación Red de Monitoreo	
1	Puerto Ventanas	Puchuncaví	1	1999	Resolución Exenta Nº 01/1999 Comisión Regional del Medio Ambiente
2	Fundición Ventanas de ENAMI	Puchuncaví	6	28-05-93	Resolución Conjunta Servicio de Salud Viña del Mar Quillota / Servicio Agrícola Ganadero Nº 1927/197
3	ENAP Refinería ACONCAGUA	Concón	4	23-07-02	Resolución Conjunta Nº 207/408 Servicio de Salud Viña del Mar-Quillota/Servicio Agrícola Ganadero
4	Central Termoeléctrica San Isidro de Endesa Central Termoeléctrica Nehuenco de Colbún	Quillota	5	25-09-00	Resolución Exenta Nº 513/2000 Comisión Regional del Medio Ambiente
5	Planta La Calera de Empresas Cemento Melón S.A.	La Calera	3	1999	Resolución Exenta Nº 19/1999 Comisión Regional del Medio Ambiente
6	Fundición Chagres de Anglo American Chile	Catemu	4	22-03-94	Resolución Conjunta Nº 111/1164 Servicio de Salud San Felipe Los Andes/ Servicio Agrícola Ganadero
7	Armat	Quilpué	1	2001	Resolución Exenta Nº 294/2001 Comisión Regional del Medio Ambiente
8	Compañía Minera Las Cenizas	Cabildo	1	2-10-2003	Resolución Sanitaria Nº 2693/2000 Servicio de Salud Viña del Mar-Quillota
9	Red Estatal COSUDE	Viña del Mar	1	04-08-05	Resoluciones Sanitarias Nº 4300, Nº 4301 Servicio de Salud Viña del Mar-Quillota
10	Minera UVA/Planta Catemu	Catemu	1	06-12-06	Resolución Sanitaria Nº 1799
11	Turbina de Respaldo Las Vegas	Llay Llay	1	08-03-07	Resolución Sanitaria Nº 278
13	GNL Quintero	Quintero	1	14-08-08	Resolución Sanitaria Nº 1821
14	Estación Estatal Los Andes	Los Andes	1	17-03-2008	
17	Estación Loncura Central T Quintero	Loncura	1	14-09-09	
18	TECNOREC	San Antonio	1	14-09-09	Resolución Sanitaria Nº 3413
19	Corpora Tres Montes	Casablanca	1	09-2008	Resolución Exenta Nº 914/2008
20	Codelco Andina	Los Andes	2	2-08-2008	
Total			35		

Tabla 242. Estaciones de monitoreo de calidad del aire por comuna, parámetros medidos y fechas con datos disponibles.

Comuna	Estación	Parámetros medidos	Fechas con datos disponibles de MP ₁₀
Los Andes	Club de Campo (Codelco Andina)	MP ₁₀ , NO, NO ₂ , NO _x , SO ₂ , Meteorología	2 Ago. 2008 – 28 Nov. 2009
	Policlínico (Codelco Andina)	MP ₁₀ , NO, NO ₂ , NO _x , SO ₂ , Meteorología	2 Ago. 2008 – 28 Nov. 2009
	Los Andes	MP ₁₀ , MP _{2,5} , Meteorología(1)	1 Enero 2008 – 30 Nov. 2008 y 15 Dic. 2009 – 3 Mayo 2010

Cabildo	Hospital	MP ₁₀	1 Enero 2004 – 30 Dic. 2006
La Calera	La Calera	MP ₁₀ , SO ₂ , NO ₂ , O ₃ , Meteorología	1 Jun. 1999 – 29 Dic. 2009
	La Cruz-Colbún	MP ₁₀ , SO ₂ , NO, NO ₂ , NO _x , CO, O ₃ , HCNM, HCT, CH ₄	1 Dic. 2007 – 31 Dic 2008
	Rural 1	MP ₁₀ , SO ₂ , NO ₂ , O ₃ , Meteorología	10 Jun 1999 – 27 Jun 2006
La Cruz	La Cruz-Melón	MP ₁₀ , SO ₂ , O ₃ , Meteorología	1 Enero 2004 – 30 Dic. 2009
Quillota	Bomberos	MP ₁₀ , SO ₂ , NO, NO ₂ , CO, O ₃ , HCNM, HCT, Meteorología	6 Feb. 1999 – 30 Dic. 2009
	La Palma	MP ₁₀ , SO ₂ , NO, NO ₂ , CO, O ₃ , HCNM, HCT, Meteorología	6 Feb. 1999 – 30 Dic. 2009
	Manzanar	MP ₁₀ , SO ₂ , NO, NO ₂ , NO _x , CO, O ₃ , HCNM, HCT, CH ₄ , Meteorología	31 Dic. 2007 – 31 Dic. 2008
	San Pedro	MP ₁₀ , SO ₂ , NO, NO ₂ , NO _x , CO, O ₃ , HCNM, HCT, CH ₄ , Meteorología	15 Oct. 1998 – 30 Oct. 2000 y 1 Mar. 2004 – 30 Dic. 2009
Catemu	Catemu	MP ₁₀ , SO ₂	1 Ago. 2000 – 30 Nov. 2009
	Chagres	Meteorología	
	Romeral	SO ₂ , Meteorología	
	Santa Margarita	SO ₂ , Meteorología	
Panquehue	Lo Campo	MP ₁₀ , SO ₂ , Meteorología	1 Ago. 2000 – 30 Nov. 2009
Llay Llay	Los Vientos	MP ₁₀ , SO ₂ , NO, NO ₂ , NO _x , CO, O ₃ , HCNM, HCT, CH ₄ , Meteorología	1 Ene. 2007 – 1 Ago. 2011
Panquehue	Lo Campo	MP ₁₀ , SO ₂ , Meteorología	1 Ago. 2000 – 30 Nov. 2009
Concón	Colmo	MP ₁₀ , SO ₂ , NO, NO ₂ , O ₃ , HCNM, HCT, Meteorología	2 Mayo 2002 – 30 Dic. 2009
	Concón Sur	MP ₁₀ , SO ₂ , Meteorología	2 Mayo 2002 – 4 Feb. 2006
	Concón urbana	MP ₁₀ , MP _{2,5} , SO ₂ , NO, NO ₂ , CO, O ₃ , HCNM, HCT, Meteorología	3 Ene. 1999 – 29 dic. 2008
	Junta Vecinos	MP ₁₀ , SO ₂ , Meteorología	3 Marzo 2006 – 30 Dic. 2008
	Las Gaviotas	SO ₂ , Meteorología	
	La Greda	MP ₁₀ , SO ₂ , NO, NO ₂ , NO _x , O ₃ , HCNM, HCT, Meteorología	1 Enero 1993 – 1 ago. 2011
	Los Maitenes	MP ₁₀ , SO ₂ , NO, NO ₂ ,	2 Enero 1994 – 1 Ago. 2011

Puchuncaví		NO _x , CO, O ₃ , HCNM, HCT, CH ₄ , Meteorología	
	Puchuncaví	MP ₁₀ , SO ₂ , NO, NO ₂ , NO _x , O ₃ , HCNM, HCT, Meteorología	3 Enero 1993 – 30 Dic. 2009
	Principal	Meteorología	
	Terminal concentrados	MP ₁₀ , NO, NO ₂ , NO _x , O ₃ , HCNM, HCT, CH ₄ , Meteorología	3 Abr. 2000 – 30 Dic. 2008
	Campiche	MP ₁₀ , NO, NO ₂ , NO _x , O ₃ , HCNM, HCT, CH ₄ , Meteorología	3 Abr. 2000 – 30 Dic. 2008
Quilpué	Armat	MP ₁₀	18 Enero 2002 – 30 Dic. 2009
Quintero	Loncura	MP ₁₀ , SO ₂ , O ₃ , NO ₂ , CO, HC, Meteorología	14 Septiembre 2009
	GNL Quintero	MP ₁₀ , SO ₂ , O ₃ , NO ₂ , NO, NO _x , CO, HCT, HCNM,	14 Agosto 2008
	Sur	MP ₁₀ , SO ₂ , Meteorología	2 Enero 1994 – 30 Dic. 2009
	Valle Alegre	MP ₁₀ , NO, NO ₂ , NO _x , SO ₂ , Meteorología	1 Enero 1993 – 30 Dic. 2009
Viña del Mar	Viña del Mar	MP ₁₀ , NO, NO ₂ , NO _x , O ₃ , CO, Meteorología	9 Jul. 2004 – 4 Mayo 2010
San Antonio	Aguas Buenas	MP ₁₀ , Pb, As, SO ₂ , CO, NO _x , HC, O ₃ .	1 Abr. 2008 – 31 Dic. 2010
Codelco Andina	Club de Campo	MP ₁₀ , NO, NO ₂ , NO _x , SO ₂ , Meteorología	2 Ago. 2008 – 28 Nov. 2009
	Policlínico	MP ₁₀ , NO, NO ₂ , NO _x , SO ₂ , Meteorología	2 Ago. 2008 – 28 Nov. 2009
Casablanca ⁽²⁾	Córpora	MP ₁₀ , CO, NO _x , SO ₂ , Meteorología	Sept. 2008

Nota: Hay un error en la página del Sinca, ya que los datos de Quillota/Bomberos y Quillota/La Palma son los mismos

Nota: Material Particulado Respirable (MP₁₀), Ozono (O₃), Dióxido de Nitrógeno (NO₂), Hidrocarburos Totales (HCT), Hidrocarburos no Metánicos (HCNM), Dióxido de azufre (SO₂), Monóxido de carbono (CO), Material Particulado Respirable de Diámetro Bajo 2.5 micrones (MP_{2.5}).

⁽²⁾ Se miden las emisiones de: Oxígeno (O₂), Cadmio (Cd), Mercurio (Hg), Berilio (Be), Plomo (Pb), Zinc (Zn), Arsénico (As), Cobalto (Co), Níquel (Ni), Selenio (Se), Telurio (Te), Antimonio (Sb), Cromo (Cr), Manganeseo (Mn), Vanadio (V), Ácido Clorhídrico (HCl), Ácido Fluorhídrico (HF), Benceno (C₆H₆), y Dioxinas y Furanos.

• Material particulado respirable en la comuna de Los Andes.

El material particulado respirable MP10 se mide en la comuna de Los Andes en tres estaciones. Una de ellas pertenece a la estación de la Seremi de Salud, y mide material particulado con la técnica de atenuación de rayos beta con frecuencia horaria. Existen datos entre el 1º Enero 2008 – 30 Nov. 2008, después hay un período de un año sin datos y luego se tienen datos entre el 15 Dic. 2009 – 3 Mayo

2010. La serie de tiempo de los datos en la estación de Los Andes, se muestra en la Figura 162. Las coordenadas UTM de la estación son: 6364857 N 350999 E.

Existen además otras dos estaciones en la Comuna pertenecientes a Codelco Chile División Andina. La Estación Club de Campo, ubicada en la localidad de Rio Blanco, coordenadas UTM 377712 E y 6357288 N. Existe además la estación Policlínico ubicada en la ciudad de Los Andes.

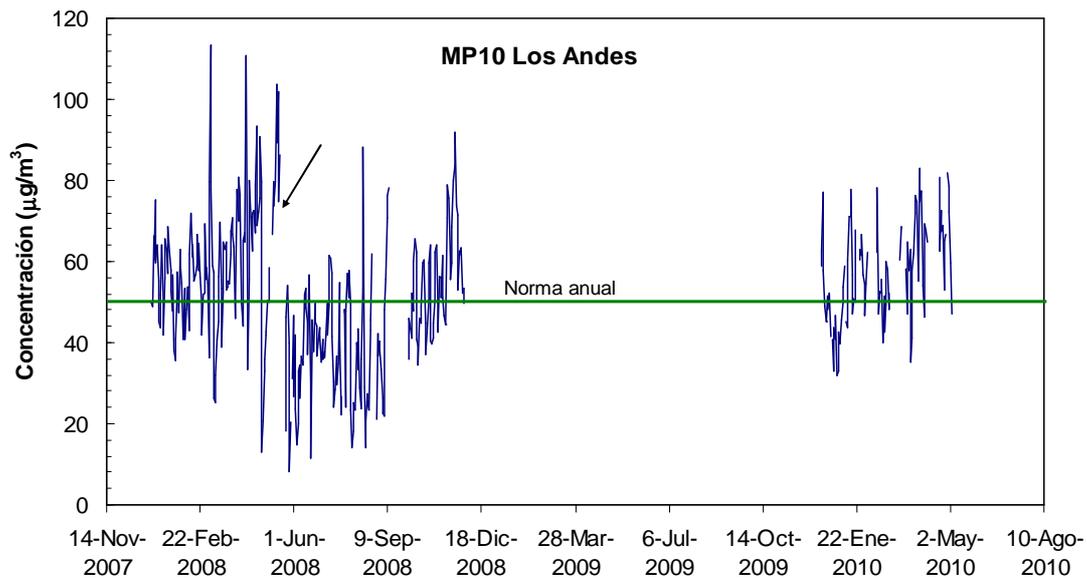


Figura 162. Serie de tiempo del MP10 en Los Andes. La línea roja muestra la norma anual.

Como se puede observar en la Figura 162, la concentración de material particulado en Los Andes muestra una gran variación a lo largo de los años. En particular, es necesario notar que existe una discontinuidad en las concentraciones en Mayo del año 2008 (indicada con una flecha). Las concentraciones cambiaron de aproximadamente $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en un período de tiempo de unos días. Esto es una indicación de que hubo un error en las mediciones de ese período ya que no hay justificación física para cambios tan grandes en la concentración en períodos tan cortos de tiempo.

Otra observación importante, es que en el período entre el 15 de Diciembre de 2009 y 3 de Mayo de 2010, las concentraciones superan la norma anual. Es sabido que durante el invierno en la zona central de Chile las concentraciones son siempre más altas que en verano, luego, para el año 2010, se esperaría que se supere la norma anual. Sin embargo, las concentraciones de la Figura 162 parecen ser demasiado altas para una ciudad como Los Andes. Esta observación se basa en que una ciudad cercana, Santiago, tiene concentraciones durante el verano con niveles similares, sin embargo Santiago es una ciudad mucho más grande y con

muchas más fuentes. Considerando además, que hubo un error de medición el año 2008, se puede suponer que el equipo de medición está descalibrado o tiene algún otro problema. Por esto se sugiere realizar una calibración de los equipos.

Los datos disponibles no permiten obtener la tendencia en el contaminante MP10 en Los Andes.

Las concentraciones medidas en las estaciones de Codelco Andina de Club de Campo y Río Blanco se muestran en la Figura 163

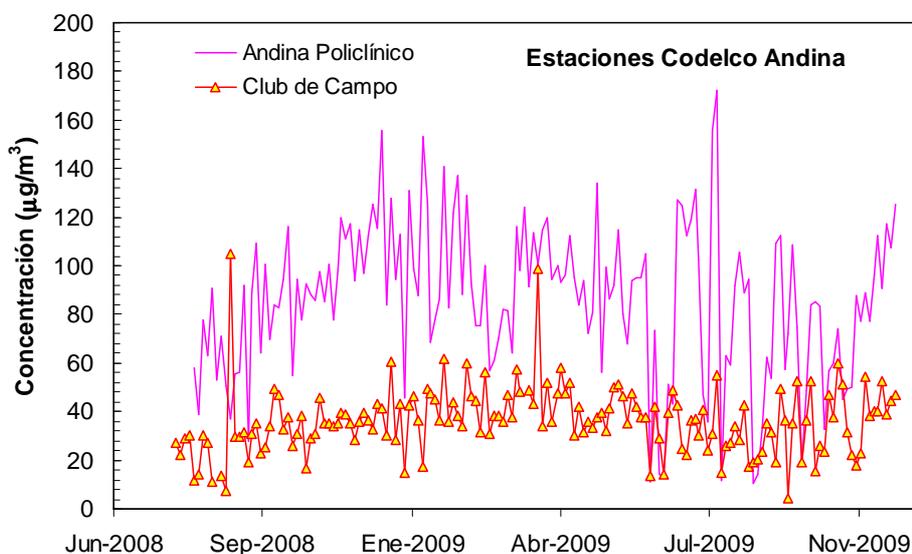


Figura 163. Serie de tiempo para el MP10 en las dos estaciones de Codelco Andina. La estación Club de Campo está ubicada a 30 km en línea recta de Los Andes hacia la cordillera, por lo tanto es esperable que tenga concentraciones más bajas que las de Policlínico. Sin embargo la estación Policlínico muestra concentraciones muy altas y que superan la norma diaria y la norma anual.

- **Material particulado respirable en la comuna de Cabildo.**

El material particulado respirable MP10 se mide en la comuna de Cabildo con la técnica de gravimetría de alto volumen. Con una frecuencia de 3 días se obtiene un promedio diario de la concentración de MP10. Existen datos entre el 2 Octubre 2003 – 29 Dic. 2009. La serie de tiempo de los datos en la estación de Cabildo, se muestra en la Figura 164. Las coordenadas UTM de la estación son: 6410475 N 305786 E. La estación pertenece a la compañía Minera Las Cenizas S.A. cuenta con una Planta ubicada en Cabildo, a 110 Km. De Valparaíso, cuya orientación principal es la producción de cobre.

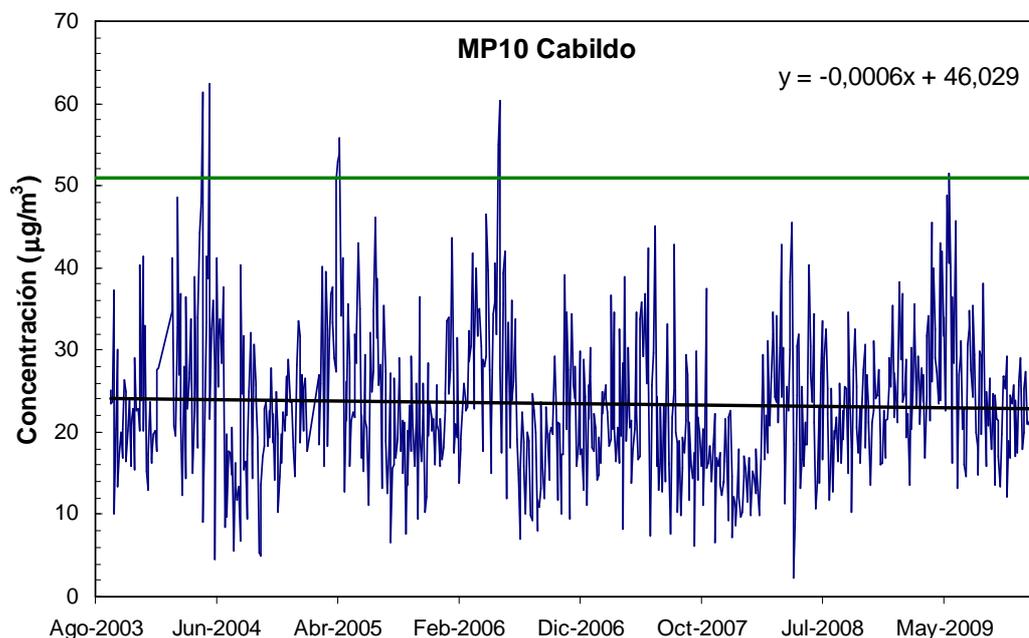


Figura 164. Serie de tiempo para el MP10 en Cabildo. La línea roja corresponde a un suavizado para visualizar mejor la tendencia. La línea verde muestra la norma anual.

Se puede ver en la Figura 164 que los datos no alcanzan la norma anual. Además se observa una tendencia estacional, es decir hay un aumento de la concentración durante los primeros meses de invierno (Abril, Mayo). Sin embargo la tendencia no es muy marcada. Se observa consistencia en los datos, es decir no hay saltos en las concentraciones. La línea negra en la figura muestra una regresión lineal de los datos. Se observa que hay una tendencia muy pequeña a la disminución del MP₁₀ de 0,22 µg/m³ por año.

- **Material particulado respirable en la comuna de La Calera.**

En la comuna de la Calera, existen tres estaciones de monitoreo con información de MP10. Se hará un análisis y una comparación de ambas estaciones. La Estación de monitoreo de La Cruz pertenece a la Comuna de La Cruz, pero es parte de la red de monitoreo de la empresa Cemento melón. Las tres estaciones se encuentran a corta distancia. La foto de Figura 165 muestra la ubicación de las estaciones de monitoreo.

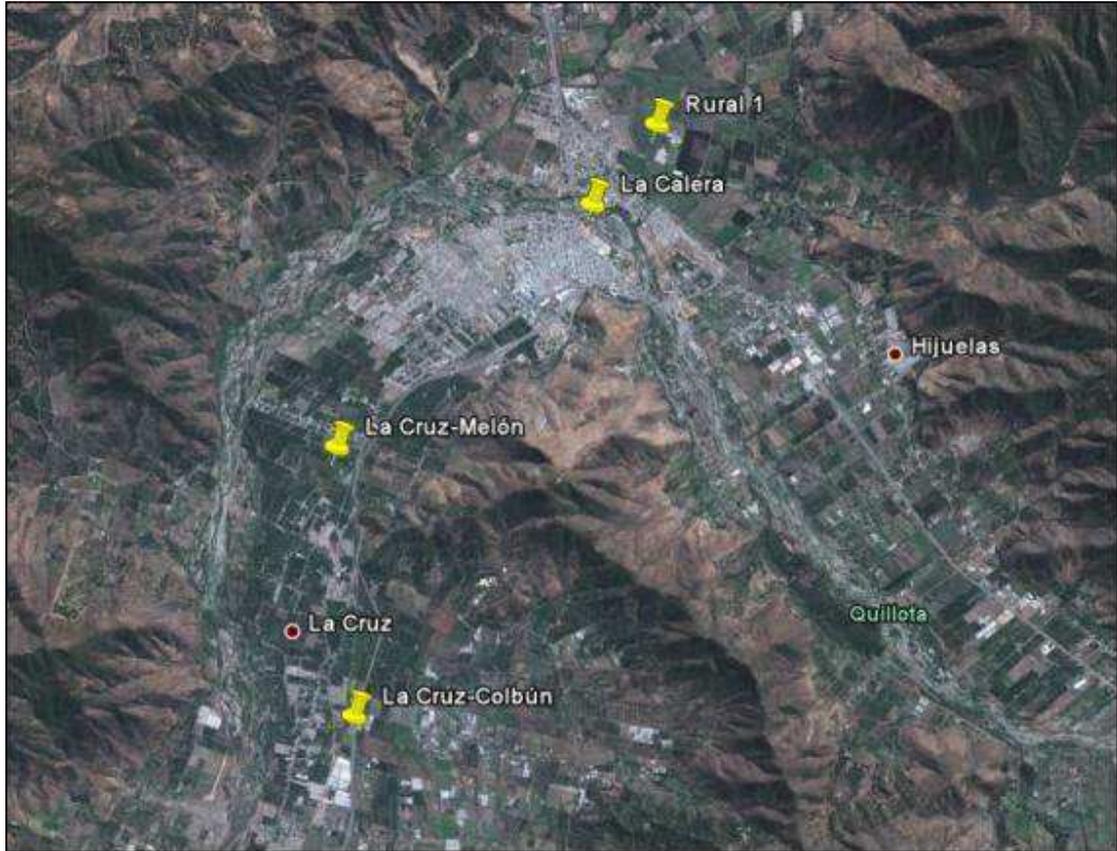


Figura 165. Red de monitoreo de material particulado respirable en la comuna de Calera y La Cruz

○ **Estación Rural 1.**

El material particulado respirable MP10 se mide en la comuna de Calera con la técnica de gravimetría de alto volumen. Con una frecuencia de 3 días se obtiene un promedio diario de la concentración de MP10. Existen datos entre el 10 Jun 1999 – 27 Jun 2006. La serie de tiempo de los datos en la estación Rural 1 de Calera, se muestra en la Figura 166. Las coordenadas UTM de la estación son:6371858 N 295815 E.

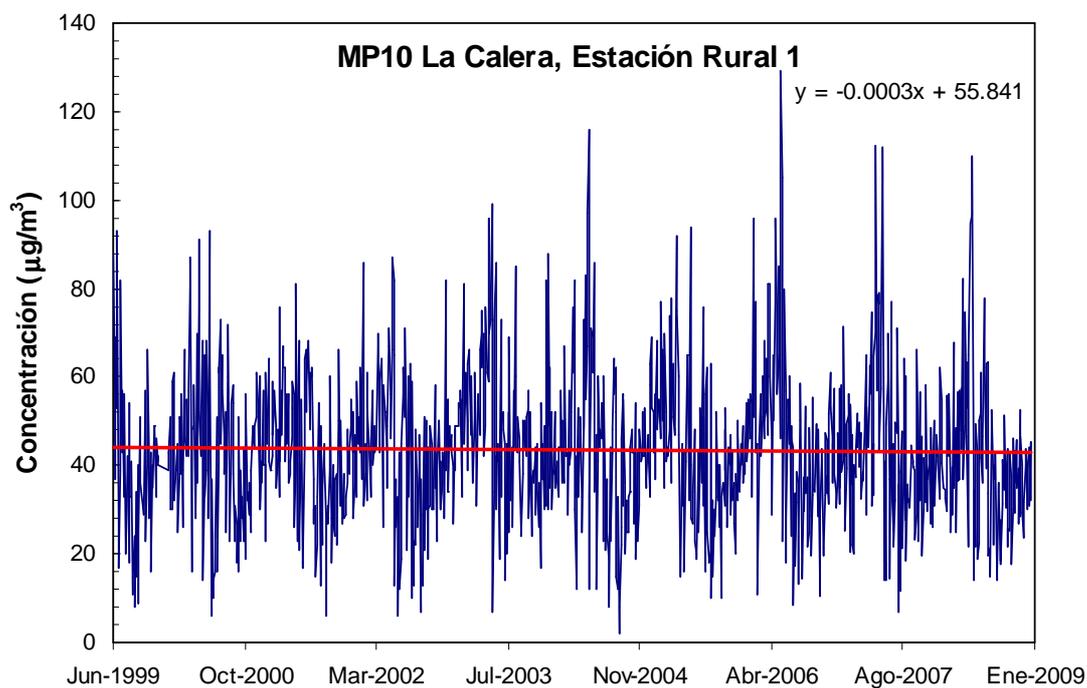


Figura 166. Serie de tiempo de los datos de MP10 en la estación Rural 1 de La Calera. La línea roja es una aproximación lineal.

En la estación Rural 1 de La Calera las concentraciones anuales están muy cerca de alcanzar la norma anual. Se observa en la Figura 166 que los datos son consistentes, es decir no se observan saltos ni cambios bruscos en las concentraciones. Además se observa un perfil estacional con aumento durante el invierno y disminución de las concentraciones durante el verano. La línea roja en la figura muestra una regresión lineal de los datos. Se observa que hay una tendencia pequeña a la disminución de $0,69 \mu\text{g}/\text{m}^3$ por año.

○ **Estación La Calera.**

El material particulado respirable MP10 se mide en la estación de La Calera en la comuna del mismo nombre con la técnica de gravimetría de alto volumen. Con una frecuencia de 3 días se obtiene un promedio diario de la concentración de MP10. Existen datos entre el 1 Jun. 1999 – 29 Dic. 2009. La serie de tiempo de los datos en la estación La Calera, se muestra en la Figura 167. Las coordenadas UTM de la estación son 6370730 N 294940 E.

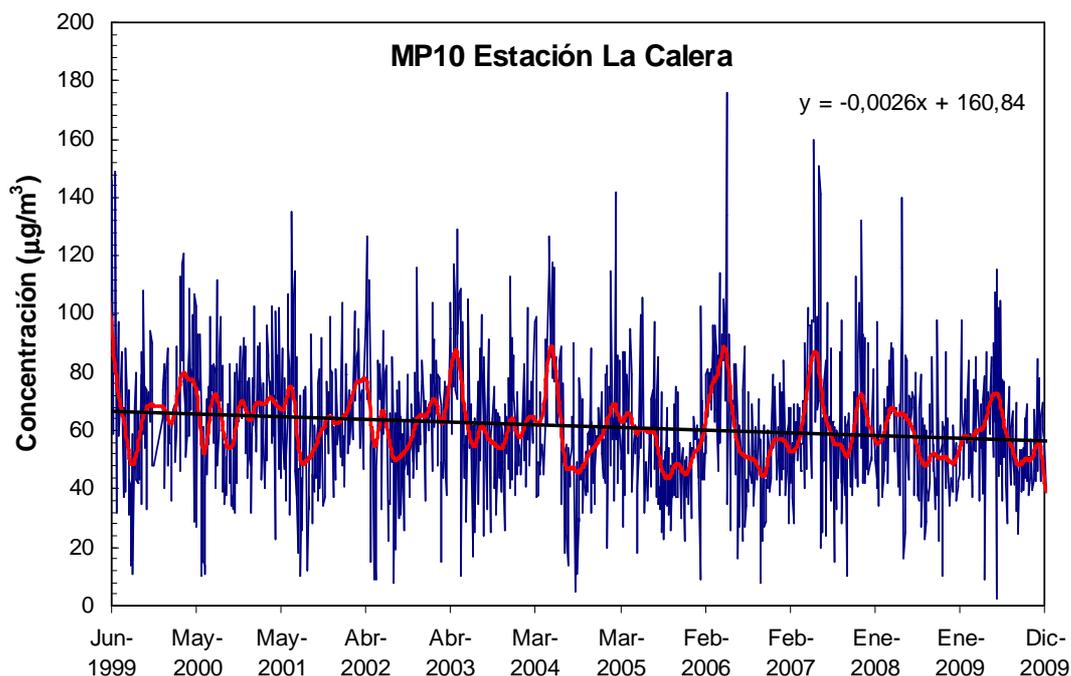


Figura 167. Serie de tiempo de los datos de MP10 en la estación La Calera en la comuna del mismo nombre. La línea roja es una curva suavizada y la negra es un ajuste lineal.

En la estación La Calera las concentraciones anuales sobrepasan la norma anual. Se observa en la Figura 167 que los datos son consistentes, es decir no se observan saltos ni cambios bruscos en las concentraciones. Además se observa un perfil estacional con aumento durante el invierno y disminución de las concentraciones durante el verano. La línea negra en la figura muestra una regresión lineal de los datos. Se observa que hay una tendencia pequeña a la disminución de $0,95 \mu\text{g}/\text{m}^3$ por año.

o **Estación La Cruz–Colbún.**

El material particulado respirable MP10 se mide en la estación de La Cruz–Colbún en la comuna de La Calera con la técnica de gravimetría. Con una frecuencia de diaria. Existen datos entre el 1 Dic. 2007 – 30 Dic. 2008. La serie de tiempo de los datos en la estación La Cruz-Colbún, se muestra en la Figura 167. Las coordenadas UTM de la estación son 6370730 N 294940 E. Se puede observar que durante el año 2008 hubo una pequeña disminución en la concentración de MP10.

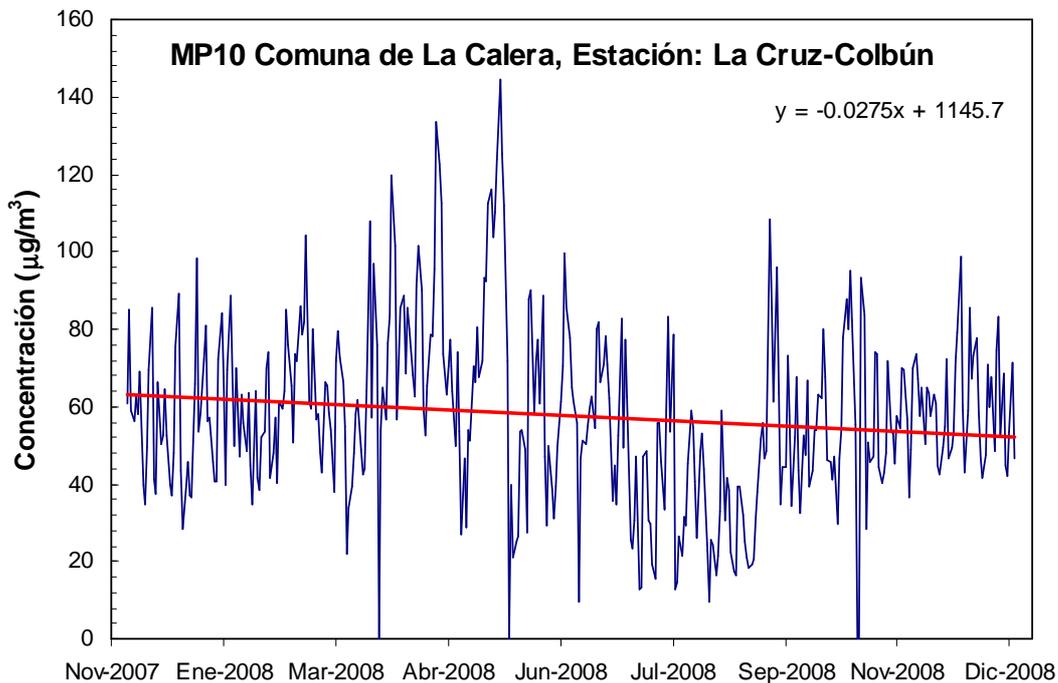


Figura 168. Serie de tiempo de los datos de MP10 en la estación La Cruz-Colbún en la comuna de La Calera. La línea roja es un ajuste lineal.

○ **Cumplimiento de norma y correlaciones en La Calera.**

Un gráfico de correlación entre las dos estaciones ubicadas en La Calera se muestra en la Figura 169. La figura se generó a partir de los datos coincidentes entre el 10 de Junio de 1999 y 25 de Junio de 2006. La correlación entre las dos estaciones ubicadas en la Comuna de La Calera es relativamente alta, $R^2 = 0,64$. Esta correlación es esperable, ya que ambas estaciones están cercanas (1,4 km), además indica que los datos son fiables.

La correlación entre la estación la Cruz-Colbún y Rural 1 usando los datos coincidentes del año 2008, se muestra en la **Figura 170**. Se puede ver que la correlación es relativamente alta ($R^2 = 0,59$) lo que indica que ambas estaciones están influenciadas por las mismas fuentes. Se puede ver además que las concentraciones en la estación Rural 1 son menores que las de La Cruz-Colbún. Esto indica que lo más probable es que el material particulado de la estación La Cruz-Colbún se desplaza hasta la estación Rural 1 generando que haya correlación entre ambas estaciones. Durante el trayecto, las concentraciones bajan por dispersión. De acuerdo a los que muestra la **Figura 165**, la estación Rural 1 y La Cruz-Colbún están en el mismo valle. Además la estación Rural 1 se encuentra

viento abajo de La Cruz-Colbún ya que los vientos predominantes van desde la costa hacia la cordillera.

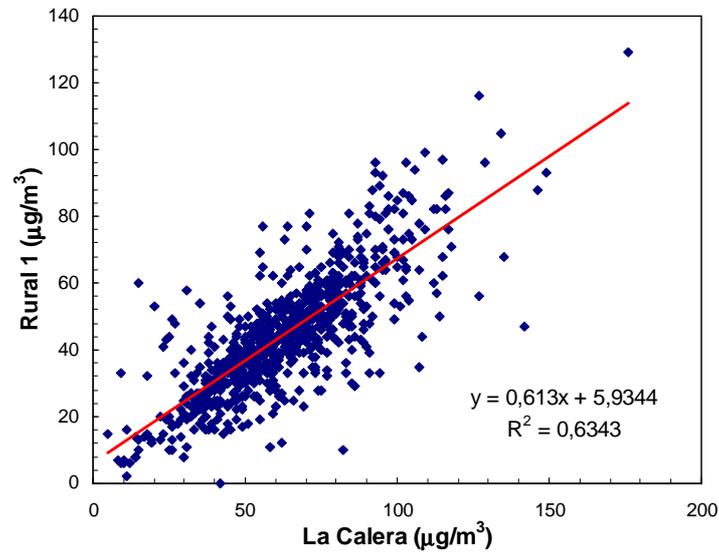


Figura 169. Gráfico de correlación entre las concentraciones de la estación La Calera y Rural 1

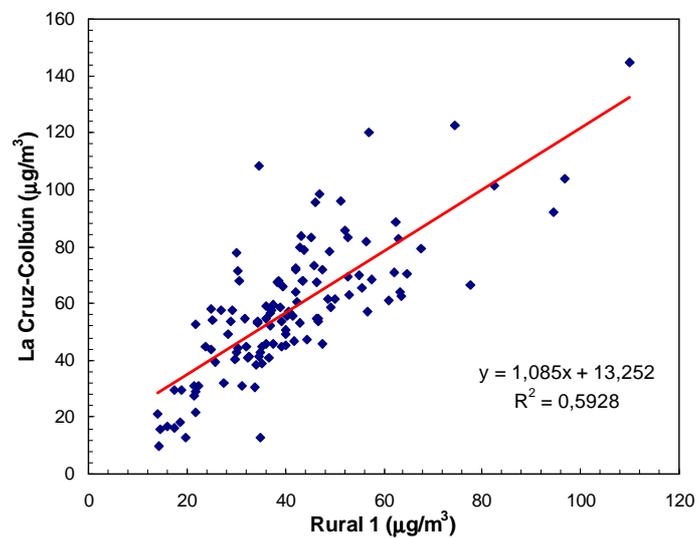


Figura 170. Correlación entre las concentraciones de la estación La Cruz-Colbún y Rural 1. Se usaron sólo los datos coincidentes del año 2008.

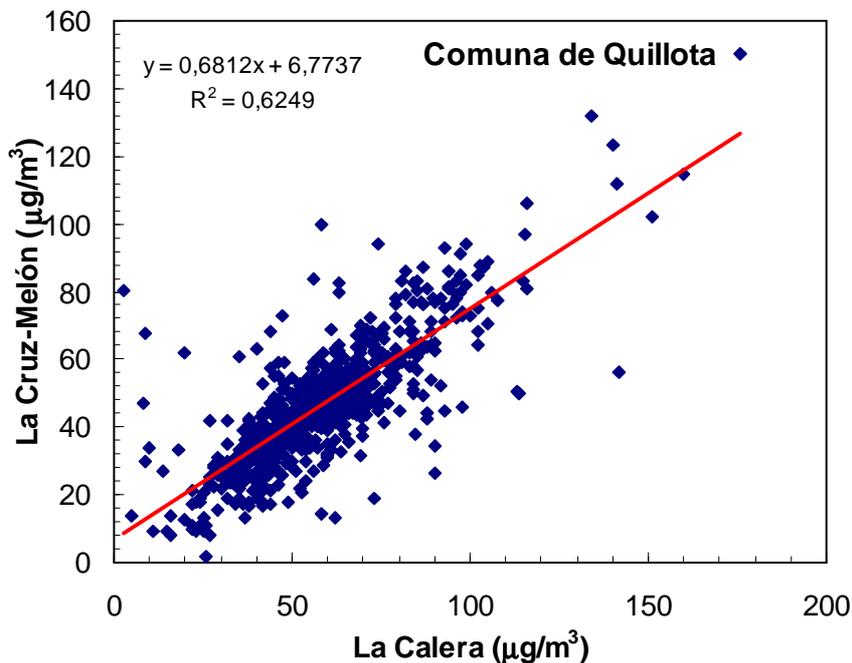


Figura 171. Correlación entre las concentraciones de la estación La Calera y La Cruz-Melón.

La correlación entre la estación la Cruz-Melón y La Calera usando los datos coincidentes entre el año 2004 y el año 2009, se muestra en la **Figura 171**. La correlación es similar a la que se obtiene con las otras estaciones (0,62). Esto es natural porque las estaciones se encuentran en el mismo valle a corta distancia (ver **Figura 165**).

La **Figura 172** muestra los promedios anuales obtenidos en las tres estaciones para los años en que hay datos completos. Se puede observar que el promedio anual en la estación de La Calera está constantemente sobre la norma de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, pero la tendencia es decreciente. La estación Rural 1, está bajo la norma, y la estación La Cruz-Colbún está sobre la norma en el año 2008.

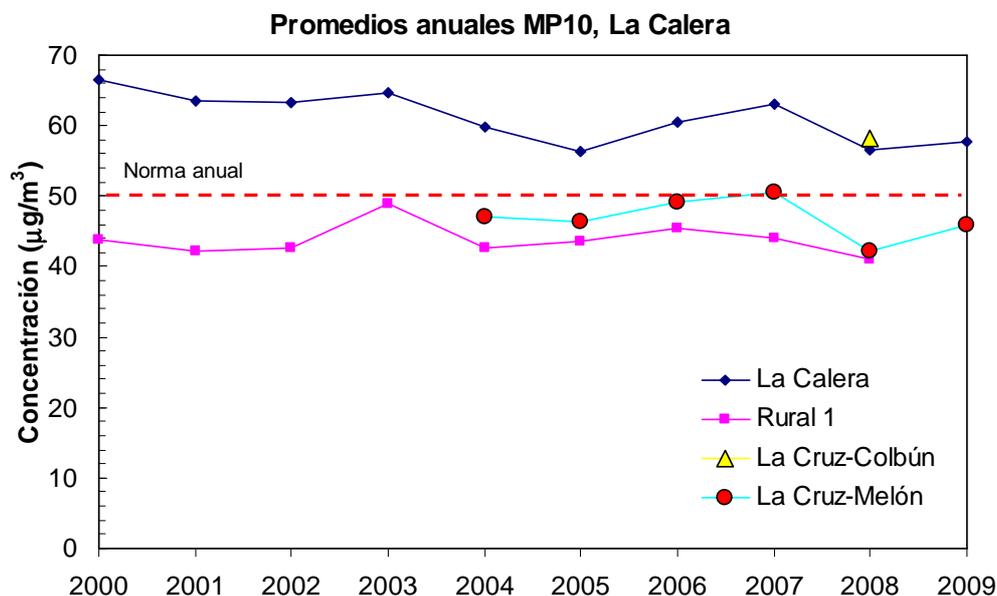


Figura 172. Promedios anuales de MP10 en la comuna de La Calera para las cuatro estaciones cercanas.

- **Material particulado respirable en la comuna de La Cruz**

El material particulado respirable MP10 se mide en la estación de La Cruz-Melón en la comuna del mismo nombre con la técnica de gravimetría de alto volumen. La Figura 165 muestra las estación La Cruz Melón y las otras tres estaciones cercanas. Con una frecuencia de 3 días se obtiene un promedio diario de la concentración de MP10. Existen datos entre el 1 Enero 2004 – 30 Dic. 2009. La serie de tiempo de los datos en la estación La Cruz, se muestra en la Figura 173. Las coordenadas UTM de la estación son 6367285 N 291464 E.

Al igual que las estaciones cercanas, los datos muestran una tendencia estacional, con aumento durante el invierno y disminución durante el verano.

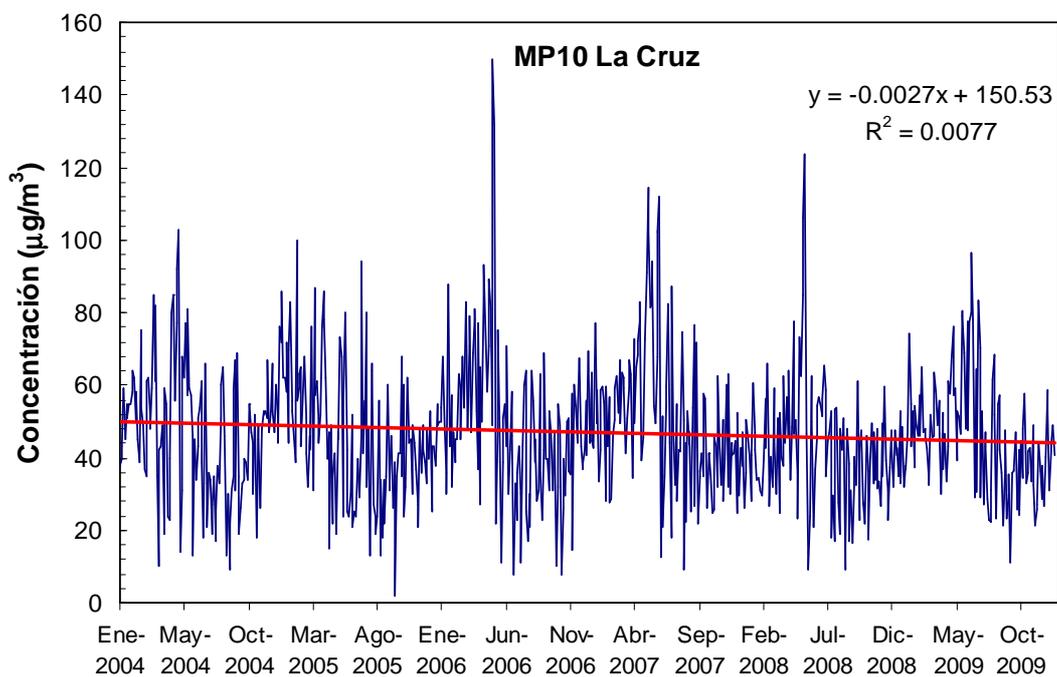


Figura 173. Serie de tiempo de los datos de MP10 en la estación La Cruz-Melón en la comuna del mismo nombre.

Las concentraciones promedio anuales de la estación La Cruz-Melón se muestran en la **Figura 174**. Se puede ver que la norma anual no es sobrepasada.

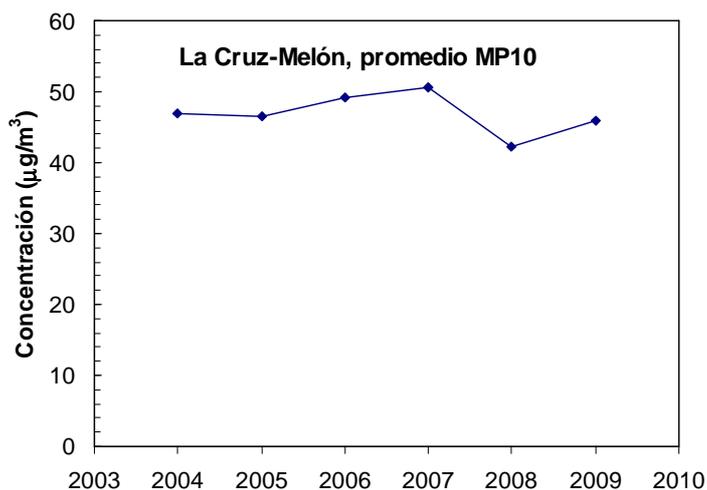


Figura 174. Promedios anuales de MP10 en la comuna de La Cruz.

- **Material particulado respirable en la comuna de Quillota.**

En la Comuna de Quillota hay dos grandes empresas termoeléctricas: El Complejo Termoeléctrico San Isidro-Nehuenco está constituido por las Centrales termoeléctricas San Isidro, de propiedad de ENDESA Chile S.A., y Nehuenco, de propiedad de COLBÚN S.A.

El monitoreo de calidad del aire, realizado en forma conjunta entre las dos empresas, data desde 1997, monitoreando monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, ozono e hidrocarburos, cuatro estaciones ubicadas en los alrededores de la ciudad de Quillota. Desde mediados del año 2004 se comienza a monitorear anhídrido sulfuroso y material particulado respirable, toda vez que fue más recurrente en las Centrales la utilización de petróleo diesel, en vez de gas natural. Las labores de operación, mantención, calibración, análisis de laboratorios y procesamiento estuvieron, hasta mediados de 2007, a cargo de la empresa CIMM T&S, luego de lo cual comenzó a operar SERPRAM.

Cabe mencionar que de las 4 estaciones que componen la Red, solo las estaciones de San Pedro, La Palma y Bomberos le son aplicables las normas primarias por cuanto cumplen con los tres años de medición continua en condición de Estaciones con Representatividad Poblacional (EMRP). La Figura 175 muestra un mapa de la localidad y la ubicación de las estaciones de monitoreo.

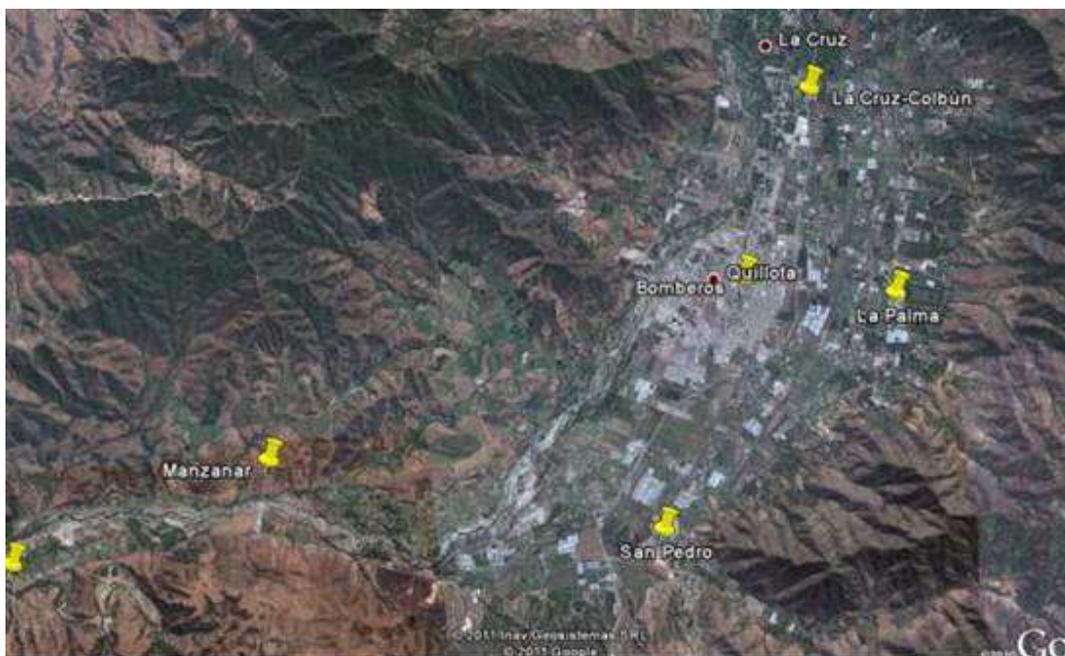


Figura 175. Red de monitoreo de material particulado respirable en la comuna de Quillota.

o **Estación Bomberos.**

La estación Bomberos de Quillota está ubicada en el centro de la ciudad, y realiza mediciones de MP10 con un equipo de gravimetría de alto volumen. Con una frecuencia de 3 días se obtiene un promedio diario de la concentración de MP10. Existen datos entre el 6 Feb. 1999 – 30 Dic. 2009. La serie de tiempo de los datos en la estación Bomberos de Quillota, se muestra en la Figura 176. Las coordenadas UTM de la estación son 6359202 N 289818 E

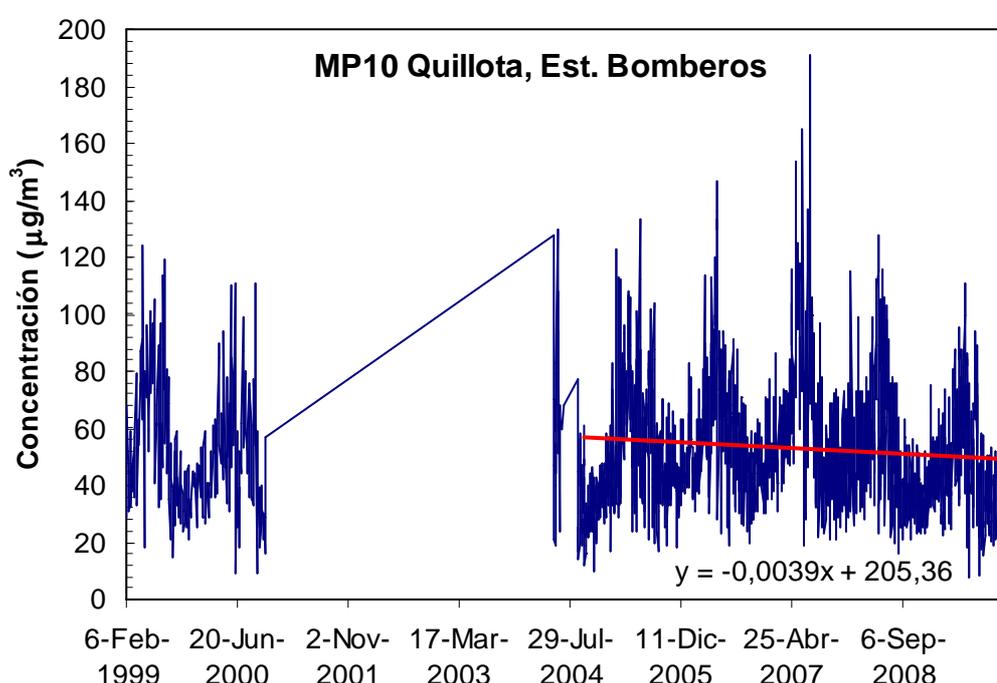


Figura 176. Serie de tiempo de los datos de MP10 en la estación Bomberos en la comuna de Quillota. La línea roja es un ajuste lineal a los datos desde Octubre de 2004.

Tal como se ve en la Figura 176, la estación Bomberos tiene una tendencia decreciente en la concentración de material particulado. Con una disminución de $1,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ por año. Además se puede observar que desde el 1º de Octubre de 2004 los datos presentan una tendencia estacional, con disminución durante el verano y aumento durante el invierno. Lo cual indica que la información está probablemente correcta desde la fecha mencionada. Se observa también que las concentraciones están muy cerca del límite de la norma anual de MP10.

- **Estación La Palma.**

Los datos de la estación La Palma que muestra el sitio Web del Sinca: <http://sinca.conama.cl> son los mismos que los que se muestran para la estación Bomberos. Por lo tanto no se puede hacer el análisis de esta estación. Se sugiere corregir la página Web.

- **Estación San Pedro.**

El material particulado respirable MP10 se mide en la estación San Pedro en la comuna Quillota con la técnica de gravimetría de alto volumen. Con una frecuencia de 3 días se obtiene un promedio diario de la concentración de MP10. Existen datos en dos períodos de tiempo: entre el 15 Oct. 1998 – 30 Oct. 2000 y el segundo período corresponde al 1 Mar. 2004 – 30 Dic. 2009. La estación San Pedro se encuentra a corta distancia de la estación Bomberos de Quillota. Las coordenadas UTM de la estación son 6353393 N 287422 E. La serie de tiempo de los datos en la estación San Pedro de Quillota, se muestra en la Figura 177.

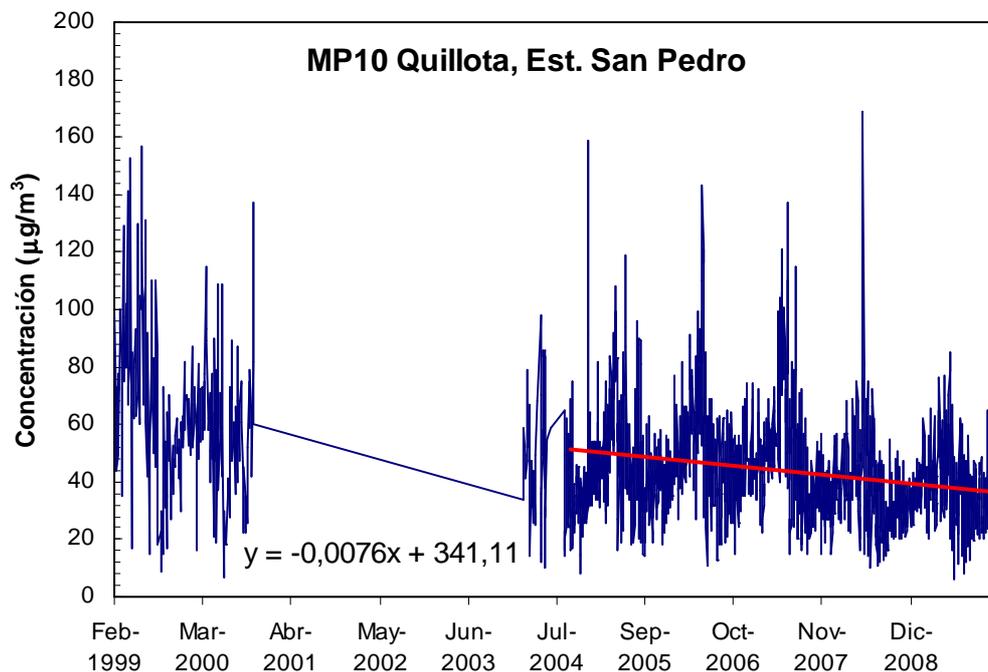


Figura 177. Serie de tiempo de los datos de MP10 en la estación San Pedro en la comuna de Quillota. La línea roja es un ajuste lineal a los datos desde Octubre de 2004.

De acuerdo a los datos que se ven en la Figura 177, existe una tendencia a la disminución en las concentraciones de MP10 de $2,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ por año. Esta disminución es importante, ya que permitió que la estación redujera sus concentraciones por debajo del nivel de la norma entre el año 2004 y 2009. Los datos a partir de Octubre de 2004 parecen no tener errores, ya que no hay discontinuidades en las concentraciones y se observa la variación estacional típica de la zona central de Chile.

La correlación entre ambas estaciones se muestra en la Figura 178. Se puede observar una correlación relativamente alta de 0,65, lo cual es esperable, ya que ambas estaciones se encuentran solo a 6,2 km de distancia.

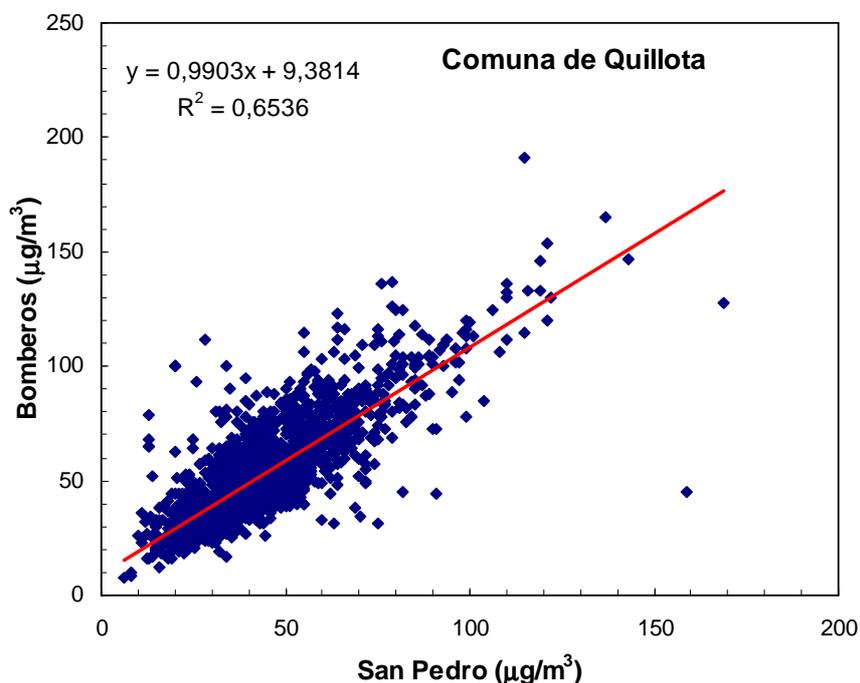


Figura 178 Gráfico de correlación entre las concentraciones de la estación Bomberos y San Pedro en la Comuna de Quillota.

○ **Estación Manzanar.**

El material particulado respirable MP10 se mide en la estación Manzanar con la técnica de gravimetría con control de flujo, con una frecuencia de diaria. Existen datos entre el 1º Enero 2008 – 30 Dic. 2008. Las coordenadas UTM de la estación son: 6355829 N 278154 E. La serie de tiempo de los datos en la estación de Manzanar, se muestra en la Figura 179.

Con los datos disponibles en la Figura 179, no se alcanza a calcular la tendencia del MP10. Hay que notar que las concentraciones de la estación Manzanar son más bajas que en la estación San Pedro o Bomberos de Quillota. Sin embargo, esta estación se encuentra a 12,1 km de la estación Bomberos en un sector rural, tal como se muestra en la figura **Figura 175**. Por otro lado, en esta estación no se observa una variación estacional del material particulado.

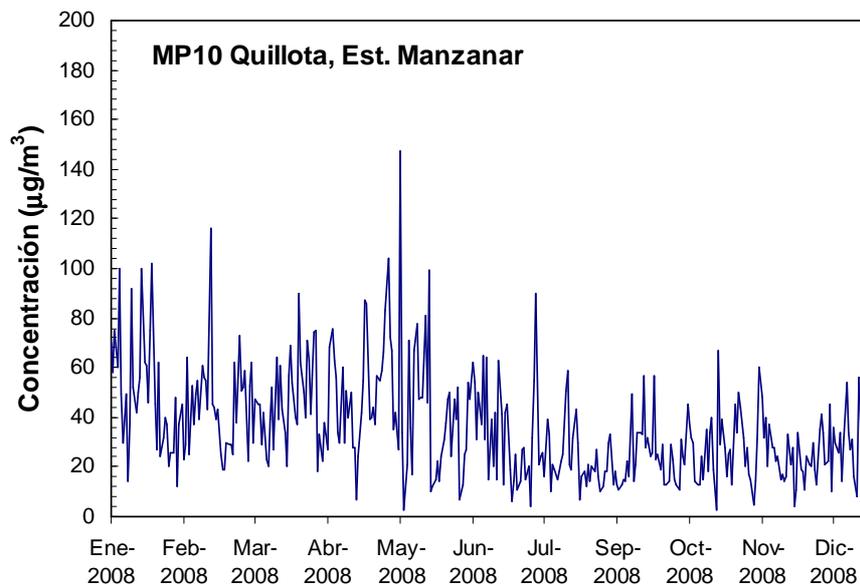


Figura 179. Serie de tiempo de los datos de MP10 en la estación Manzanar en la comuna de Quillota.

- **Material particulado respirable en la comuna de Catemu.**

La Sociedad de Explotación y Desarrollo Minero EXPLODESA cuenta en el sector de Catemu con 2 yacimientos de Cobre, Verdúm y Cardenilla, cuyos minerales son procesados en la Planta denominada Catemu. Cabe señalar que los proyectos de explotación minera y la Planta de procesamiento fueron sometidos al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

En esta zona, se encuentra además ubicada la Fundición Chagres, perteneciente a la Compañía Minera Disputada, del Grupo Anglo American, está ubicada en la comuna de Catemu, a 90 Km. Al noreste de Santiago. El sistema de vigilancia de la calidad del aire de Chagres opera desde el año 1976, siendo la primera red de monitoreo de calidad del aire del país. Las labores de operación, calibración, mantención y procesamiento de datos están a cargo de la empresa externa Instrumentación y Control Hinzner y Cía.

El monitoreo de calidad del aire comienza en Noviembre de 2006 por cuanto le es aplicable la Norma Primaria de Calidad para Material particulado respirable. La

administración de la Red, en cuanto a operación, mantención y análisis gravimétrico está a cargo de la empresa SERCOAMB. La Comuna de Catemu cuenta con 4 estaciones de monitoreo: Catemu, Romeral, Chagres y Santa Margarita. La estación Chagres sólo cuenta con datos meteorológicos, la estaciones Romeral y Santa Margarita sólo cuentan con mediciones de SO₂ y meteorología.

Un mapa con las estaciones de monitoreo ubicadas en la zona se muestran en la figura Figura 180.



Figura 180. Imagen satelital con la ubicación de las estaciones de monitoreo en el sector de Catemu.

○ **Estación Catemu.**

El material particulado respirable MP10 se mide en la estación Catemu con la técnica de gravimetría de alto volumen, con una frecuencia de 3 días. Existen datos entre el 1º Agosto 2000 – 27 Nov. 2009. Las coordenadas UTM de la estación son: 6371481 N 316512 E. La serie de tiempo de los datos en la estación de Catemu, se muestra en la Figura 181.

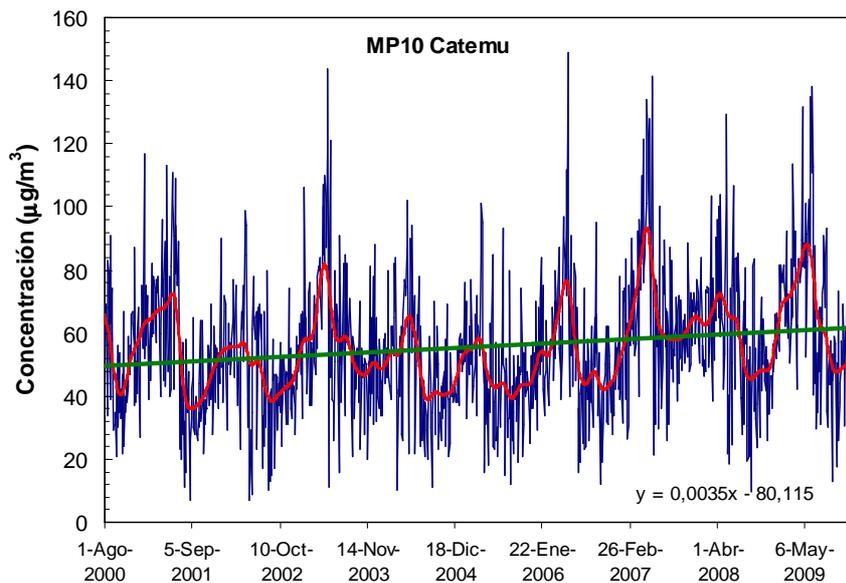


Figura 181. Serie de tiempo de los datos de MP10 en la estación Catemu. La línea roja es una curva suavizada y la línea verde es un ajuste lineal.

Tal como se ve en la Figura 181, la estación Catemu tiene una tendencia creciente en la concentración de material particulado. Con un aumento $1,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ por año. Además se puede observar que los datos presentan una tendencia estacional, con disminución durante el verano y aumento durante el invierno, lo cual corresponde a la tendencia natural de la contaminación en los valles centrales de Chile. El promedio anual de las concentraciones de MP10 se muestran en la Figura 182. Se puede observar que la norma se sobrepasa desde el año 2006.

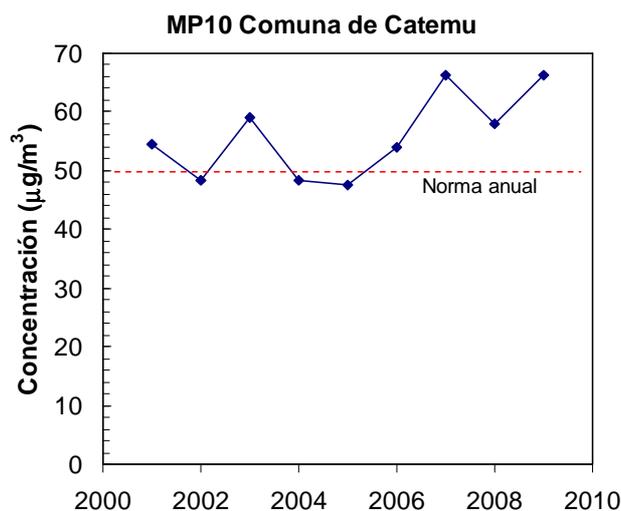


Figura 182. Promedio anual de MP10 en la comuna de Catemu. La línea roja corresponde a la norma anual.

- **Material particulado respirable en la comuna de Panquehue.**

El sistema de vigilancia de la calidad del aire de Chagres opera desde el año 1976, siendo la primera red de monitoreo de calidad del aire del país. Las labores de operación, calibración, mantención y procesamiento de datos están a cargo de la empresa externa Instrumentación y Control Hinzner y Cía. El material particulado respirable MP10 de la comuna de Panquehue se mide en la estación Lo Campo con la técnica de gravimetría de alto volumen, con una frecuencia de 3 días. Existen datos entre el 1 Ago. 2000 – 30 Nov. 2009. Las coordenadas UTM de la estación son: 6369529 N 322275 E. La serie de tiempo de los datos en la estación de Lo Campo, se muestra en la Figura 183.

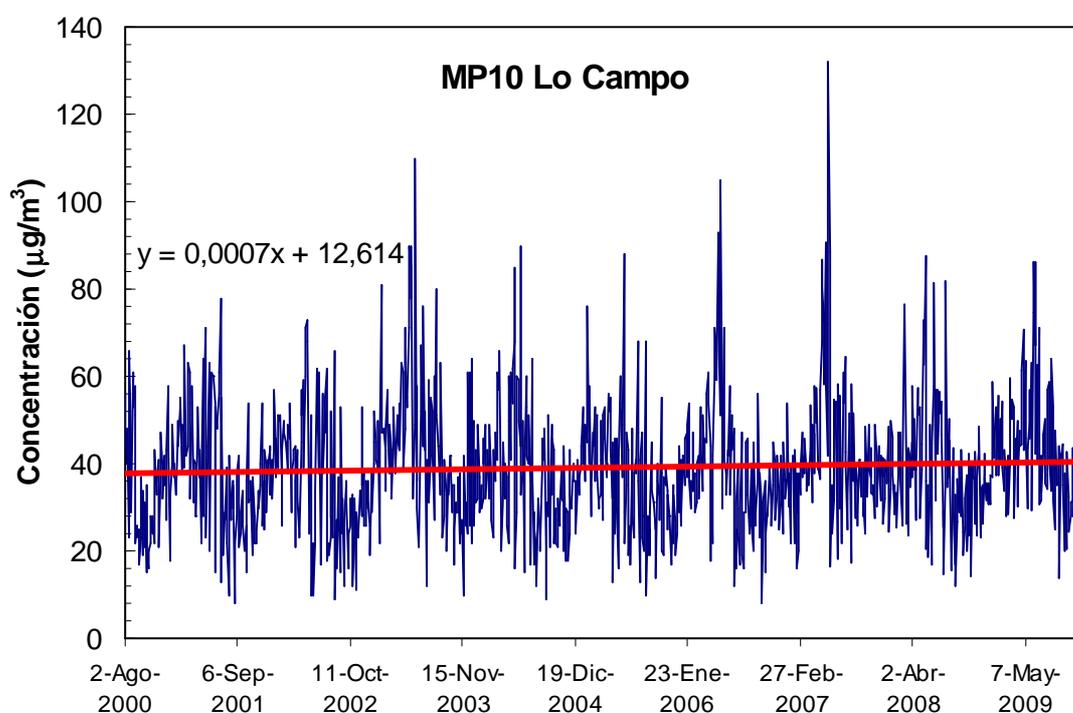


Figura 183. Serie de tiempo de los datos de MP10 en la estación Lo Campo. La línea roja es una curva suavizada y la línea verde es un ajuste lineal.

Se observa en la Figura 183 que estación Lo Campo tiene una tendencia levemente creciente en la concentración de material particulado, con un aumento $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ por año. Además se puede observar que desde el 1º de Agosto de 2000 los datos presentan una tendencia estacional, con disminución durante el verano y aumento durante el invierno. Lo cual indica que la información está probablemente correcta desde la fecha mencionada. Se observa en la Figura 184 que las concentraciones promedio anuales están bajo el límite de la norma anual de MP10.

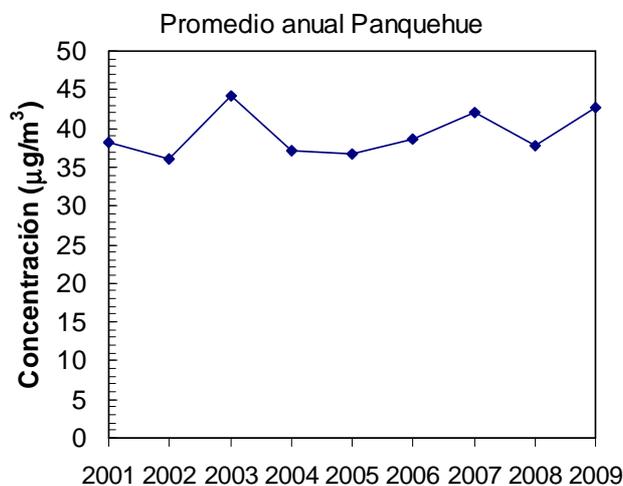


Figura 184. Promedio anual de MP10 en la comuna de Panquehue.

- **Material particulado respirable en la comuna de Llay Llay**

La comuna de Llay Llay cuenta con una estación de calidad del Aire perteneciente a la empresa AS Gener. La Central Termoeléctrica de respaldo Las Vegas, de propiedad de AES GENER S.A. comienza sus operaciones a fines del año 2006, instalando la estación de monitoreo de calidad del aire, denominada Los Vientos, en el sector rural de Llay Llay, de manera que sea, a la vez una estación de representatividad poblacional, pero también que sirva de vigilancia para los recursos naturales presentes en el sector.

El material particulado respirable MP10 de la comuna se mide con la técnica de gravimetría de alto volumen, con una frecuencia de 3 días. Existen datos entre el 1 Enero 2007 – 4 Agosto 2011. Las coordenadas UTM de la estación son: 313086 E 6365324 N. La serie de tiempo de los datos en la estación de Los Vientos se muestra en la Figura 185.

Los datos no están completos, por lo tanto no es posible obtener una línea de tendencia. Sin embargo se observa que los niveles están siempre bajo la norma diaria de 150 µg/m³. Los promedios anuales sólo se pueden obtener para los años 2007 y 2008 ya que para los demás años no hay completitud de los datos. El promedio para el año 2007 fue de 43,0 µg/m³, y para el año 2008 fue de 44,2 µg/m³.

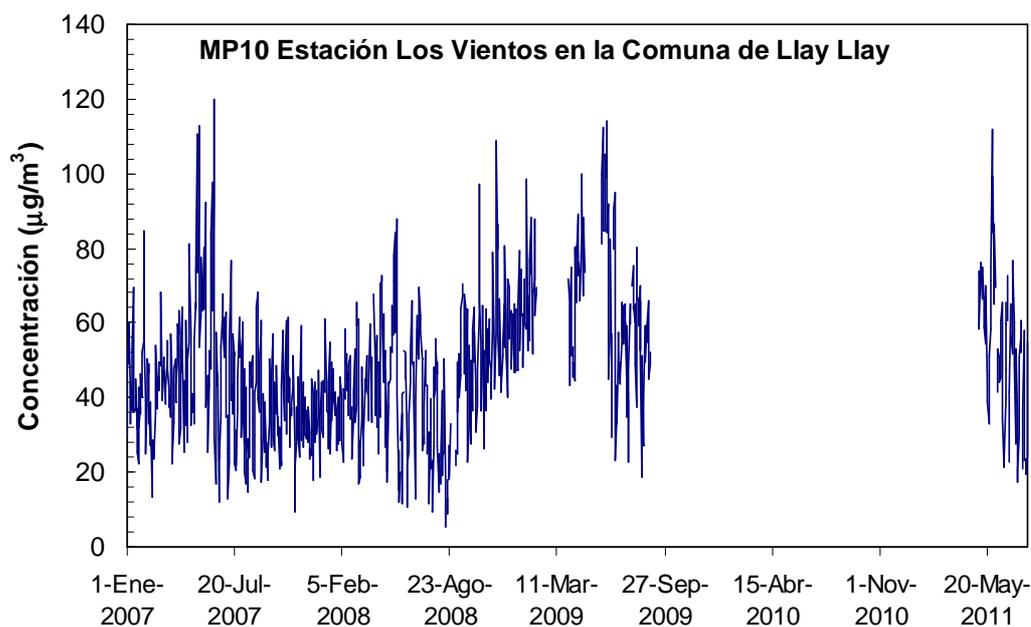


Figura 185. Serie de tiempo de los datos de MP10 en la estación Los Vientos.

- **Material particulado respirable en la comuna de Concón.**

En la comuna de Concón se encuentran las estaciones de Concón urbana, Concón Sur, Junta de Vecinos y Las Gaviotas y Colmo. De estas, la estación Las Gaviotas cuenta sólo con información de SO₂ y meteorología, las demás estaciones tienen información de material particulado respirable. Las estaciones pertenecen a la red de ENAP Refinería Aconcagua, ubicada en la comuna de Concón, a 24 Km. de Valparaíso. Se comienza a monitorear la calidad del aire en el año 1995, con una estación ubicada en Concón urbano, con monitoreo permanente de material particulado respirable y anhídrido sulfuroso. Actualmente el monitoreo se realiza en cuatro estaciones, correspondiendo las labores de operación, mantención, calibración, procesamiento de datos, análisis gravimétrico y químicos de filtros a cargo de la empresa externa CIMM T&S. La Figura 186 muestra el mapa con la ubicación de las estaciones.



Figura 186. Mapa de la red ENAP con la ubicación de las estaciones Concón y Concón sur (Junta de Vecinos)

- **Estación Santa Rosa de Colmo.**

La estación Santa Rosa de Colmo de la comuna de Concón está ubicada al oriente del centro de la ciudad como se ve en la Figura 186 sobre el valle del río Aconcagua y realiza mediciones de MP10 con un equipo de gravimetría de alto volumen. Con una frecuencia de 3 días se obtiene un promedio diario de la concentración de MP10. Existen datos entre el 2 Mayo 2002 – 30 Dic. 2009. La serie de tiempo de los datos en la estación Colmo se muestra en la Figura 187. Las coordenadas UTM de la estación son 6353859 N 271796-E

Con los datos disponibles en la Figura 187, se ve claramente que hay una tendencia creciente en las concentraciones de MP10. Al realizar una regresión lineal de los datos se puede obtener un aumento de $1,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ por año. También se observa una variación estacional del material particulado, con aumentos durante el invierno y disminución de las concentraciones en verano. Las concentraciones medidas son menores que la norma anual, por lo tanto este sector cumple con la norma.

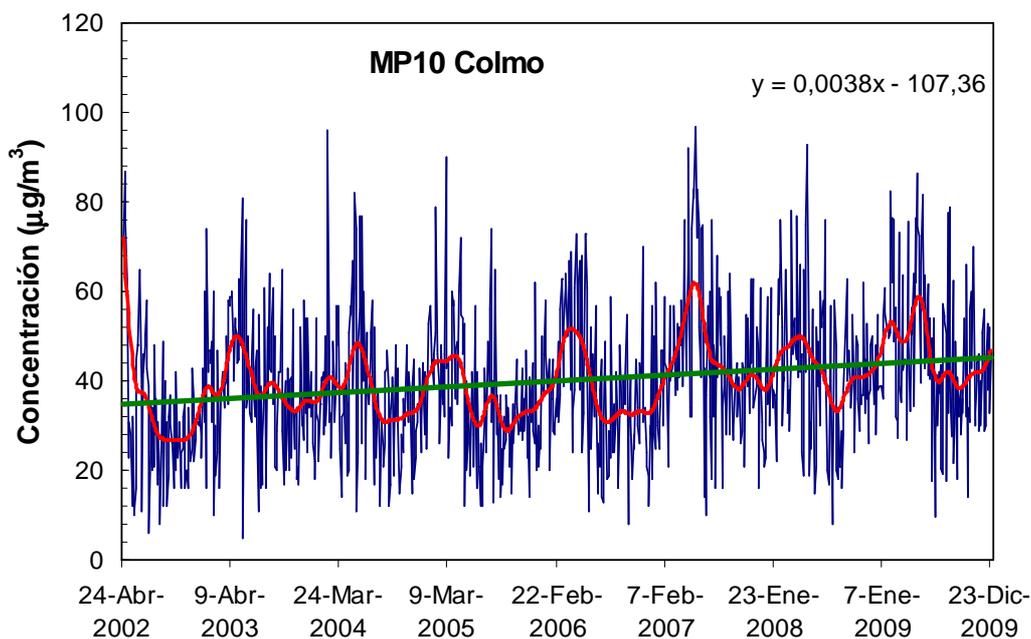


Figura 187. Serie de tiempo de los datos de MP10 en la estación Colmo. La línea roja es una curva suavizada y la línea verde es un ajuste lineal.

○ **Estación Concón Urbana.**

La estación Concón urbana está ubicada en el centro de la ciudad tal como se muestra en la Figura 186 y realiza mediciones de MP10 con un equipo de gravimetría de alto volumen. Con una frecuencia de 3 días se obtiene un promedio diario de la concentración de MP10. Existen datos entre el 3 Enero 1999 – 30 Dic. 2008. La serie de tiempo de los datos en la estación Concón urbana se muestra en la Figura 188. Las coordenadas UTM de la estación son 6354247 N 264784 E

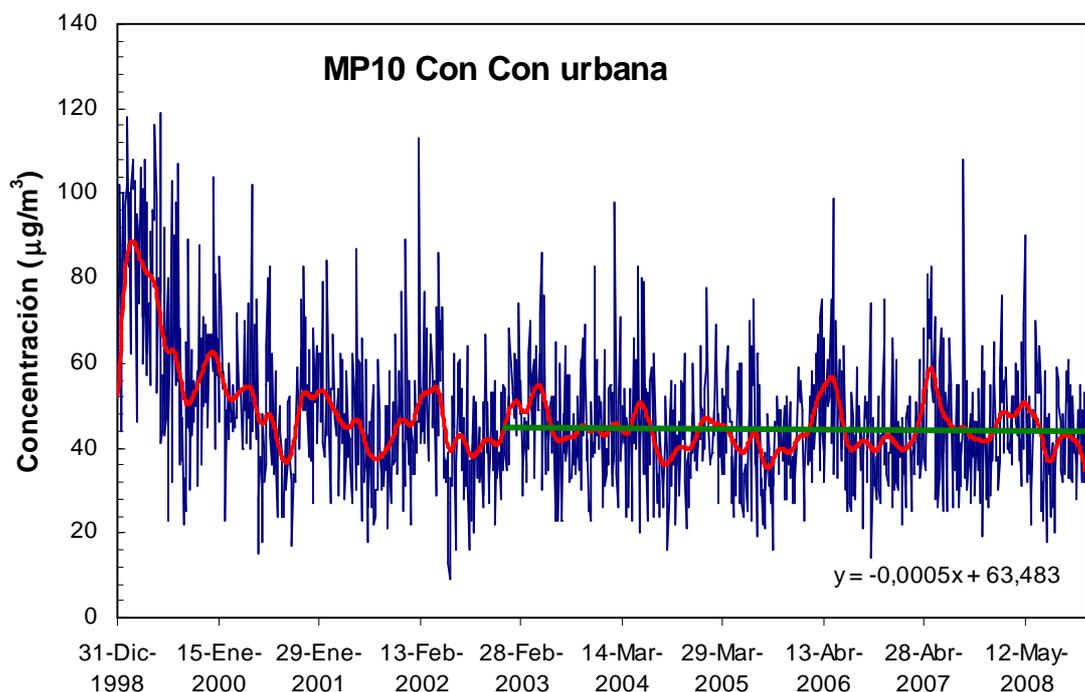


Figura 188. Serie de tiempo de los datos de MP10 en la estación Concón urbana. La línea roja es una curva suavizada y la línea verde es un ajuste lineal.

En la estación de Concón urbana se observa una disminución significativa de las concentraciones de MP10 entre el año 1998 y 2002, manteniéndose estables los años siguientes. Desde el año 2002 hasta el 2008 se produce una leve disminución de $0,09 \mu\text{g}/\text{m}^3$ por año. Además, en la Figura 188 se observa que existe una variación estacional de las concentraciones (ver línea roja suavizada), por lo tanto los datos no presentan anomalías.

Un gráfico de la correlación entre la estación Concón Urbana y Colmo se muestra en la Figura 190. El gráfico se realizó con los datos coincidentes entre ambas estaciones, es decir entre el 2 de Mayo de 2002 y 26 de Dic. 2008. Se puede observar que la correlación tiene un valor intermedio, $R^2 = 0,54$, y el desplazamiento del cero es de $19 \mu\text{m}/\text{m}^3$. No se espera una correlación muy alta ya que las estaciones no están cerca entre sí. Pero la estación Colmó puede estar influenciada por Concón ya que se encuentra hacia el interior y los vientos predominantes durante la tarde tienen esa dirección. Al ser una correlación intermedia, no es posible obtener una conclusión.

La rosas de los vientos de la Figura 189 muestra que no hay una dirección predominante en la estación Concón Urbana. Sin embargo hay viento oeste que puede transportar contaminantes desde la estación Concón Urbana hasta la estación Colmo.

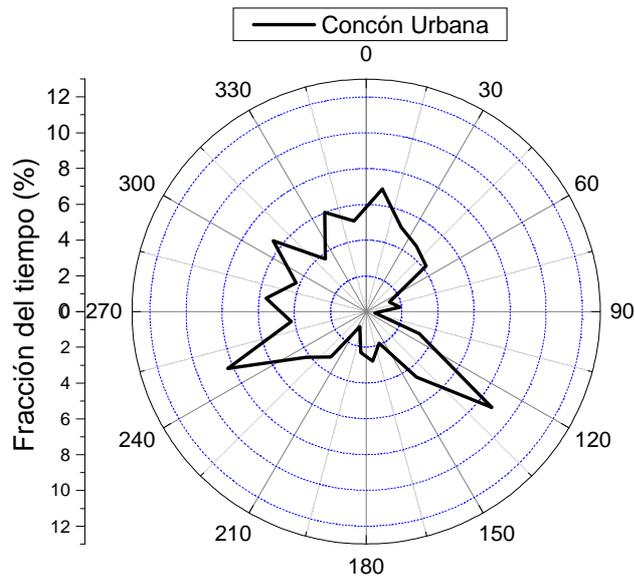


Figura 189. Rosa de los viento en la estación Concón Urbana para el año 2005.

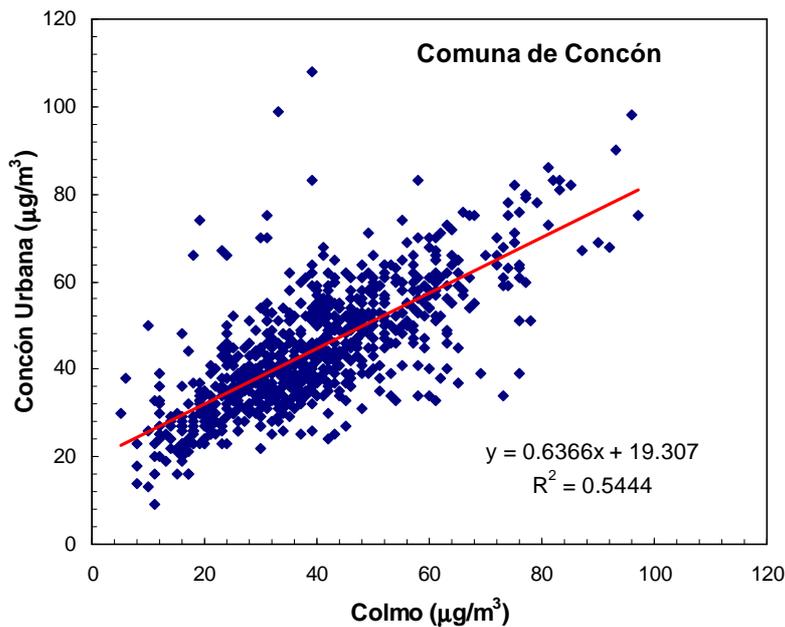


Figura 190. Gráfico de correlación entre las concentraciones de la estación Junta de Vecinos y Urbana de la Comuna de Concón.

o **Estación Concón Junta de Vecinos.**

La estación Concón Junta de Vecinos está ubicada hacia el sur de la ciudad tal como se muestra en la Figura 186 y realiza mediciones de MP10 con un equipo de

gravimetría de alto volumen. Con una frecuencia de 3 días se obtiene un promedio diario de la concentración de MP10. Existen datos entre el 3 Marzo 2006 – 30 Dic. 2009. La serie de tiempo de los datos en la estación Concón Junta de Vecinos se muestra en la Figura 191. Las coordenadas UTM de la estación son 6353055 N 263848 E.

La estación Junta de Vecinos que se muestra en la Figura 191 muestra una tendencia a la disminución de $0,63 \mu\text{g}/\text{m}^3$ por año. Se observa en la figura que en el mes de Diciembre de 2008 hay un pequeño error en las concentraciones. La estación muestra la variación estacional normal y no se observan anomalías en los datos. Se observa también que las concentraciones no son mayores que la norma anual.

Un gráfico de la correlación entre la estación Junta de Vecinos y la estación Urbana se muestra en la Figura 192. El gráfico se realizó con los datos coincidentes entre ambas estaciones, es decir entre el 3 de Marzo de 2006 y 14 de Nov. 2008. Se puede observar que la correlación es bastante alta, $R^2 = 0,77$, lo cual es esperable, ya que las estaciones están cercanas entre si. Esto es una indicación de que las mediciones son correctas en ambas estaciones.

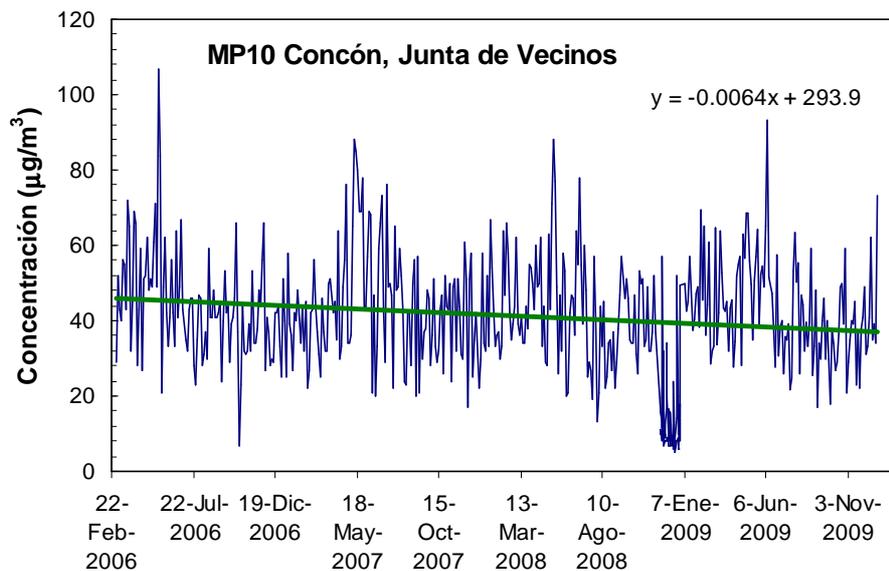


Figura 191. Serie de tiempo de los datos de MP10 en la estación Concón Junta de Vecinos. La línea verde es un ajuste lineal a los datos.

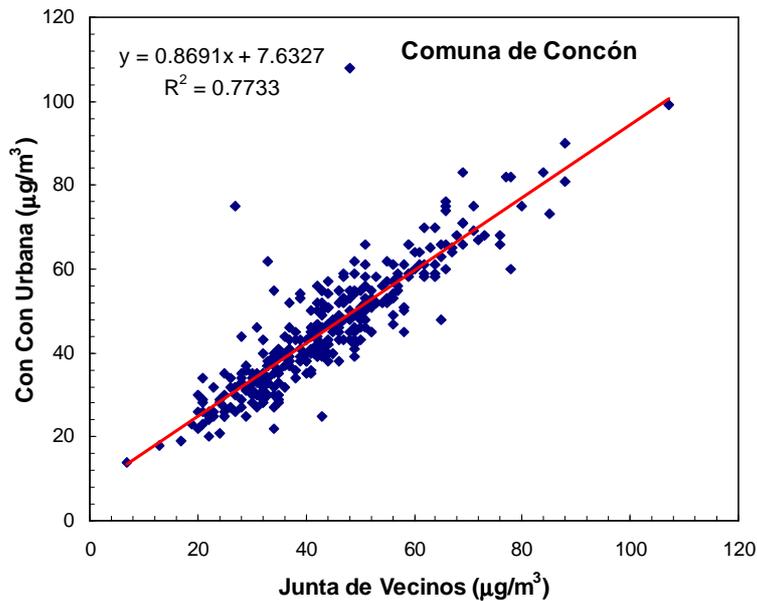


Figura 192. Gráfico de correlación entre las concentraciones de la estación Junta de Vecinos y Urbana de la Comuna de Concón.

○ **Estación Concón Sur.**

La estación Concón Sur está ubicada en el sur de la ciudad tal como se muestra en la Figura 186 y realiza mediciones de MP10 con un equipo de gravimetría de alto volumen. Con una frecuencia de 3 días se obtiene un promedio diario de la concentración de MP10. Existen datos entre el 2 Mayo 2002 – 1 Feb. 2006. La serie de tiempo de los datos en la estación Concón Sur se muestra en la Figura 193. Las coordenadas UTM de la estación son 263631 E 6353317 N. La estación dejó de medir el año 2006.

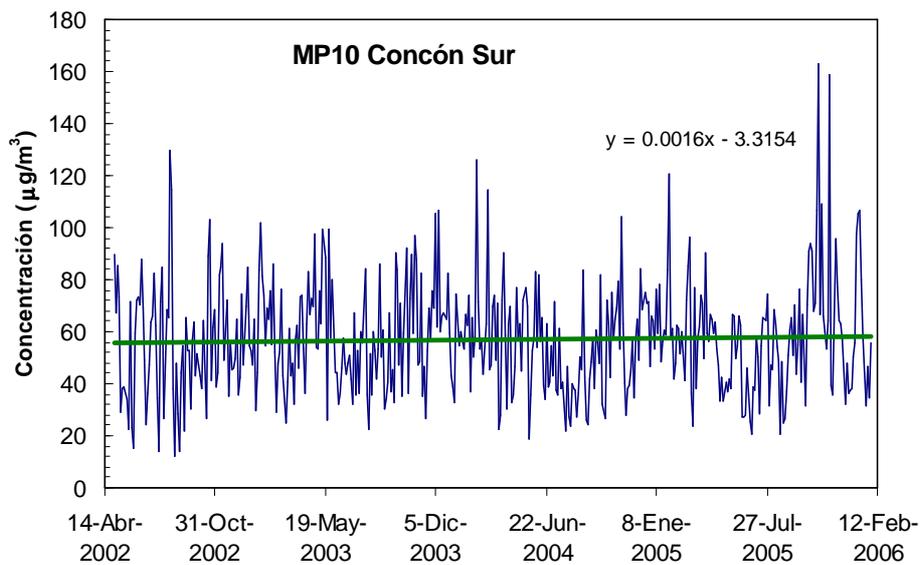


Figura 193. Serie de tiempo de los datos de MP10 en la estación Concón Sur. La línea verde es un ajuste lineal a los datos.

○ **Cumplimiento de norma en la comuna de Concón**

La Figura 194 muestra los promedios anuales obtenidos en las cuatro estaciones para los años en que hay datos completos. Se puede observar que los promedios anuales en las estaciones urbanas (Junta de vecinos y Concón Urbana) se han mantenido constantes en los últimos años. Pero la estación Colmo que está hacia el interior de la comuna (ver **Figura 186**) ha aumentado sus concentraciones en los últimos años. Esto es una indicación de que existe alguna(s) fuente cercana que está aumentando sus emisiones. Todas las estaciones están por debajo de la norma anual. La estación Concón Sur tenía niveles altos los años 2003 – 2005. Pero al ser bastante más altos que la estación Concón Urbana es probable que los datos hubieran estado mal calibrados.

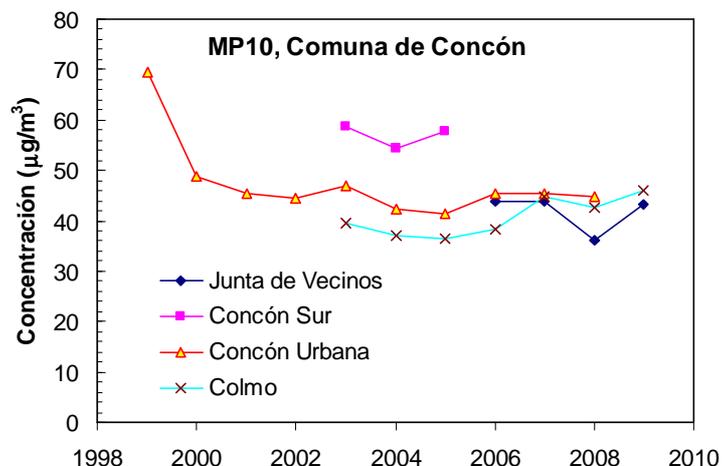


Figura 194. Promedios anuales de MP10 en la comuna de Concón para las cuatro estaciones con datos.

- **Material particulado respirable en la comuna de Puchuncaví.**

En la comuna de Puchuncaví se encuentran las estaciones de La Greda, Los Maitenes, Puchuncaví, Terminal Concentrados y Terminal de Combustibles que monitorean material particulado respirable. Las estaciones pertenecen a la red Codelco-Gener en el complejo Industrial Ventanas. Este complejo está constituido por la Fundición y Refinería de CODELCO Chile y la Central Termoeléctrica de AES GENER S.A. Este complejo se encuentra ubicado en la localidad de Ventanas, comuna de Puchuncaví, a 55 Km. Al norte de Valparaíso.

El monitoreo de calidad del aire se realiza en forma conjunta entre las dos empresas desde el año 1992, año en el cual se aprueba el Plan de Descontaminación del Complejo Industrial (D.S. N° 252/92, del Ministerio de Minería), como consecuencia de las altas concentraciones de anhídrido sulfuroso y material particulado respirable registradas en la zona. La declaración de zona saturada por estos contaminantes se realiza en el año 1993 (D.S. N° 346/93, del Ministerio de Agricultura). Actualmente, las labores de operación, mantención, calibración, análisis de laboratorios y procesamiento de datos están a cargo de la empresa externa SGS Chile Ltda. La Figura 195 muestra un mapa con la ubicación de las estaciones.



Figura 195. Ubicación geográfica de las estaciones de la Red Codelco-Gener.

○ **Estación La Greda.**

La estación La Greda está ubicada aproximadamente 2 km al norte de la refinería Ventanas tal como se muestra en la Figura 195 y realiza mediciones de MP10 con un equipo de gravimetría de alto volumen. Con una frecuencia de 3 días se obtiene un promedio diario de la concentración de MP10. Existen datos entre el 1 Enero 1993 – 4 Ago. 2011. La serie de tiempo de los datos en la estación La Greda se muestra en la Figura 196 . Las coordenadas UTM de la estación son 6374247 N 268178 E.

Una característica especial de los datos que se muestran en la Figura 196 es que el perfil estacional es distinto al de las demás estaciones. Todas las concentraciones de MP10 mostradas anteriormente muestran un aumento durante el invierno y una disminución en verano. Sin embargo, las concentraciones en la estación La Greda aumentan en verano y disminuyen en invierno. Este comportamiento puede ser debido a la proximidad con el mar, o al perfil de emisión de contaminantes de la planta Ventanas y se estudiará con más detalle en el siguiente informe.

Tal como se ve en la Figura 196, la estación La Greda tiene una tendencia decreciente en la concentración de material particulado desde el año 1993. Se ve una estabilización entre los años 2004 a 2007 y un aumento en los últimos años.

Se observa también que las concentraciones de MP10 en los últimos años están muy cerca del límite de la norma anual de MP10.

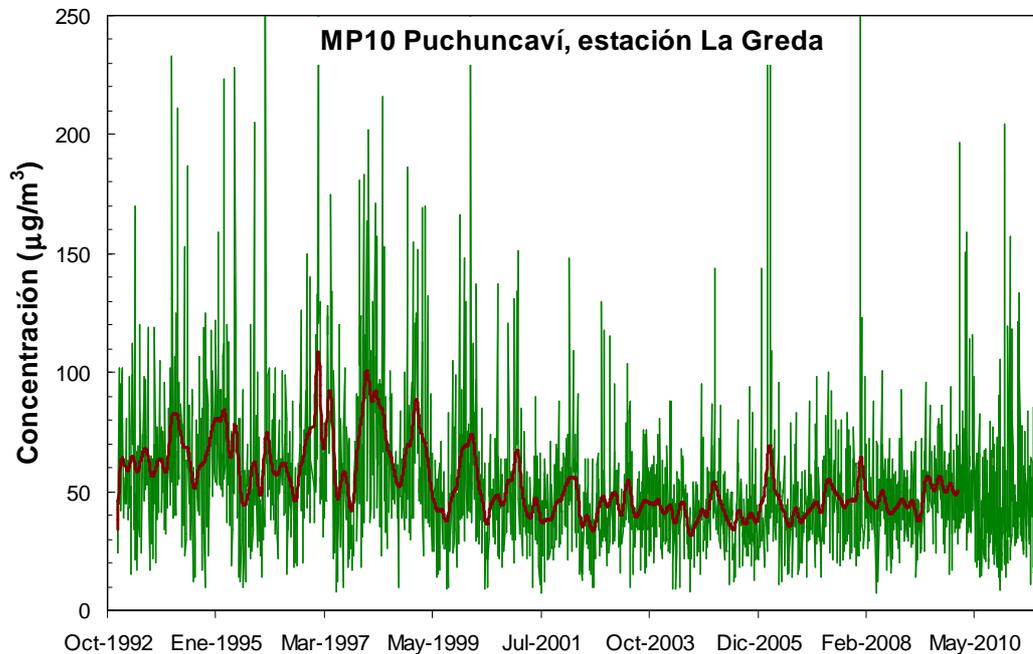


Figura 196. Serie de tiempo del MP10 en la estación La Greda. La línea roja es un suavizado para visualizar la tendencia.

○ Estación Los Maitenes.

La estación Los Maitenes está ubicada aproximadamente 2,5 km al este de la refinería Ventanas tal como se muestra en la Figura 195 y realiza mediciones de MP10 con un equipo de gravimetría de alto volumen. Con una frecuencia de 3 días se obtiene un promedio diario de la concentración de MP10. Existen datos entre el 2 Enero 1994 – 4 Ago. 2011. La serie de tiempo de los datos en la estación Los Maitenes se muestra en la Figura 197. Las coordenadas UTM de la estación son 6372458 N 270241 E

El perfil estacional de la concentración de MP10 que se muestra en la Figura 197 es similar al perfil de la estación La Greda, es decir, las concentraciones en la estación Los Maitenes aumentan en verano y disminuyen en invierno.

El MP10 de la estación Los Maitenes muestra una tendencia decreciente desde el año 1994. Se ve una estabilización entre los años 2000 a 2007 y un pequeño

aumento en los últimos años. Se observa también que las concentraciones de MP10 en los últimos años están bajo el límite de la norma.

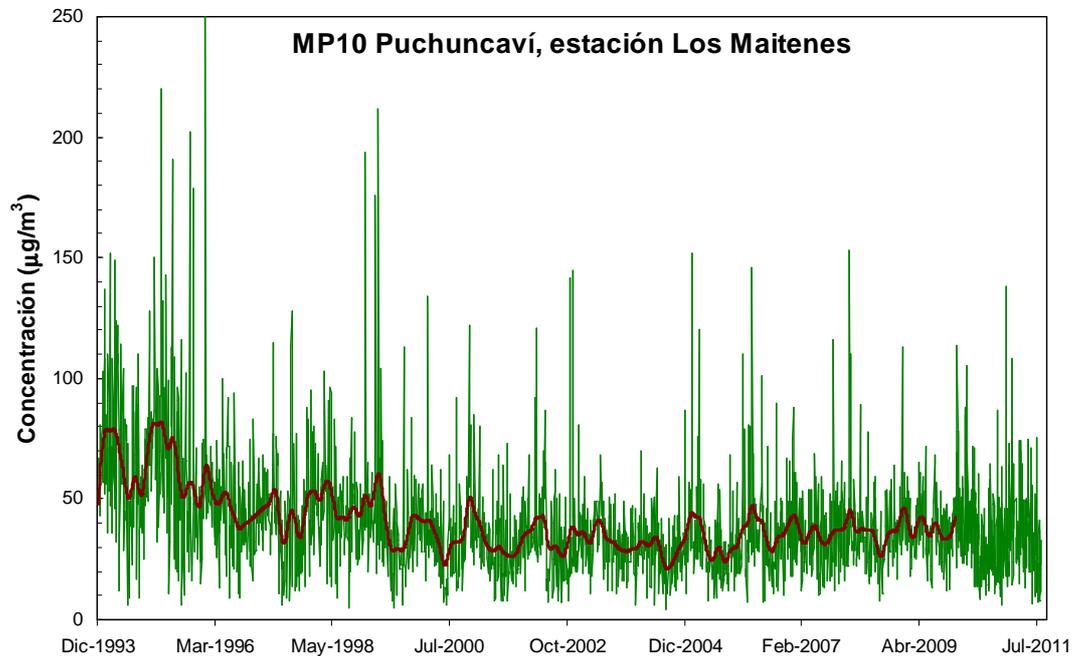


Figura 197. Serie de tiempo del MP10 en la estación Los Maitenes. La línea roja es un suavizado para visualizar la tendencia.

○ Estación Puchuncaví

La estación Puchuncaví está ubicada aproximadamente 7,5 km al nor-este de la refinería Ventanas tal como se muestra en la Figura 195 y realiza mediciones de MP10 con un equipo de gravimetría de alto volumen. Con una frecuencia de 3 días se obtiene un promedio diario de la concentración de MP10. Existen datos entre el 2 Enero 1994 – 30 Dic. 2009. La serie de tiempo de los datos en la estación Los Maitenes se muestra en la Figura 198. Las coordenadas UTM de la estación son 6376453 N 273676 E.

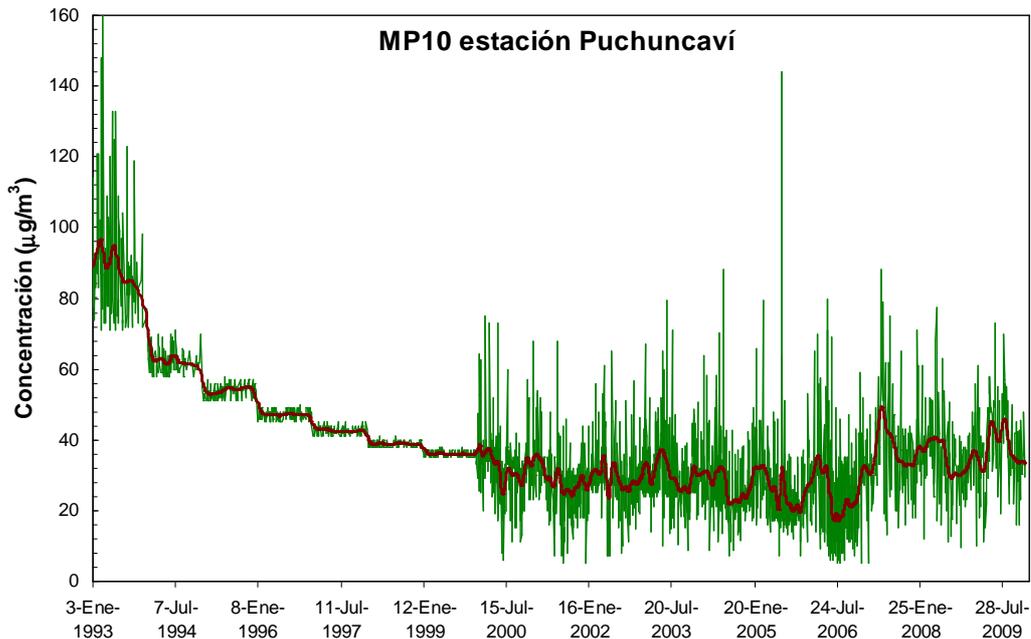


Figura 198. Serie de tiempo de MP10 en la estación Puchuncaví. La línea roja es un suavizado para visualizar la tendencia

El perfil estacional de la concentración de MP10 que se muestra en la Figura 198 muestra un comportamiento similar a las estaciones al interior de la región, es decir aumenta en invierno y disminuye en verano. Esto se puede explicar porque la estación Puchuncaví está ubicada al interior, con menor influencia meteorológica costera.

El MP10 de la estación Puchuncaví muestra una tendencia decreciente desde el año 1993. Sin embargo, los datos presentan anomalías entre Noviembre de 1993 y Enero de 2000. Al igual que las demás estaciones del sector, se observa una estabilización entre los años 2002 a 2006 y un aumento en los últimos años. Se observa también que las concentraciones de MP10 en los últimos años están bajo el límite de la norma.

○ **Estación Terminal Concentrados**

La estación Terminal Concentrados está ubicada dentro de la Central AES Gener y 1 km al norte de la refinería Ventanas, tal como se muestra en la Figura 195. Realiza mediciones de MP10 con un equipo de gravimetría de alto volumen. Con una frecuencia de 3 días se obtiene un promedio diario de la concentración de MP10. Existen datos entre el 3 Abril 2000 – 28 Dic. 2008. La serie de tiempo de los datos en la estación Terminal Concentrados se muestra en la Figura 199. Las coordenadas UTM de la estación son 267640 E 6373585 N.

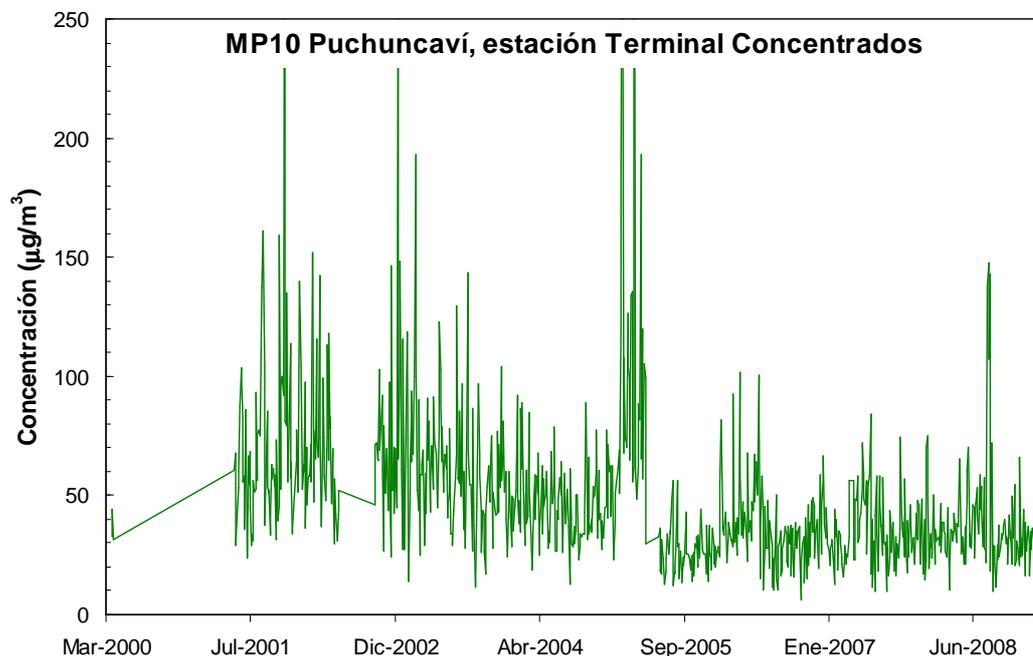


Figura 199. Serie de tiempo de MP10 en la estación Terminal Concentrados.

Los datos de la estación Terminal Concentrados que se muestran en la **Figura 199** tienen varias anomalías. Entre Enero y Abril del año 2005 se observa un salto en las concentraciones. Luego, desde Abril del 2005 hasta Diciembre de 2008 se observan concentraciones relativamente constantes y menores que las observadas antes de esa fecha. Además, la estación presenta concentraciones más bajas que la estación de La Greda, a pesar de estar muy cerca de las dos grandes industrias de la zona. Por ello, estos datos pueden no estar correctos.

○ **Estación Terminal de Combustible**

La estación Terminal de Combustible Campiche está ubicada 3 km al norte-este de la Central AES Gener tal como se muestra en la Figura 195. Realiza mediciones de MP10 con un equipo de gravimetría de alto volumen. Con una frecuencia de 3 días se obtiene un promedio diario de la concentración de MP10. Existen datos entre el 9 Junio 2005 – 28 Dic. 2008 (no se consideraron tres datos del año 2000). La serie de tiempo de los datos en la estación Terminal de Combustible se muestra en la Figura 200. Las coordenadas UTM de la estación son 270343 E 6375300 N.

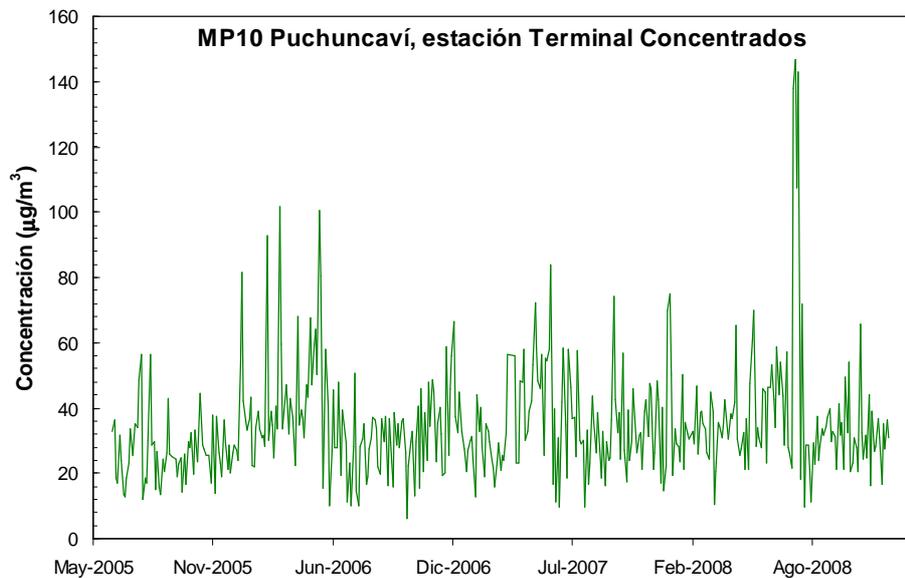


Figura 200. Serie de tiempo de MP10 en la estación Terminal de Combustibles Campiche.

Los datos que se muestran en la **Figura 200** son relativamente constantes entre los años 2005 y 2008. Las concentraciones son más bajas que en la estación La Greda, lo cual es razonable, ya que la estación se encuentra ubicada a varios kilómetros de las fuentes más grandes (Refinería Ventanas y Central AES Gener).

Al comparar los datos de la estación Terminal de Combustibles con la estación Terminal Concentrados, se observa que los datos entre Abril del 2005 hasta Diciembre de 2008 son iguales. Luego, no es posible hacer un análisis de estas estaciones ya que no se sabe en que lugar fueron medidas. Probablemente los datos pertenecen a la estación Terminal de Combustibles ya que en ese sector las concentraciones deberían ser más bajas que en el Terminal Concentrados.

- **Cumplimiento de norma y correlaciones en la comuna de Puchuncaví.**

Un mejor análisis de la interacción entre las estaciones se puede hacer conociendo la dirección predominantes de los vientos. El gráfico de la Figura 201 muestra la rosa de los vientos para el año 2010 en la estación La Greda. Se utilizaron los datos horarios del año completo para calcular la rosa. Para los años anteriores no existían datos completos.

La figura muestra claramente que hay dos direcciones predominantes en el sector de La Greda. Viento que viene del mar y entra hacia el continente con dirección al este, y viento que viene en la dirección contraria. Un análisis más detallado indica que durante el día (~ 8 – 16 hrs) la dirección de viento es 270°, es decir entra

viento desde el mar. Durante la noche ($\sim 1 - 7$ hrs) la dirección del viento es $30 - 70^\circ$, es decir el viento va hacia el mar. Este patrón se repite durante el año. Hay que hacer notar que este patrón de viento es común también en el valle central de Chile. Los patrones de viento son periódicos con los años, por lo tanto el análisis del año 2010 es también posible aplicarlo a los demás años. Puede haber cambios de un año para otro, pero el patrón general es el que se muestra en la Figura 201.

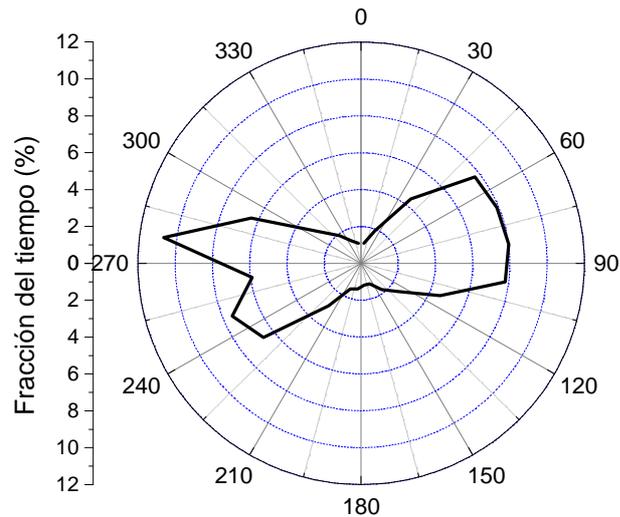


Figura 201. Rosa de los viento en la estación La Greda para el año 2010.

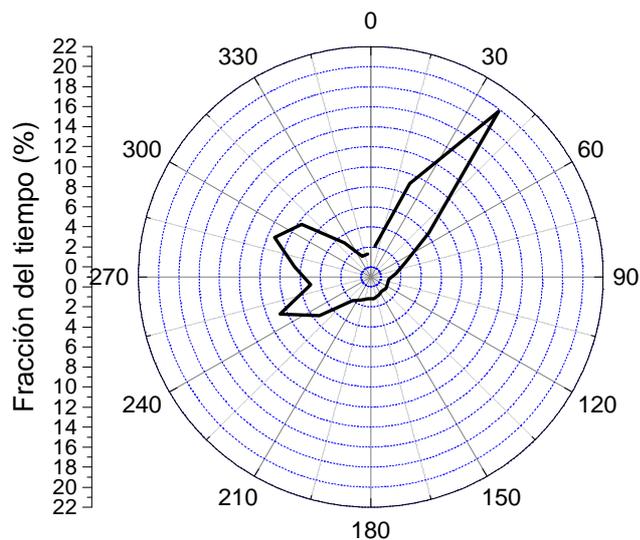


Figura 202. Rosa de los viento en la estación Puchuncaví para el año 2010.

las estaciones, se puede especular que la estación de La Greda está influenciada exclusivamente por las emisiones de la refinería Ventanas y la planta AES Gener, mientras que la estación de Los Maitenes puede estar influenciada por fuentes al interior de la comuna además de las emisiones de la refinería Ventanas y la planta AES Gener. La estación Los Maitenes está al sus-este ($\sim 120^\circ$) de La Greda, y de acuerdo a la rosa de vientos de la Figura 201, las concentraciones de MP10 en La Greda no deberían tener influencia en esa dirección. Luego es razonable concluir que las concentraciones en La Greda no influyen mucho en Los Maitenes.

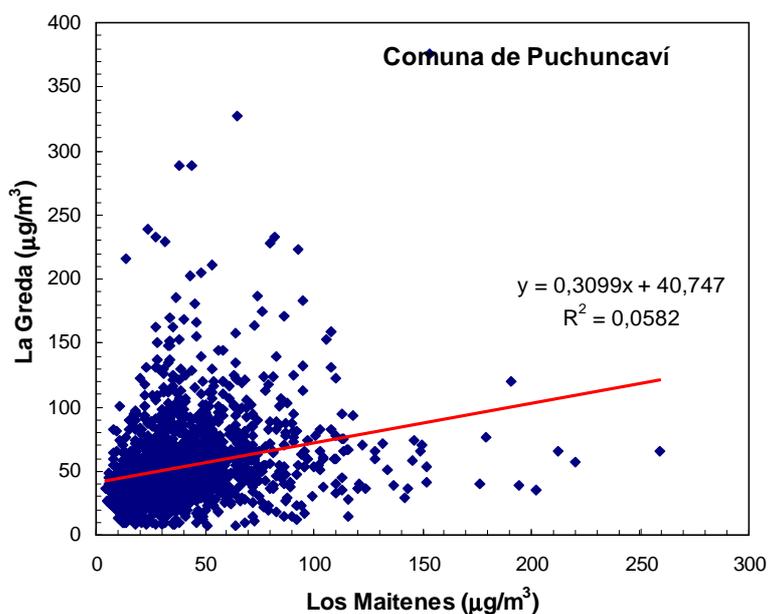


Figura 204. Gráfico de correlación entre las concentraciones de la estación Los Maitenes y La Greda.

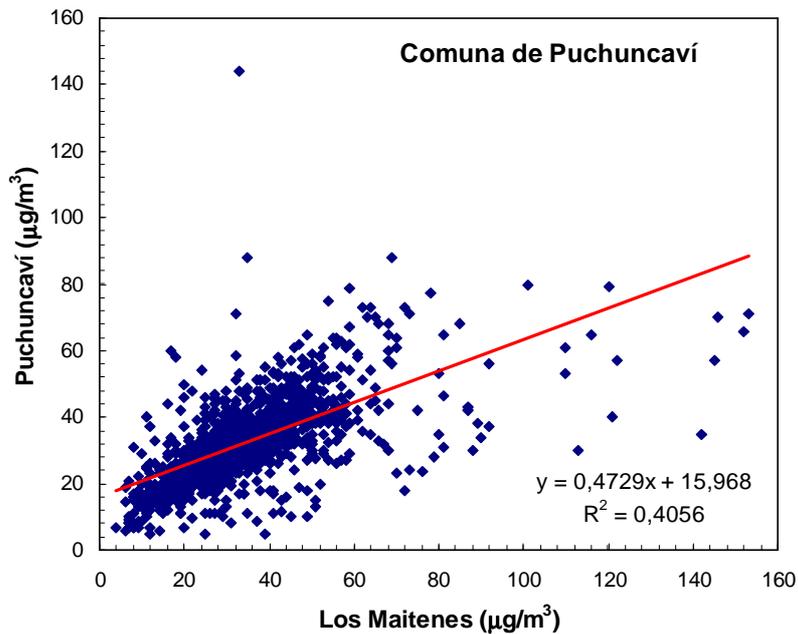


Figura 205. Gráfico de correlación entre la estación Puchuncaví y la estación Los Maitenes.

Se puede observar en la Figura 205, que la correlación entre la estación Los Maitenes y la estación Puchuncaví es más alta que entre La Greda y Los Maitenes. Esto indica que estas dos primeras estaciones se parecen más que las dos últimas. Sin embargo, la correlación no es muy alta por lo tanto es difícil sacar conclusiones de este gráfico.

Si observamos la correlación entre La Greda y Puchuncaví que se muestra en la figura Figura 206 se puede ver que las concentraciones de MP10 son totalmente distintas. Este efecto es similar a lo que ocurre con Los Maitenes, es decir las concentraciones en La Greda no influyen mucho en las concentraciones de Puchuncaví. La rosa de vientos de la **Figura 202** indica que los vientos que ingresan a Puchuncaví no provienen del sector de La Greda.

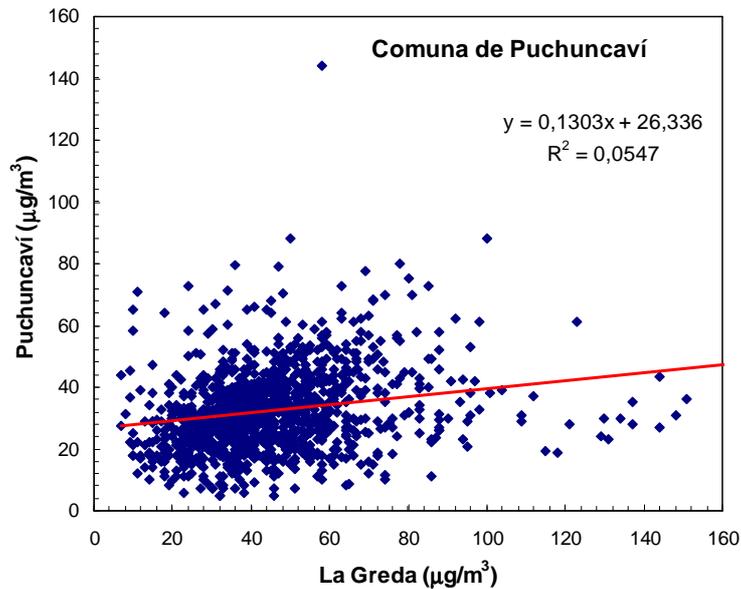


Figura 206. Gráfico de correlación entre la estación Puchuncaví y la estación La Greda.

Las concentraciones promedio anuales en las estaciones de la comuna de Puchuncaví se presentan en la Figura 207. Desde el año 1993, todas las estaciones han bajado sus concentraciones hasta el año 2005 aproximadamente cuando se produce un punto de inflexión en la tendencia. El año 2005 la concentración de MP10 en La Greda y Los Maitenes comienza a aumentar. La estación de Puchuncaví tiene un gran aumento el año 2007 y luego se mantiene constante. Esto es indicación de que una nueva fuente puede haber ingresado en la zona. Si observamos el gráfico de la **Figura 198**, vemos que entre el año 2006 y 2007 hubo un aumento continuo de las concentraciones. Es decir no se observa un problema en los datos. Luego la explicación más probable para este aumento es el ingreso de una nueva fuente en la cercanía de la estación.

Ninguna de las estaciones supera la norma, pero si la estación de La Greda continúa su tendencia, en uno o dos años más va a superar la norma de MP10.

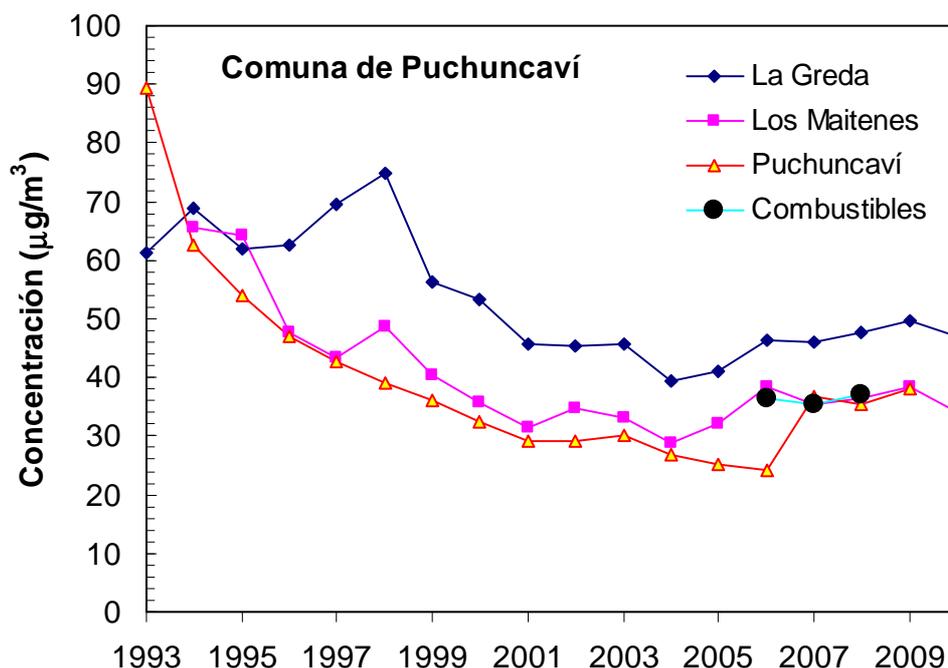


Figura 207. Promedio anual de las concentraciones de MP10 en las estaciones de la comuna de Puchuncaví.

- **Material particulado respirable en la comuna de Quilpué**

En la comuna de Quilpué se encuentra la estación de monitoreo ARMAT, ubicada en San Diego 114, Villa California, Quilpué, coordenadas UTM huso 19: 6341755 N 273138 E. El monitoreo se realiza con un equipo de gravimetría de alto volumen y hay datos hasta desde el 17 de Enero de 2002 hasta el 29 de Diciembre de 2009.

La serie de tiempo de los datos de MP10 se muestra en la Figura 208. Se puede observar en la línea suavizada que existe un aumento de las concentraciones durante los meses de invierno y una disminución en verano. Esto indica que las concentraciones de MP10 están relacionadas con actividades provenientes de la ciudad, porque existen emisiones durante el invierno (calefacción y parte del transporte) que no existen en verano. Además esta tendencia indica que la inversión térmica es importante en invierno.

Los datos de la Figura 208 muestran que la norma diaria de MP10 se sobrepasa algunos días durante el invierno, sin embargo la norma anual de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ no se ha sobrepasado durante los últimos tres años.

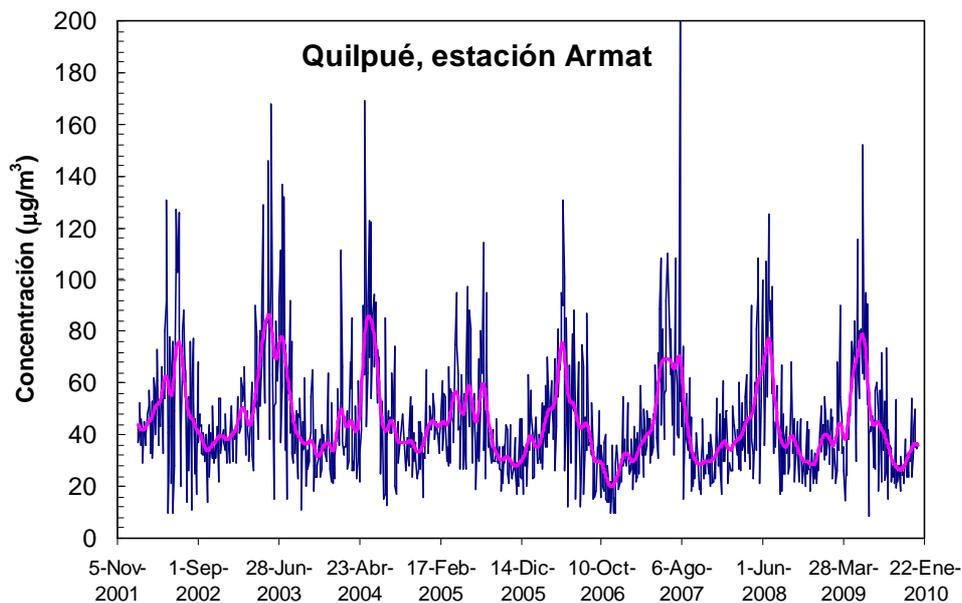


Figura 208. Serie de tiempo del MP10 en la estación Armat de Quilpué. La línea rosada corresponde a un suavizado para visualizar la tendencia.

- **Material particulado respirable en la comuna de Quinteros**

La comuna de Quinteros tiene dos estaciones de medición de calidad del aire: Sur y valle Alegre. La estación Sur está ubicada en la ruta de acceso a Quinteros, coordenadas UTM: UTM huso 19: 6368500 N 267700 E, e inició sus mediciones de MP10 el 2 de Enero de 1994. La estación Valle Alegre está ubicada en el camino Rural a Valle Alegre S/N. Ambas estaciones pertenecen a la red Codelco-Gener. Ambas estaciones realizan mediciones de MP10 con un equipo de gravimetría de alto volumen. Con una frecuencia de 3 días se obtiene un promedio diario de la concentración de MP10.

- **Estación Sur**

La estación Sur está ubicada aproximadamente 5 km al este de Quinteros, tal como se muestra en la Figura 195. El perfil estacional de la concentración de MP10 de la estación Sur se muestra en la Figura 209. Sin embargo falta información desde el año 1995 hasta el año 2007. Los datos que se tienen del año 2007 a 2009 muestran que no existe superación de norma diaria o anual.

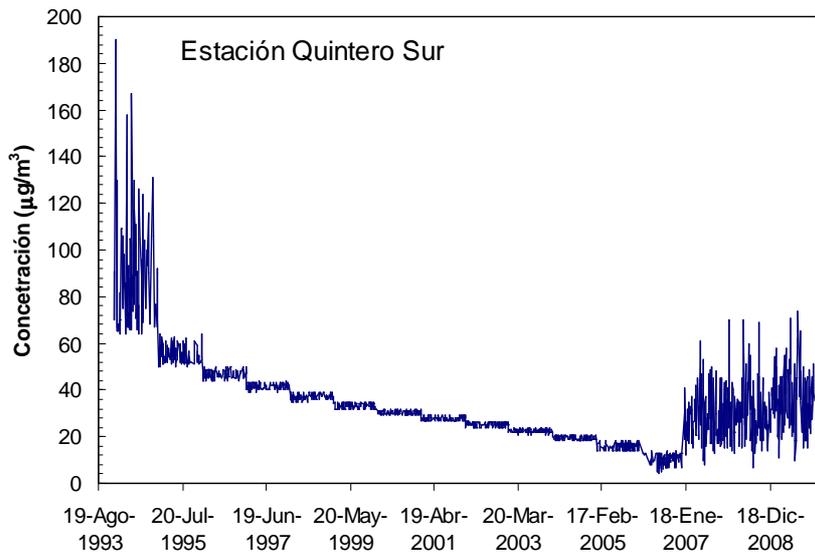


Figura 209. Serie de tiempo del MP10 en la estación Sur de Quintero

○ **Estación Valle Alegre**

La estación Valle Alegre está ubicada aproximadamente 9 km al este de Quinteros, tal como se muestra en la Figura 195. El perfil estacional de la concentración de MP10 indica que existe un aumento durante el invierno, es decir muestra influencia antropogénica. Por otro lado muestra que durante el invierno hay influencia de la inversión térmica. En los últimos años (2002 a 2009) no se observa superación de la norma diaria, y los promedios anuales también son menores a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Las concentraciones diarias de MP10 en la estación Valle Alegre se muestran en la **Figura 210**.

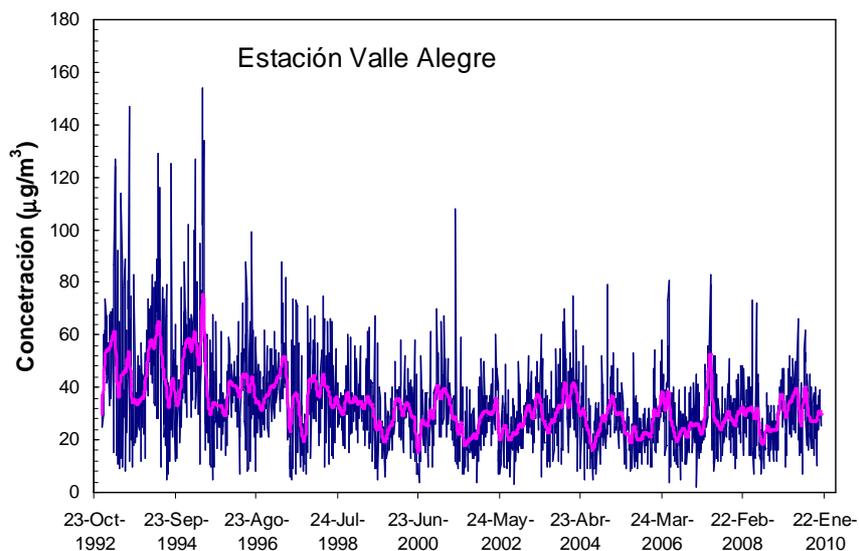


Figura 210. Serie de tiempo del MP10 en la estación Valle Alegre de Quinteros. La línea rosada corresponde a un suavizado para visualizar la tendencia.

- **Material particulado respirable en Viña del Mar**

La ciudad de Viña del mar tiene una estación de medición de calidad del aire ubicada en 1 Oriente # 235, Depto. de Emergencias de la Ilustre Municipalidad de Viña del Mar, coordenadas UTM huso 19: 6343575 N 261783 E, e inició sus mediciones de MP10 el 1º de Julio de 2004. Esta estación realiza mediciones de MP10 con un equipo Monitor Beta Continuo.

En la Figura 211, se puede observar que hay una dependencia clara con la estación del año, con aumento en la concentración durante el invierno y disminución durante el verano. No se observa superación de la norma diaria de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Durante el año 2009, la concentración promedio en Viña del Mar fue de $46 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo tanto tampoco hay superación de la norma anual. Sin embargo se observa una tendencia creciente por lo que se puede esperar superación de la norma en algunos años más.

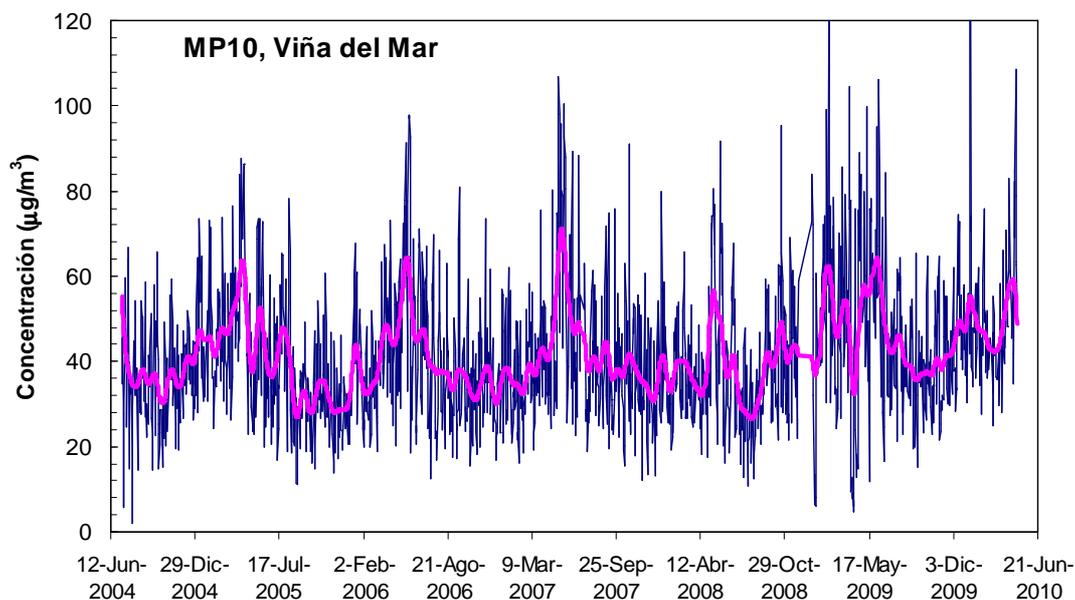


Figura 211. Serie de tiempo del MP10 en la estación de la Ilustre Municipalidad de Viña del Mar. La línea rosada corresponde a un suavizado para visualizar la tendencia.

- **Distribución espacial de MP10 en la V Región.**

Se muestra en la Tabla 243, el promedio anual de las estaciones monitoras de calidad del aire de la V Región. Se puede ver que de las 24 estaciones, sólo hay 5 que superan la norma anual.

Para determinar la influencia de las distintas estaciones sobre la calidad del aire de la V Región, se ha realizado un gráfico de superficie de las concentraciones promedio anuales de MP10. La Figura 212 y la Figura 213 muestran gráficos de contorno y de superficie que indican la concentración anual de MP10. Se puede ver en las figuras, que en el valle de Aconcagua las concentraciones son más altas que en el resto de la región. Las concentraciones en Calera y La Cruz son más altas que las demás ciudades. Además, la concentración en Catemu es alta, la cual es una estación ubicada y viento debajo de las demás estaciones y en el mismo valle que Calera y La Cruz. Por lo tanto puede haber influencia de las emisiones de Calera y La Cruz en el sector de Catemu. De ambas figuras, es claro que las mayores concentraciones de MP10 se observan en el sector entre Calera y Catemu, por lo tanto este sector debe tener prioridad en la gestión ambiental.

Otro punto con altas concentraciones de MP10 es el sector donde están ubicadas las estaciones de Campiche y La Greda. Estas estaciones están colindan con el puerto de Ventanas y presentan altas concentraciones de MP10. Las estaciones están sólo a 2,7 km de distancia por lo tanto ambas miden el mismo sector. El

hecho que dos estaciones cercanas midas concentraciones similares es una indicación que los datos están correctos.

Tabla 243. Resumen de las concentraciones promedio anual de MP10 en las Redes Monitoras de Calidad del Aire la V Región. Año 2009.

Estación	MP10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Coordenadas UTM
Los Andes	53*	6364857 N 350999 E
La Greda	49	6374247 N 268178 E
Los Maitenes	38	6372458 N 270241 E
Puchuncaví	38	6377500 N 273866 E
Valle Alegre	32	6367013 N 271473 E
Sur	36	6368165 N 267630 E
Catemu	65	6371481 N 316512 E
Lo Campo	42	6369529 N 322275 E
Concón	47	6354247 N 264784 E
Concón Sur	43	6353317 N 263631 E
Colmo	46	6353859 N 271796 E
La Calera	58	6370730 N 294940 E
Rural 3	45	6371858 N 295815 E
La Cruz	46	6367285 N 291464 E
Bomberos	46	6359202 N 289818 E
San Pedro	38	6353393 N 287422 E
La Palma	33	6358533 N 293403 E
Manzanar	34	6355829 N 278154 E
La Cruz	62	6363531 N 291759 E
Quilpué	43	6341755 N 273138 E
Campiche	65	6375300 N 270343 E
Hospital Cabildo	26	6410475 N 305786 E
Amanecer	38	6376471 N 315438 E
Los Vientos	61	6365324 N 313086 E
Viña del Mar	46	6343575 N 261783 E

*: Estimada a partir del promedio de las mediciones desde el 1º de Enero de 2008 hasta el 3 de Mayo de 2010.

En el sector de Ventanas existen otras estaciones de monitoreo (Puchuncaví y Los Maitenes) que no presentan concentraciones tan altas como La Greda y Catemu. Esto indica que las concentraciones observadas en estos últimos lugares no influyen en Puchuncaví o Catemu y tampoco afectan otros sectores al interior. Luego el sector Ventanas debe gestionarse como un punto aislado para efectos de disminuir las concentraciones de MP10.



Figura 212. Mapa de la V Región con un gráfico de contorno de las concentraciones promedio anuales de MP10 para el año 2009.



Figura 213. Mapa de la V Región con un gráfico de superficie de las concentraciones promedio anuales de MP10 para el año 2009.

- **Distribución espacial de SO₂ en la V Región**

La distribución espacial de las concentraciones de anhídrido sulfuroso o dióxido de azufre (SO₂) en la V Región, representa una valiosa herramienta para comprender el comportamiento de este contaminante. En particular permite visualizar el sector que tiene altas concentraciones y que debe tener prioridad en la elaboración de políticas públicas.

Utilizando las concentraciones promedio anuales del año 2009, se elaboró la siguiente tabla, que muestra las estaciones monitoras de calidad del aire de la V Región. Se puede ver que ninguna de las estaciones supera la norma anual para SO₂ de 80 µg/m³.

Tabla 244. Concentración anual de anhídrido sulfuroso para año 2009.

Estación	MP10 (µg/m ³)	Coordenadas UTM
Los Andes		6364857 N 350999 E
La Greda	34	6374247 N 268178 E
Los Maitenes	55	6372458 N 270241 E
Puchuncaví	25	6377500 N 273866 E
Valle Alegre	23	6367013 N 271473 E
Sur	43	6368165 N 267630 E
Catemu	18	6371481 N 316512 E
Romeral	42,08	6366428 N 312181 E
Lo Campo	28	6369529 N 322275 E
Concón	35	6354247 N 264784 E
Concón Sur	27	6353317 N 263631 E
Colmo	16	6353859 N 271796 E
Las Gaviotas	17	6355086 N 267923 E
La Calera	11	6370730 N 294940 E
Rural 3	9	6371858 N 295815 E
La Cruz	8	6367285 N 291464 E
Bomberos	8	6359202 N 289818 E
San Pedro	6	6353393 N 287422 E
La Palma	6	6358533 N 293403 E
Manzanar	6,6	6355829 N 278154 E
La Cruz	8,7	6363531 N 291759 E
Quilpué	-	6341755 N 273138 E
Campiche	-	6375300 N 270343 E
Hospital Cabildo	-	6410475 N 305786 E
Amanecer	-	6376471 N 315438 E
Los Vientos	14	6365324 N 313086 E
Viña del Mar	18	6343575 N 261783 E

Para visualizar los valores de la se han graficado en la Figura 214 y la Figura 215. Se observa que sólo hay dos sectores que muestran altos valores de SO_2 , estos son: Romeral y Los Maitenes. Estas concentraciones se pueden entender porque la Fundición Chagres que emite SO_2 se encuentra cerca de la estación Romeral.

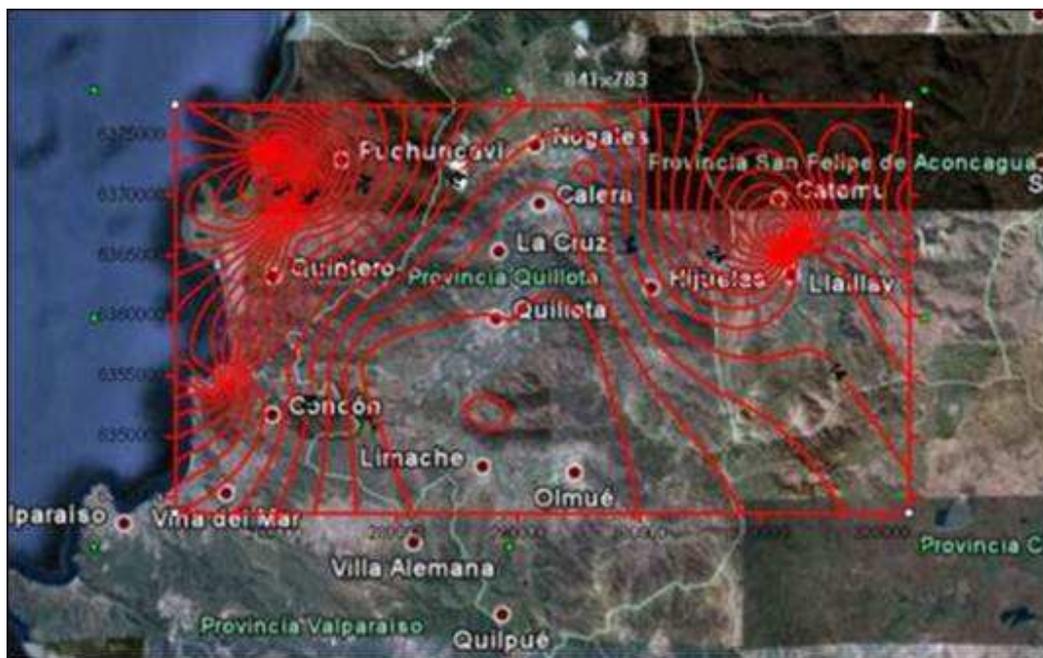


Figura 214. Mapa de la V Región con un gráfico de contorno de las concentraciones promedio anuales de MP10.

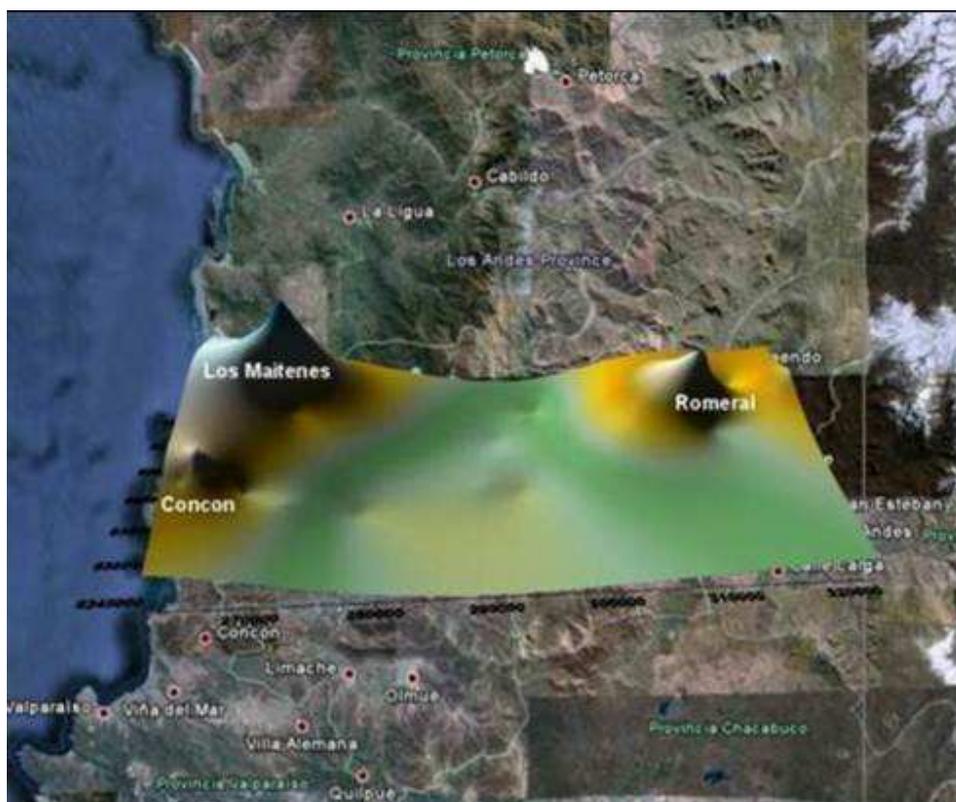


Figura 215. Mapa de la V Región con un gráfico de superficie de las concentraciones promedio anuales de MP10

Sin embargo hay que hacer notar las estaciones de Catemu y Lo Campo (Ver Figura 180) no muestran concentraciones similares a pesar de estar ubicadas a poca distancia. Esto es una indicación de que ambas estaciones pueden que tener errores en las mediciones.

Otro sector indicado en los mapas anteriores con altas concentraciones de SO_2 es el sector de Los Maitenes. En la vecindad de esta estación se encuentra la fundición y refinería de Ventanas por lo tanto es esperable tener altas concentraciones en esta estación. Se puede observar que las altas concentraciones de SO_2 se miden hasta Concón, es decir la zona de influencia es más grande que la zona de influencia de la refinería Chagres.

- **Distribución espacial de O₃ en la V Región**

El ozono (O₃) es un contaminante secundario, por lo tanto no es generado directamente por las fuentes, sino que se genera por medio de reacciones químicas que ocurren en la atmósfera. La formación de ozono, depende de la concentración de contaminantes precursores (principalmente NO_x y COV), y de la disponibilidad de radiación ultravioleta. Por esto, sólo existen concentraciones

apreciables durante el día. Una visualización de las concentraciones de ozono permite ver los sectores de influencia de las fuentes primarias. Se seleccionó el año 2008 ya que es el que tiene el mayor número de estaciones con datos válidos.

Tabla 245. Concentración anual de ozono para año 2008

Estación	O3 (ppm) promedio anual	Coordenadas UTM
Los Andes		6364857 N 350999 E
La Greda		6374247 N 268178 E
Los Maitenes		6372458 N 270241 E
Puchuncaví		6377500 N 273866 E
Valle Alegre		6367013 N 271473 E
Sur		6368165 N 267630 E
Catemu		6371481 N 316512 E
Romeral		6366428 N 312181 E
Lo Campo		6369529 N 322275 E
Concón	10,74	6354247 N 264784 E
Concón Sur		6353317 N 263631 E
Colmo	10,42	6353859 N 271796 E
Las Gaviotas		6355086 N 267923 E
La Calera	8,08	6370730 N 294940 E
Rural 3	8,55	6371858 N 295815 E
La Cruz	8,87	6367285 N 291464 E
Bomberos	8,78	6359202 N 289818 E
San Pedro	8,15	6353393 N 287422 E
La Palma		6358533 N 293403 E
Manzanar	4,33	6355829 N 278154 E
La Cruz, Colbún	9,25	6363531 N 291759 E
Quilpué		6341755 N 273138 E
Campiche	10,10	6375300 N 270343 E
Hospital Cabildo		6410475 N 305786 E
Amanecer		6376471 N 315438 E
Los Vientos	12,71	6365324 N 313086 E
Viña del Mar	11,08	6343575 N 261783 E

La Figura 216 muestra el gráfico de contorno con las concentraciones promedio de ozono para las estaciones que tienen datos. Los sectores con concentraciones más altas son Viña del Mar y el sector de Llay Lay (estación Los Vientos). Sin embargo las diferencias entre las concentraciones máximas y mínimas son muy pequeñas. La Figura 217 muestra el gráfico de superficie de ozono superpuesto con una foto satelital. Se puede observar que el promedio de las concentraciones de ozono no varían mucho entre una estación y otra, salvo la estación de Manzanar que tiene

niveles de ozono de la mitad de las demás estaciones. Este dato probablemente es incorrecto, porque no puede haber concentraciones de ozono tan distintas en un área pequeña. Si no consideramos esta estación, se puede observar en la Figura 217 que las concentraciones son similares en toda la región. Esto indica que no existen sectores críticos por ozono en la V Región.

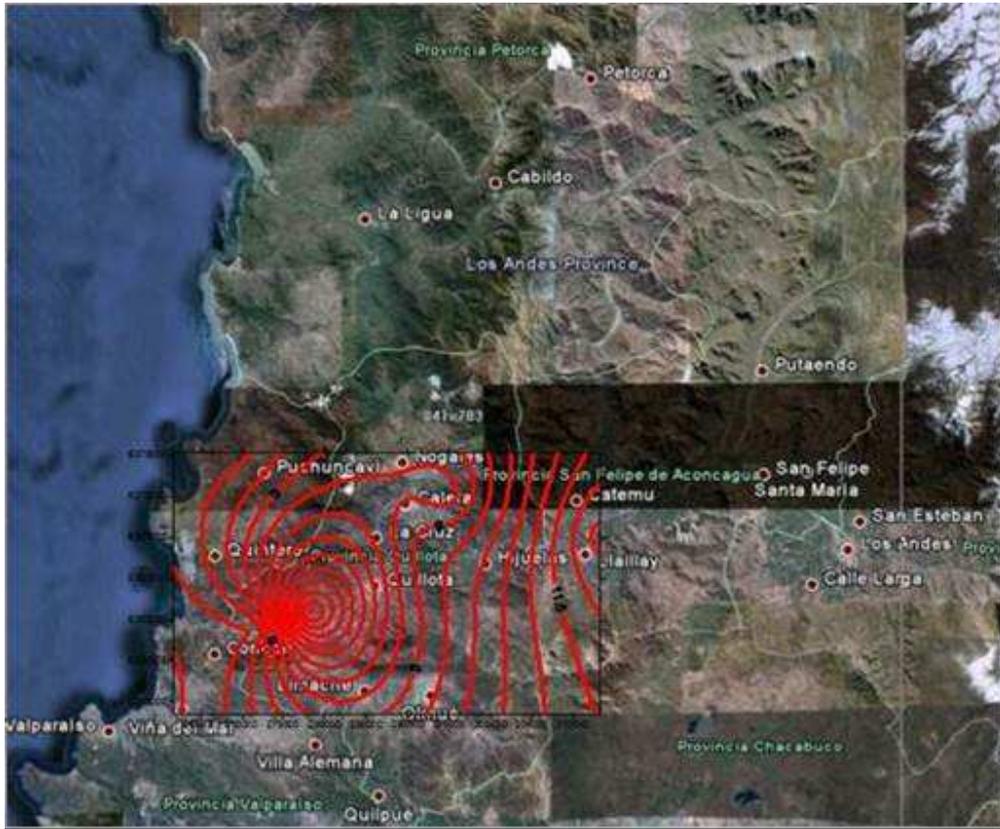


Figura 216. Mapa de la V Región con un gráfico de contorno con las concentraciones promedio anuales de Ozono para el año 2008.

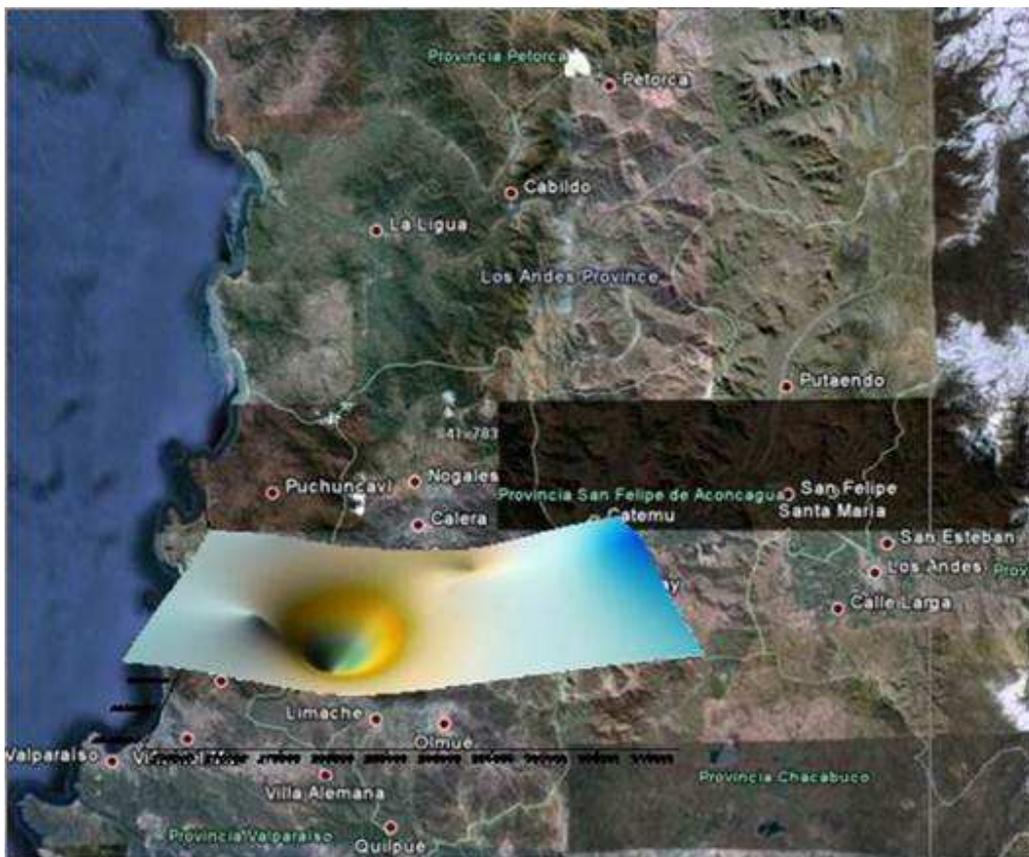


Figura 217. Mapa de la V Región con un gráfico de superficie de las concentraciones promedio anuales de ozono para el año 2008.

- **Observaciones**

Estaciones con posibles problemas de medición

- El equipo de medición de MP10 en Los Andes parece no medir correctamente. Se sugiere realizar una calibración.
- Los datos de la estación La Palma que muestra el sitio Web del Sinca: <http://sinca.conama.cl> son los mismos que los que se muestran para la estación Bomberos.
- Los datos de la estación Terminal Concentrados son iguales a los de la estación Terminal de Combustibles.

Estaciones que tienen fuentes similares

- Existe una alta correlación entre la estación Bomberos y San Pedro en la comuna de Quillota, indicando que las mismas fuentes influyen a ambas estaciones.

- La alta correlación entre la estación Junta de Vecinos y Urbana de Concón indica que las mismas fuentes influyen en ambas estaciones.
- No hay correlación entre la estación La Greda y la Estación Los Maitenes de la comuna de Puchuncaví (Red Codelco-Gener) esto indica que las fuentes en el sector La Greda no afectan la estación Los Maitenes.
- No hay correlación entre la estación La Greda y la Estación Puchuncaví, lo que indica que las fuentes en la estación La Greda no influyen sobre la estación Puchuncaví.
- La estación La Greda tiene un comportamiento distinto a las estaciones cercanas, luego parece estar influenciada por fuentes locales.

Tendencias en el material particulado respirable

- La estación urbana de Calera muestra una disminución sostenida en sus concentraciones indicando una mejora en la calidad del aire en los últimos años.
- La estación Bomberos de Quillota muestra una disminución sostenida de 1,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ por año en sus concentraciones
- La estación San Pedro de Quillota muestra una disminución sostenida de 2,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ por año en sus concentraciones
- La estación Catemu muestra un aumento sostenido de MP10 de 1,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ por año en sus concentraciones. Además se excede la norma anual de MP10.
- La estación Colmo muestra un aumento sostenido de MP10 de 1,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ por año en sus concentraciones. Todavía se cumple la norma.
- La comuna de Concón muestra concentraciones estables de MP10 en los últimos 5 años.
- La comuna de Puchuncaví (planta Ventanas) muestra concentraciones estables de MP10 en los últimos 5 años.

• Conclusiones

- Las concentraciones de MP10 están creciendo en el sector de la Fundición Chagres. Hay excedencia en la norma anual de MP10.
- Los sectores con altos niveles de MP10 y que deben ser gestionados en forma especial, son: alrededor de la fundición Chagres y el sector de Calera-La Cruz.
- Existen altos niveles de MP10 en el sector de Ventanas, pero con poca extensión espacial.
- Los sectores con altos niveles de SO_2 y que deben ser gestionados en forma especial, son: alrededor de la fundición Chagres y el sector donde se ubica la refinería y fundición Ventanas.

14 ANEXO N°2 ENCUESTA DE LEÑA

Encuesta Aplicada

**Inventario de Emisiones Atmosféricas
Encuesta sobre Consumo de Leña a Hogares**

Módulo III. Equipamiento en artefactos de Leña por actividad

4.- Indique como califica usted a los siguientes meses.

	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	1.10	1.11	1.12
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Fríos												
Calurosos o Templados												

5.- Desde que Usted vive en esta ciudad

1. Usa actualmente leña. Sí Pase a pregunta 6
2. Deje de usarla → **FIN**
3. Nunca la he usado → **FIN**

	6. nIndique si usa leña para cada una de las siguientes actividades <i>en Meses Fríos</i> . En caso que el uso del combustible sea en forma esporádica utilice la letra E		7. Indique si usa leña para cada una de las siguientes actividades. Meses Calurosos o templados.	
	a.- Cocinar	b.- Calefaccionar	a.- Cocinar	b.- Calefaccionar
	a.1.- Si/No	a.2.- Si/No	b.1.- Si/No	b.2.- Si/No
1. Leña.				
2. Briquetas Pellets				
3. Otro. Biomasa Especifique				

8. ¿Qué tipo de artefactos a leña posee y /o utiliza? *Utilice una fila por cada artefacto a leña que posea. Si posee más de un artefacto de del mismo tipo se repetirá el artefacto*

<p>8.a.- Artefacto</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Cocina a leña 2) Salamandra 3) Combustión lenta 4) Chimenea tradicional 5) Insert 6) Horno de barro o ladrillo 7) Brasero 8) Otro. Especificar. <p>Para cada artefacto especificar marca (5.a2).</p>				<p>8.b.- ¿Para que lo utiliza?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Cocinar 2) Calefacción 3) Calentar Agua 4) Otro. Especifique: _____ 5) No lo utiliza. ¿Por qué? <p><i>Respuesta múltiple entre (19b1, 19b2, 19b3, 19b4) y única si es 19b5.</i></p> <p><i>Si no lo utiliza 19b5 para algún artefacto, especificar el por qué en 19b5_e</i></p>					
	8.a1 Tipo	8.a2 Marca	8.a3 Modelo	8.b1	8.b2	8.b3	8.b4	8.b5	8.b5_e
1									
2									

3									
4									

9. Respecto a la forma de operar su estufa a leña. Suponga un día muy frío y de uso normal de la combustión enta .

9a.- A parte de leña, quema, puede ser mas de una alternativa	SI	NO
9a.1.- Briquetas o Pellets		
9a.2.- Residuos (basura tal como: pañales, plásticos, bolsas, envases de alimento, etc.)		
9a.3. Restos de madera sin pintura		
9a.4.- Restos de madera con pintura		
9a.5.- Aserrín		
9a.6.- Siempre usa Leña		

9.b.- Cuales de las siguientes prácticas usted acostumbra a realizar:	
9b.1.- Una vez que ha encendido la estufa, mantiene el tiraje:	
a. Completamente abierto.	
b. A la mitad	
c. Cerrado	
9b.2.- Una vez que se ha encendido, llena completamente la cámara de leña	
	SI:
	NO:
9b.3.- Que diámetro promedio tienen los leños que utiliza? Unidad en Cms	
9b.5.- Deja funcionando la estufa durante toda la noche.	
	SI:
	NO:
9b.6.- Al retirarse a dormir, cierra el tiraje al mínimo?	
	SI:
	NO:

Módulo IV. Consumo de leña.

10.-¿Qué tipo de leña compra o consigue?

	a. Tipo de leña 1. Hualle/Roble 2. Espino 3. Pino 4. Eucaliptus 5. Aromo 6. Desechos Industriales (aserrín, tapas, despuntes) 7. Desechos Forestales (ramas, troncos muertos) 8. No sabe. 9. Otro. Especifique	b. ¿Cuánta leña de este tipo consume al año? Indique cantidad, unidad y tipo de medida Unidad: 1. Metros 2. Metro lineal 3. Metro Cúbico 4. Sacos 5. Kilos 6. Canastas 7. Carretilla 8. Carretón de Caballo 9. Otro. Especifique Menciones si la cantidad es:			c. ¿Cuál es el estado de Humedad de la leña cuando la obtiene? 1. Seca. 2. Semi Húmeda 3. Húmeda 4. Lo desconoce	d. ¿Cómo la almacena? 1. En bodega bajo techo 2. Al aire libre 3. Al aire libre, pero cubierta (plástico, lona u otro) 4. picada + de una opción.
	10.a	10.b1 Cant.	10.b2 Unidad	10.b3 Tipo	10.c	10.d
1						
2						
3						
4						

11.- Forma de uso de la leña. **Puede haber más de una opción.**

.11a.- ¿Cómo usa la leña?		11b.- Si usa leña húmeda o mezclada, indique: ¿Por qué?		11c.-¿Cómo reconoce la leña seca?	
11.a1.- Seca		11b1 Dura más		11c1.- Más liviana.	
				11c2.- Por el color	
11.a2.- Húmeda		11b2 Otra razón		11c3.- Se informa cuando la obtiene	
				11c4.- Todas las anteriores	
11.a3.- Mezclada (seca-húmeda)		11b3 Especifique que otra razón		11c5.- No sabe	
				11c6.- Otra	
				11c7.- especificar	

12.- Del total de leña que compra en el año ¿Cuánto usa por mes?

1 : Nada	2. Poco	3: Regular	4. Suficiente	5. Mucho
----------	---------	------------	---------------	----------

Uso	01 Enero	02 Feb.	03 Marzo	04 Abril	05 Mayo	06 Junio	07 Julio	08 Ago	09 Sept	10 Oct	11 Nov	11 Dic
Cocinar												
Calefaccionar												
Otra_____												

Nota para el entrevistador. Es importante que las respuestas sean relativas al mismo uso y no comparar entre usos distintos, por ejemplo no indicar que en Junio el uso para cocinar es poco con respecto al consumo para calefaccionar, si no indicar como es el consumo en Junio para **cocinar en relación al consumo específico para cocinar.**

13.- ¿En qué horarios usted mantiene encendido sus **artefactos de calefacción**? Indique la alternativa de hora en cada tramo de días de la semana (hora de encendido, periodo de encendido, hora de apagado).

13.a USO MES "Fríos"
"Calurosos o templados"

HORAS	LUN -JUEV	VIE	SAB	DGO
5 -7				
7 - 9				
9 - 11				
11 - 13				
13 - 15				
15 - 17				
17 - 19				
19-21				
21-23				
23 - 1				
1 - 3				
3-5				

13.b USO MES

HORAS	LUN -JUEV	VIE	SAB	DGO
5 -7				
7 - 9				
9 - 11				
11 - 13				
13 - 15				
15 - 17				
17 - 19				
19-21				
21-23				
23 - 1				
1 - 3				
3-5				

14. ¿En qué horarios usted mantiene encendido sus **artefactos para cocinar**? Indique la alternativa de hora en cada tramo de días de la semana (hora de encendido, periodo de encendido, hora de apagado).

14.a MES "Fríos"
"Calurosos o templados"

HORAS	LUN -JUEV	VIE	SAB	DGO
5 -7				
7 - 9				
9 - 11				
11 - 13				
13 - 15				
15 - 17				
17 - 19				
19-21				
21-23				
23 - 1				
1 - 3				
3-5				

14.b MES

HORAS	LUN -JUEV	VIE	SAB	DGO
5 -7				
7 - 9				
9 - 11				
11 - 13				
13 - 15				
15 - 17				
17 - 19				
19-21				
21-23				
23 - 1				
1 - 3				
3-5				

15 ANEXO N°3 ESTIMACION GRANDES FUENTES FIJAS

Metodología de estimación de emisiones en grandes fuentes.

- **AES GENER S.A. – Central Ventanas**

La central termoeléctrica de Ventanas al año 2008 cuenta dos unidades generadoras a carbón (calderas acuotubulares) con una potencia eléctrica total de 338 MW. Cada unidad está conectada a un precipitador electrostático de tres campos que retiene las partículas suspendidas en el flujo de gases de escape de los ductos de salida, reduciendo las emisiones de material particulado a la atmósfera. El carbón utilizado puede ser bituminoso como subbituminoso y se emplea en estado pulverizado.

La recepción del carbón se hace a través de Puerto Ventanas S.A., quien arrienda sus instalaciones a Aes Gener para la recepción de carbón a través de barcos de graneles y su transporte hasta la cancha de almacenamiento es mediante cinta transportadora cubierta. Éste carbón es descargado en zonas de acopio mediante una correa giratoria y luego es distribuido mediante cargadores frontales para su posterior uso como combustible en las unidades de generación.

Unidades Generadoras N° 1 y N° 2:

El ciclo operacional 2008 de ambas unidades y la cantidad de combustible consumido se muestran a continuación:

Tabla 246. Ciclo Operación 2008 Unidades 1 y 2

UNIDAD	Días Operación	Horas Operación	Combustible Consumido (Ton/Año)
N° 1	339	8.136	359.020
N° 2	332	7.968	627.367

Fuente: AES Gener.

Tabla 247. Mediciones Isocinéticas Unidad 1 y 2

Unidad	Fecha Medición	Concentración PTS (mg/Nm ³)	Concentración CO (mg/Nm ³)	Concentración NOX (mg/Nm ³)	Concentración SO ₂ (mg/Nm ³)	Caudal bs (Nm ³ /h)
Unidad 1	08/04/2008	23	37,4	398,7	427,9	593.575
Unidad 2	09/04/2008	37	21,7	757,7	772,09	904.445

Fuente: AES Gener.

Para la estimación de las emisiones de PM₁₀ y PM_{2,5} se utilizan los factores de especiación por tamaño de partícula de AP42 de la EPA, en su capítulo 1 "Fuentes de Combustión Externa", Sección 1.1 "Combustión de carbón bituminoso y subbituminoso", Table 1.1-6. CUMULATIVE PARTICLE SIZE DISTRIBUTION AND SIZE-SPECIFIC EMISSION FACTORS FOR DRY BOTTOM BOILERS BURNING PULVERIZED BITUMINOUS AND SUBBITUMINOUS COAL, Controlled ESP, para la especiación química del material particulado se usa el perfil de especiación de "SPECIATE Data, Profile ID. 3193, Coal Combustion". Para la especiación química de los VOCs se usa el perfil de especiación "SPECIATE Data, Profile ID. 1178, Coal-Fired Boiler - Electric Generation".

Tabla 248. Emisiones estimadas con muestreo Unidad 1 y 2

Unidad	PM ₁₀ (Ton/año)	PM _{2,5} (Ton/año)	CO (Ton/año)	NOx (Ton/año)	SO ₂ (Ton/año)	Ni (Ton/año)	Pb (Ton/año)	Hg (Ton/año)
Unidad 1	74,4	32,2	304,3	3.243,8	3.481,4	0,01	0,057	0,015
Unidad 2	178,6	77,3	172,9	6.037,3	6.152,0	0,024	0,137	0,026

Fuente: elaboración propia

Para el caso de las calderas a carbón se pueden estimar también sus emisiones mediante el uso de factores de emisión del AP-42, los que son indicados en la tabla 2-9 de la "Guía metodológica" que forma parte de este informe.

En el caso del material particulado el factor indicado corresponde al de calderas de generación eléctrica a carbón, pero sin control de emisiones, si se supone una eficiencia de captación de un 99 % de eficiencia en este equipo de control las emisiones estimadas serían las siguientes:

Tabla 249. Emisiones estimadas con FE Unidad 1 y 2

Unidad	PM ₁₀ (Ton/año)	PM _{2,5} (Ton/año)	CO (Ton/año)	NOx (Ton/año)	SO ₂ (Ton/año)
Unidad 1	96,22	41,65	1.346,33	254,90	3.888,19
Unidad 2	168,13	72,77	2.352,63	445,43	6.794,38

Fuente: elaboración propia

Al comparar las emisiones estimadas mediante mediciones y mediante factores de emisión se puede estimar que la eficiencia durante la medición pudo ser mayor al 99 % en la unidad 1, sin embargo en la práctica esta eficiencia es variable en el tiempo dependiendo de las condiciones de operación tales como calidad del carbón utilizado, contenidos de cenizas y azufre, estado de mantención y operación de los equipos de control y transporte de los gases, condiciones climáticas y de alimentación de energía de los equipos.

La diferencia en las estimaciones de CO y NOx pueden deberse a la tecnología de los quemadores utilizados, los que pueden privilegiar la eficiencia de combustión aumentando las emisiones de NOx y reduciendo las de CO. Las emisiones de SOx son similares en magnitud y la pequeña diferencia se debe al contenido de azufre real del combustible utilizado.

Con la puesta en vigencia de la norma de termoeléctricas, se deberá implementar el monitoreo continuo de este tipo de fuentes, por lo cual se dispondrá de información que describe en forma permanente la variación en la magnitud de las emisiones permitiendo llevar una contabilidad mas ajustada a la realidad y permitirá identificar las condiciones de operación que requieran de ajustes técnicos a la operación con el fin de controlar las emisiones correspondientes.

- **AES GENER S.A. – Central Laguna Verde**

La central termoeléctrica de Laguna Verde al año 2008 cuenta con cuatro unidades generadoras a carbón (calderas acuotubulares) del tipo parrilla móvil.

Cada unidad está conectada a un multiciclón que retiene las partículas suspendidas en el flujo de gases de escape de los ductos de salida, reduciendo las emisiones de material particulado a la atmósfera. El carbón utilizado puede ser bituminoso como subbituminoso y se emplea en estado granulado.

Unidades Generadoras N° 1, 2, 3 y 4:

El ciclo operacional 2008 de ambas unidades y la cantidad de combustible consumido se muestran a continuación:

Tabla 250. Ciclo Operación 2008 Unidades 1, 2, 3 y 4.

UNIDAD	Días Operación	Horas Operación	Combustible Consumido (Ton/Año)
N° 1	274	6.064	45.282
N° 2	274	6.064	45.282
N° 3	335	7.589	45.282
N° 4	335	7.589	45.282

Fuente: AES Gener.

Tabla 251. Mediciones Isocinéticas Unidad 1 y 2, 3 y 4.

Unidad	Fecha Medición	Concentración PTS (mg/Nm ³)	Caudal bs (Nm ³ /h)
Unidad 1 y 2	13/09/2007	3.057,9	154.696
Unidad 3 y 4	14/09/2007	2.194,1	158.524

Fuente: AES Gener.

Para la estimación de las emisiones de PM₁₀ y PM_{2,5} se utilizan los factores de especiación por tamaño de partícula de AP42 de la EPA, en su capítulo 1 "Fuentes de Combustión Externa", Sección 1.1 "Combustión de carbón bituminoso y subbituminoso", Table 1.1-6. CUMULATIVE PARTICLE SIZE DISTRIBUTION AND SIZE-SPECIFIC EMISSION FACTORS FOR OVERFEED STOKERS BURNING BITUMINOUS COAL, Multiple Cyclones Controlled, para la especiación química del material particulado se usa el perfil de especiación de "SPECIATE Data, Prof ID. 3193". Para la especiación química de los VOCs se usa el perfil de especiación "SPECIATE Data, Profile ID. 1178, Coal-Fired Boiler - Electric Generation".

Tabla 252. Emisiones estimadas Unidad 1, 2, 3 y 4

Unidad	PM ₁₀ (Ton/año)	PM _{2,5} (Ton/año)	CO (Ton/año)	NOx (Ton/año)	SO ₂ (Ton/año)	Ni (Ton/año)	Pb (Ton/año)	Hg (Ton/año)
Unidad 1 y 2	1.568,33	1.226,15	64,3	339,62	980,81	0,25	1,46	0,004
Unidad 3 y 4	1409,88	1102,3	64,3	339,62	980,81	0,23	1,31	0,004

Fuente: elaboración propia

Para el caso de las calderas a carbón se pueden estimar también sus emisiones mediante el uso de factores de emisión del AP-42, los que son indicados en la tabla 2-9 de la "Guía metodológica" que forma parte de este informe.

En el caso del material particulado el factor indicado corresponde al de calderas de generación eléctrica a carbón, pero sin control de emisiones, si se supone una eficiencia de captación de un 50 % de eficiencia en el equipo de control las emisiones estimadas serían las siguientes:

Tabla 253. Emisiones estimadas con FE Unidad 1, 2, 3 y 4

Unidad	PM ₁₀ (Ton/año)	PM _{2,5} (Ton/año)
Unidad 1 y 2	996,20	778,85
Unidad 3 y 4	996,20	778,85

Fuente: elaboración propia

Al comparar las emisiones estimadas se puede inferir que durante la medición realizada la eficiencia real de los equipos de control para el material particulado es menor al 50 % de eficiencia de captura, en el caso de las emisiones de gases estos son estimados solo mediante factores de emisión.

Con la entrada en vigencia de la norma de termoeléctricas estas fuentes tendrán que reducir fuertemente sus emisiones para poder operar cumpliendo la norma.

- **AES GENER S.A. – Central Los Vientos.**

La central termoeléctrica de Los Vientos al año 2008 cuenta una turbina a gas de generación, que opera con petróleo diesel como combustible e inyección de vapor como control de emisiones de NOx.

Unidad Generadora N° 1:

El ciclo operacional 2008 de la unidad y la cantidad de combustible consumido se muestran a continuación:

Tabla 254. Ciclo Operación 2008 Unidades 1, 2, 3 y 4.

UNIDAD	Días Operación	Horas Operación	Combustible Consumido (Ton/Año)
N° 1	144	3.441	103.238

Fuente: AES Gener.

Para la estimación de las emisiones de PM₁₀, PM_{2,5} y gases se utilizan solo los factores de turbinas diesel de la "Guía RETC", en el caso del factor de emisión de NOx se ha considerado la mitigación por inyección de vapor, para la especiación química del material particulado se usa el perfil de especiación de "SPECIATE Data, Prof ID. 4736".

Tabla 255. Emisiones estimadas con FE Unidad 1

Unidad	PM ₁₀ (Ton/año)	PM _{2,5} (Ton/año)	CO (Ton/año)	NOx (Ton/año)	SO ₂ (Ton/año)
Unidad 1	17,57	2,85	6,65	485,22	426,37

Fuente: elaboración propia

- **AES GENER S.A. – Central Laguna Verde Turbogas.**

La central termoeléctrica de Laguna Verde al año 2008 cuenta una turbina a gas de generación, que opera con petróleo diesel como combustible.

Unidad Generadora N° 1:

El ciclo operacional 2008 de la unidad y la cantidad de combustible consumido se muestran a continuación:

Tabla 256. Ciclo Operación 2008 Unidad 1.

UNIDAD	Días Operación	Horas Operación	Combustible Consumido (Ton/Año)
N° 1	151	2.196	9.901

Fuente: AES Gener.

Para la estimación de las emisiones de PM₁₀, PM_{2,5} y gases se utilizan solo los factores de turbinas diesel de la "Guía RETC", para la especiación química del material particulado se usa el perfil de especiación de "SPECIATE Data, Prof ID. 4736". Para la especiación química de los VOCs se usa el perfil de especiación "SPECIATE Data, Profile ID. 0002 External Combustion Boiler - Distillate Oil.

Tabla 257. Emisiones estimadas Unidad 1

Unidad	PM ₁₀ (Ton/año)	PM _{2,5} (Ton/año)	CO (Ton/año)	NOx (Ton/año)	SO ₂ (Ton/año)
Unidad 1	1,69	0,27	0,63	46,54	40,89

Fuente: elaboración propia

- **Hidroeléctrica La Higuera S.A. Central Respaldo Colmito.**

La central termoeléctrica de respaldo Colmito al año 2008 cuenta una turbina a gas de generación, que opera con petróleo diesel como combustible, e inyección de vapor como control de emisiones de NOx.

Unidad Generadora N° 1:

El ciclo operacional 2008 de la unidad y la cantidad de combustible consumido se muestran a continuación:

Tabla 258. Ciclo Operación 2008 Unidad 1.

UNIDAD	Días Operación	Horas Operación	Combustible Consumido (Ton/Año)
N° 1	20	99,4	1.037,3

Fuente: La higuera S.A.

Para la estimación de las emisiones de PM₁₀, PM_{2,5} y gases se utilizan los factores de turbinas diesel de la "Guía RETC" , para la especiación química del material particulado se usa el perfil de especiación de "SPECIATE Data, Prof ID. 4736". Para la especiación química de los VOCs se usa el perfil de especiación "SPECIATE Data, Profile ID. 0002 External Combustion Boiler - Distillate Oil.

Tabla 259. Emisiones estimadas Unidad 1

Unidad	PM ₁₀ (Ton/año)	PM _{2,5} (Ton/año)	CO (Ton/año)	NOx (Ton/año)	SO ₂ (Ton/año)
Unidad 1	0,18	0,03	0,07	4,88	4,28

Fuente: elaboración propia

- **COMPAÑIA ELECTRICA SAN ISIDRO, CENTRAL SAN ISIDRO I**

La central termoeléctrica San Isidro I al año 2008 cuenta una turbina a gas de generación, que opera con petróleo diesel y Gas Natural como combustible.

Unidad Generadora N° 1:

El ciclo operacional 2008 de la unidad y la cantidad de combustible consumido se muestran a continuación:

Tabla 260. Ciclo Operación 2008 Unidad 1.

UNIDAD	Días Operación	Horas Operación	Consumo Diesel (Ton/Año)	Consumo GNC (Ton/Año)
Nº 1	198	4.764	103.640	203.962

Fuente: San Isidro S.A.

Para la estimación de las emisiones de PM₁₀, PM_{2,5} y gases se utilizan solo los factores de turbinas diesel de la "Guía RETC", para la especiación química del material particulado se usa el perfil de especiación de "SPECIATE Data, Prof ID. 4736". Para la especiación química de los VOCs se usa el perfil de especiación "SPECIATE Data, Profile ID. 0002 External Combustion Boiler - Distillate Oil.

Tabla 261. Emisiones estimadas Unidad 1

Unidad	PM ₁₀ (Ton/año)	PM _{2,5} (Ton/año)	CO (Ton/año)	NOx (Ton/año)	SO ₂ (Ton/año)
Unidad 1 con Diesel	17,64	2,86	6,63	487,1	428,04
Unidad 1 con GNC	34,47	34,47	386,09	1.286,9	2,75

Fuente: Elaboración propia

- **EMPRESA NACIONAL DE ELECTRICIDAD S.A, CENTRAL SAN ISIDRO II**

La central termoeléctrica San Isidro I al año 2008 cuenta una turbina a gas de generación, que opera con petróleo diesel y Gas Natural como combustible.

Unidad Generadora Nº 1:

El ciclo operacional 2008 de la unidad y la cantidad de combustible consumido se muestran a continuación:

Tabla 262. Ciclo Operación 2008 Unidad 1.

UNIDAD	Días Operación	Horas Operación	Consumo Diesel (Ton/Año)	Consumo GNC (Ton/Año)
Nº 1	211	5070	288.526	234,3

Fuente: ENE S.A.

Para la estimación de las emisiones de PM₁₀, PM_{2,5} y gases se utilizan los factores de turbinas diesel de la "Guía RETC", para la especiación química del material particulado se usa el perfil de especiación de "SPECIATE Data, Prof ID. 4736". Para

la especiación química de los VOCs se usa el perfil de especiación "SPECIATE Data, Profile ID. 0002 External Combustion Boiler - Distillate Oil.

Tabla 263. Emisiones estimadas Unidad 1

Unidad	PM ₁₀ (Ton/año)	PM _{2,5} (Ton/año)	CO (Ton/año)	NOx (Ton/año)	SO ₂ (Ton/año)
Unidad 1 con Diesel	49,11	7,96	18,47	1.356,07	1.191,6
Unidad 1 con GNC	0,03	0,03	0,31	1,05	0,02

Fuente: Elaboración propia

- **COLBUN S.A, TERMOELECTRICA NEHUENCO**

Unidad Generadora N° 1:

El ciclo operacional 2008 de la unidad y la cantidad de combustible consumido se muestran a continuación:

Tabla 264. Ciclo Operación 2008 Unidad 1.

UNIDAD	Días Operación	Horas Operación	Consumo Diesel (Ton/Año)	Consumo GNC (Ton/Año)
N° 1	48,2	1.154	51.597	0

Fuente: Colbún S.A.

Para la estimación de las emisiones de PM₁₀, PM_{2,5} y gases se utilizan los factores de turbinas diesel de la "Guía RETC" , para la especiación química del material particulado se usa el perfil de especiación de "SPECIATE Data, Prof ID. 4736". Para la especiación química de los VOCs se usa el perfil de especiación "SPECIATE Data, Profile ID. 0002 External Combustion Boiler - Distillate Oil.

Tabla 265. Emisiones estimadas Unidad 1

Unidad	PM ₁₀ (Ton/año)	PM _{2,5} (Ton/año)	CO (Ton/año)	NOx (Ton/año)	SO ₂ (Ton/año)
Unidad 1 con Diesel	8,87	1,42	3,3	242,5	213,1
Unidad 1 con GNC	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

Unidad Generadora N° 2:

El ciclo operacional 2008 de la unidad y la cantidad de combustible consumido se muestran a continuación:

Tabla 266. Ciclo Operación 2008 Unidad 2.

UNIDAD	Días Operación	Horas Operación	Consumo Diesel (Ton/Año)	Consumo GNC (Ton/Año)
Nº 2	269	6.517	367.630	26.090

Fuente: Colbún S.A.

Para la estimación de las emisiones de PM₁₀, PM_{2,5} y gases se utilizan los factores de turbinas diesel de la "Guía RETC" , para la especiación química del material particulado se usa el perfil de especiación de "SPECIATE Data, Prof ID. 4736". Para la especiación química de los VOCs se usa el perfil de especiación "SPECIATE Data, Profile ID. 0002 External Combustion Boiler - Distillate Oil.

Tabla 267. Emisiones estimadas Unidad 2

Unidad	PM ₁₀ (Ton/año)	PM _{2,5} (Ton/año)	CO (Ton/año)	NOx (Ton/año)	SO ₂ (Ton/año)
Unidad 2 con Diesel	62,57	10,15	23,53	1.727,8	1.518,3
Unidad 2 con GNC	4,41	4,41	49,39	164,6	0,35

Fuente: Elaboración propia

Unidad Generadora Nº 3:

El ciclo operacional 2008 de la unidad y la cantidad de combustible consumido se muestran a continuación:

Tabla 268. Ciclo Operación 2008 Unidad 3.

UNIDAD	Días Operación	Horas Operación	Consumo Diesel (Ton/Año)	Consumo GNC (Ton/Año)
Nº 3	64,6	1.551	40.245	20.727

Fuente: Colbún S.A.

Para la estimación de las emisiones de PM₁₀, PM_{2,5} y gases se utilizan los factores de turbinas diesel de la "Guía RETC" , para la especiación química del material particulado se usa el perfil de especiación de "SPECIATE Data, Prof ID. 4736". Para la especiación química de los VOCs se usa el perfil de especiación "SPECIATE Data, Profile ID. 0002 External Combustion Boiler - Distillate Oil.

Tabla 269. Emisiones estimadas Unidad 3

Unidad	PM ₁₀ (Ton/año)	PM _{2,5} (Ton/año)	CO (Ton/año)	NOx (Ton/año)	SO ₂ (Ton/año)
Unidad 3 con Diesel	6,85	1,11	2,58	189,15	166,21
Unidad 3 con GNC	4,12	4,12	46,16	153,87	0,33

Fuente: Elaboración propia

- **CODELCO – División Ventanas**

Codelco División Ventanas, es una fundición y refinería de cobre que produce cátodos de cobre, lingotes de oro y granalla de plata. La capacidad de fusión de concentrados de Ventanas fue de 410.878 toneladas métricas secas para el año 2008.

Características de las fuentes fijas.

Los datos operacionales de las fuentes fijas industriales se muestran a continuación:

Tabla 270. Información operacional fuentes Codelco – Ventanas 2006

NOMBRE FUENTE	HRS/DIA	DIAS/AÑO	COMBUSTIBLE	CONSUMO COMBUSTIBLE (TON/AÑO)	MATERIA PRIMA	TOTAL PROCESADO (TON/AÑO)
Caldera Vapor Kw-3	24	346	Gas Natural	1.395,2		
			Petróleo Nº2	1.565,9		
Caldera Vapor Kw-4	20,09	254	Gas Natural	861,05		
			Petróleo Nº2	1.337,66		
Caldera Vapor Kw-5	20,21	239	Gas Natural	1.833,36		
			Petróleo Nº2	1.665,86		
Convertidor Pierce-Smith CPS 1	24	207	Petróleo Nº2	866,7	Cobre blíster	34.939
Convertidor Pierce-Smith CPS 2	24	246	Petróleo Nº2	101,05	Cobre blíster	42.224
Convertidor Pierce-Smith CPS 3	24	187	Petróleo Nº2	710,6	Cobre blíster	32.528
Convertidor Teniente CT	24	365	Petróleo Nº2	447,16	Concentrado Seco	410.878
Descarga de Concentrados de Cobre desde Camiones (8% Humedad)	6,00	365	Sin Combustible		Concentrado Seco	410.878
Generador De Emergencia #1	8	40	Petróleo Nº2	61,42		

Generador De Emergencia #2	8	33	Petróleo Nº2	49,61		
Horno Basculante	23	322	Gas Natural	2.131,5	Ánodos de cobre	79.169
			Petróleo Nº2	1.705,9		
Horno Eléctrico (He) Limpieza De Escorias	24	365	Sin Combustible		Escoria CT	279.246
Horno Refino #1 - Raf 1-1	24	209	Gas Natural	543,5	Ánodos de cobre	62.950
Horno Refino #1 - Raf 1-2			Petróleo Nº2	155,28		
Horno Refino #1 - Raf 1-3			Petróleo Nº6	5.842,2		
Horno Refino #2 - Raf 1-1	24	239	Petróleo Nº6	5.572,3	Ánodos de cobre	50.137
Horno Refino #2 - Raf 1-2			Petróleo Nº2	21,17		
Horno Retención (Reten)	24,00	345,00	Gas Natural	737,02	Blister Liquido	43.125,00
			Petróleo Nº2	0		
Horno Rotatorio Planta De Secado	24,00	346,00	Gas Natural	3.018,77	Concentrado De Cobre	410.878
Horno Tostador De Selenio #1	19,20	365,00	Sin Combustible		Barro Anódico Descubrizado	200.064
Horno Tostador De Selenio #2	19,20	365,00	Sin Combustible		Barro Anódico Descubrizado	168.714
Horno Tostador De Selenio #3	19,20	365,00	Sin Combustible		Barro Anódico Descubrizado	194.586
Horno Tostador De Selenio #4	19,20	365,00	Sin Combustible		Barro Anódico Descubrizado	183.955
Horno Troff - Plamen 1-2	24,00	365,00	Gas Natural	262,05	Calcina	687.277
Lixiviación Barro Anódico Descubrizado #1	24,00	360,00	Sin Combustible			
Lixiviación Barro Anódico Descubrizado #2	24,00	360,00	Sin Combustible			
Tolva 500 Toneladas	24,00	346,00	Sin Combustible		Concentrado De Cobre 8% Humedad	410.878
Chancado De Mineral Grueso 10~25 De Ley (Primario Y Secundario)	6,00	353,00	Sin Combustible			22.661

Fuente: Codelco.

Emisiones

Especificación de Material Particulado por Fuente:

La relación de tamaño existente entre el material particulado total (medido como PTS por los muestreos isocinéticos) y sus fracciones más finas (MP₁₀ y MP_{2,5}) se obtiene a través de factores de distribución de tamaño según el tipo de fuente, tipo de combustible consumido y equipo de control asociado. La fuente de

información desde la que se obtuvo esta relación corresponde al documento: "Compilation of Air Pollutant Emission Factors – Volume I: Stationary and Area Sources" – AP42 de la EPA, Quinta Edición.

Para el caso de aquellas fuentes que queman Gas Natural se consideró un factor de tamaño de partícula igual al usado por calderas industriales.

Cálculo de Emisiones

La empresa ingresa mediante la declaración de emisiones del DS 138, las campañas de mediciones isocinéticas realizadas durante 2008 por CIMM Ltda. Las emisiones totales (Ton/año) de material particulado para algunas fuentes, que se presentan en la tabla anterior, se obtuvieron multiplicando las emisiones en [kg/hr] por las horas y días de operación de cada unidad.

a. Planta de Secado

La planta de secado esta constituida por un horno rotatorio de secado con un filtro de mangas como equipo de control de emisiones de material particulado.

Tabla 271. Medición Isocinética Planta de Secado 2008

Fecha Medición	Concentración (mg/Nm ³)	Caudal bs (Nm ³ /h)	Temperatura (°C)	Velocidad (m/s)	Emisión (kg/hr)
09-12-2008	602,2	44.262	112	17,9	11,9

Fuente: Codelco.

Para la estimación de las emisiones de PM₁₀, PM_{2,5} y gases se utilizan los factores de Table 12.3-4 PARTICLE SIZE DISTRIBUTION AND SIZE-SPECIFIC EMISSION FACTORS FOR MULTIPLE HEARTH ROASTER AND REVERBERATORY SMELTER OPERATIONS, ESP Controlled, para la especiación química del material particulado se usa el perfil de especiación de "SPECIATE Data, Prof ID. 91008 "Copper Production – Composite".

Tabla 272. Emisiones estimadas Planta Secado

Unidad	PM ₁₀ (Ton/año)	PM _{2,5} (Ton/año)	CO (Ton/año)	NOx (Ton/año)	SO ₂ (Ton/año)	As (Ton/año)	Pb (Ton/año)	Zn (Ton/año)
Planta	197,03	167,47	2,88	22,2	72,2	49,26	31,5	8,98

secado							
--------	--	--	--	--	--	--	--

Fuente: elaboración propia

Las emisiones de gases son estimadas con factores de calderas y corresponde a la suma de las emisiones por combustión de los tres tipos de combustibles utilizados en la fuente durante el año 2008.

Para el caso del secador de concentrado se pueden estimar también sus emisiones mediante el uso de factores de emisión del AP-42, los que son indicados en la tabla 2-25 de la "Guía metodológica" que forma parte de este informe.

En el caso del material particulado el factor indicado corresponde al del secador, pero sin control de emisiones, si se supone una eficiencia de captación de un 90 % de eficiencia en el equipo de control las emisiones estimadas serían las siguientes:

Tabla 273. Emisiones estimadas con FE secador

Unidad	PM ₁₀ (Ton/año)	PM _{2,5} (Ton/año)	SO ₂ (Ton/año)
Secador de concentrado	205,44	174,624	205,44

Fuente: elaboración propia

Al comparar las emisiones estimadas se puede inferir que durante la medición realizada la eficiencia real del filtro de mangas para el material particulado es similar al 90 % de eficiencia de captura, en el caso de las emisiones de SO₂ la emisión de gases estimados mediante factores de emisión de calderas entrega un valor menor al de la estimación que considera las emisiones del proceso, esta situación es variable dependiendo de la temperatura a la cual es operado el secador de concentrado.

El valor de eficiencia en un filtro de mangas de 90% es un valor bastante bajo, lo que puede indicar que no se encuentra en condiciones óptimas de operación.

Si las temperaturas de operación del secador de concentrado son muy altas, aumentan las emisiones de SO₂, de sustancias de baja volatilidad como el arsénico, plomo y mercurio, además que las mangas tienden a quemarse o envejecerse, reduciendo su vida útil y aumentando las emisiones de material particulado. Este tipo de fuentes requiere de un control especial en la magnitud de sus emisiones el que puede ser establecido mediante la norma de emisión de fundiciones primarias de cobre que se encuentra en estudio por el MMA.

b. Horno Basculante

Tabla 274. Medición Isocinética Horno Basculante 2008

Fecha Medición	Concentración (mg/Nm ³)	Caudal bs (Nm ³ /h)	Temperatura (°C)	Velocidad (m/s)	Emisión (kg/hr)
06-11-2008	393,3	24.582	73	5,4	10,4

Fuente: Codelco.

Para la estimación de las emisiones de PM₁₀, PM_{2,5} y gases se utilizan los factores de Guía RETC para combustión de petróleo diesel, para la especiación química del material particulado se usa el perfil de especiación de "SPECIATE Data, Prof ID. S32 002 caldera de combustión de petróleo diesel.

Tabla 275. Emisiones estimadas Horno Basculante

Unidad	PM ₁₀ (Ton/año)	PM _{2,5} (Ton/año)	CO (Ton/año)	NOx (Ton/año)	SO ₂ (Ton/año)
Horno basculante	37,01	37,01	5,24	9,6	7,7

Fuente: Elaboración propia

Las emisiones de gases son estimadas con factores de calderas y corresponde a la suma de las emisiones por combustión de los dos tipos de combustibles utilizados en la fuente durante el año 2008.

Para este tipo de fuentes no existen factores de emisión del AP-42 de EPA, por lo cual no es factible realizar una comparación a la estimación con medición.

c. Horno Reverbero RAF

Tabla 276. Medición Isocinética Horno RAF 2008

Fecha Medición	Concentración (mg/Nm ³)	Caudal bs (Nm ³ /h)	Temperatura (°C)	Velocidad (m/s)	Emisión (kg/hr)
16-12-2008	391,7	24.691	205	9,7	10,1

Fuente: Codelco.

Para la estimación de las emisiones de PM₁₀, PM_{2,5} y gases se utilizan los factores de Guía RETC para combustión de petróleo diesel, para la especiación química del

material particulado se usa el perfil de especiación de "SPECIATE Data, Prof ID. S32 002 caldera de combustión de petróleo diesel.

Tabla 277. Emisiones estimadas Horno RAF

Unidad	PM₁₀ (Ton/año)	PM_{2,5} (Ton/año)	CO (Ton/año)	NOx (Ton/año)	SO₂ (Ton/año)
Horno RAF	64,22	15,41	8,68	56,96	270,77

Fuente: Elaboración propia

Las emisiones de gases son estimadas con factores de calderas y corresponde a la suma de las emisiones por combustión de los tres tipos de combustibles utilizados en la fuente durante el año 2008.

Para este tipo de fuentes no existen factores de emisión del AP-42 de EPA, por lo cual no es factible realizar una comparación a la estimación con medición.

d. Horno Tostador de Selenio – Planta de Metales Nobles

Tabla 278. Medición Isocinética Horno Tostador de Selenio 2008

Fecha Medición	Concentración (mg/Nm³)	Caudal bs (Nm³/h)	Temperatura (°C)	Velocidad (m/s)	Emisión (kg/hr)
10-12-2008	34,5	4.248	23	11,9	0,17

Fuente: Codelco.

Las emisiones fueron medidas a la salida del equipo de control (Lavador de Gases) y es representativa de los cuatro hornos de tostación presentes en la Planta de Metales Nobles.

Para la estimación de las emisiones de PM₁₀, PM_{2,5}, se estima que son similares a las de PTS.

Tabla 279. Emisiones estimadas Horno tostador de Selenio

Unidad	PM₁₀ (Ton/año)	PM_{2,5} (Ton/año)
Horno tostador	1,16	1,16

Fuente: elaboración propia

Para este tipo de fuentes no existen factores de emisión del AP-42 de EPA, por lo cual no es factible realizar una comparación a la estimación con medición.

e. Planta de Ácido Sulfúrico

Tabla 280. Medición Isocinética Planta Ácido Sulfúrico 2008

Fecha Medición	Concentración PTS (mg/Nm ³)	Concentración SO ₂ (mg/Nm ³)	Caudal bs (Nm ³ /h)	Temperatura (°C)	Velocidad (m/s)	Emisión (kg/hr)
12-11-2008	14,3	4.048,3	115.404	70	14,5	1,7

Fuente: Codelco.

La planta de ácido sulfúrico funciona como equipo de control para las emisiones de SO₂ provenientes de la nave de convertidores (Convertidor Teniente y convertidores Pierce-Smith). Estos gases al ingresar a la planta son limpiados para eliminar las impurezas contenidas en el flujo, reduciendo aún más las concentraciones de material particulado en el flujo del gas, que ya había sido tratado mediante equipos de control del tipo Precipitadores Electroestáticos, los que reducen considerablemente las concentraciones de material particulado en el flujo de gases.

Para estimar las emisiones de los CPS se utilizan las emisiones de la planta de ácido y las emisiones de la chimenea de los convertidores CPS:

Tabla 281. Medición Isocinética Chimenea Convertidores CPS 2008

Fecha Medición	Concentración (mg/Nm ³)	Caudal bs (Nm ³ /h)	Temperatura (°C)	Velocidad (m/s)	Emisión (kg/hr)
29-10-2008	279,9	33.712	66	1,5	10,5

Fuente: Codelco.

En el caso del Convertidor Teniente, se consideró las emisiones medidas en la Planta de Ácido.

Para la estimación de las emisiones de PM₁₀, PM_{2,5} y gases se utilizan los factores de la Tabla 12.3-8. SIZE-SPECIFIC EMISSION FACTORS FOR COPPER CONVERTER OPERATIONS ESP Controlled. Para la especiación química del material particulado se usa el perfil de especiación de "AP-42 Data, Prof ID. 2920230".

Tabla 282. Emisiones estimadas Convertidor Teniente

Unidad	PM₁₀ (Ton/año)	PM_{2,5} (Ton/año)	CO (Ton/año)	NOx (Ton/año)	SO₂ (Ton/año)
Convertidor Teniente	3,4	1,98	0,32	1,26	1.056,4

Fuente: Elaboración propia

Las emisiones de gases son estimadas con factores de calderas y corresponde a las emisiones por combustión del combustible utilizado en la fuente durante el año 2008. En el caso del SO₂, corresponde a la suma de un cuarto de las emisiones de la planta de ácido más las generadas por la combustión de petróleo diesel.

Para este tipo de fuentes no existen factores de emisión del AP-42 de EPA, por lo cual no es factible realizar una comparación a la estimación con medición.

Tabla 283. Emisiones fugitivas estimadas Convertidor Teniente

Unidad	PM₁₀ (Ton/año)	PM_{2,5} (Ton/año)	SO₂ (Ton/año)	As (Ton/año)	Pb (Ton/año)	Zn (Ton/año)
Fugitivas Convertidor Teniente	78,8	49,3	821,8	31,59	11,37	10,4

Fuente: Elaboración propia

Las emisiones fugitivas del convertidor Teniente son estimadas a partir solo de factores de emisión de EPA de la Tabla 12.3-10 FUGITIVE EMISSION FACTORS FOR PRIMARY COPPER SMELTERS, Smelting furnace. Para la especiación química del material particulado se usa el perfil de especiación de "AP-42 Data, Prof ID. 2921030".

En el caso de los convertidores Pierce-Smith, se consideró las emisiones provenientes tanto desde la planta de ácidos como de la chimenea de los CPS.

Tabla 284. Emisiones estimadas Convertidores PS

Unidad	PM₁₀ (Ton/año)	PM_{2,5} (Ton/año)	CO (Ton/año)	NOx (Ton/año)	SO₂ (Ton/año)
Convertidores PS	47,9	47,9	1,19	4,74	3.170,6

Fuente: elaboración propia

Para la estimación de las emisiones de PM₁₀, PM_{2,5} se utilizan los factores de la Tabla 12.3-8. SIZE-SPECIFIC EMISSION FACTORS FOR COPPER CONVERTER OPERATIONS ESP Controlled. Para la especiación química del material particulado se usa el perfil de especiación de "AP-42 Data, Prof ID. 2920230".

Las emisiones de SO₂ de los convertidores se estiman a partir del balance de masas de azufre informado por la empresa, se estiman las emisiones restando las emisiones fugitivas estimadas mediante factores de emisión al total de emisiones de azufre informado como emisión. No se consideran las emisiones medidas de SO₂ en la planta de ácido debido a que no son representativas del nivel de emisiones de las fuentes. Para poder realizar un monitoreo eficiente de las emisiones de este tipo de fuente se requiere de un monitoreo continuo en la planta de ácido, chimenea principal y horno eléctrico.

Tabla 285. Emisiones fugitivas estimadas Convertidores Pierce Smith

Unidad	PM ₁₀ (Ton/año)	PM _{2,5} (Ton/año)	SO ₂ (Ton/año)	As (Ton/año)	Pb (Ton/año)	Zn (Ton/año)
Fugitivas Convertidores PS	231,67	144,79	7.129,9	92,77	33,39	30,54

Fuente: Elaboración propia

Las emisiones fugitivas de los convertidores Pierce Smith son estimadas a partir de factores de emisión de EPA de la Tabla 12.3-10 FUGITIVE EMISSION FACTORS FOR PRIMARY COPPER SMELTERS, Converter. Para la especiación química del material particulado se usa el perfil de especiación de "AP-42 Data, Prof ID. 2921130 Primary Copper Converter - Secondary Hood Composite".

f. Horno Eléctrico

Esta unidad se utiliza para el reprocesamiento de la escoria, cuenta con equipo de control del tipo precipitador electrostático.

Tabla 286. Mediciones Isocinéticas Horno Eléctrico 2008

Fecha Medición	PTS (mg/Nm ³)	Arsénico (mg/Nm ³)	Plomo (mg/Nm ³)	Caudal bs (Nm ³ /h)	Temperatura (°C)	Velocidad (m/s)
30-10-2008	293,3	1,4	14,9	58.414	226	18,11

Fuente: Codelco.

Para la estimación de las emisiones de PM₁₀, PM_{2,5} se utilizan los factores los factores de Table 12.3-4 PARTICLE SIZE DISTRIBUTION AND SIZE-SPECIFIC EMISSION FACTORS FOR MULTIPLE HEARTH ROASTER AND REVERBERATORY SMELTER OPERATIONS, ESP Controlled. Para la especiación química del material particulado se usa como perfil de especiación las mediciones realizadas a la fuente.

Tabla 287. Emisiones estimadas Horno eléctrico.

Unidad	PM₁₀ (Ton/año)	PM_{2,5} (Ton/año)	As (Ton/año)	Pb (Ton/año)
Horno eléctrico	150,08	127,6	0,71	7,6

Fuente: Elaboración propia

Para este tipo de fuentes no existen factores de emisión del AP-42 de EPA, por lo cual no es factible realizar una comparación a la estimación con medición.

g. Horno Troff

Tabla 288. Mediciones Isocinéticas Horno Troff 2008

Fecha Medición	Concentración (mg/Nm³)	Caudal bs (Nm³/h)	Temperatura (°C)	Velocidad (m/s)	Emisión (kg/hr)
10/11/2008	340	4.360	34	17,8	1,48

Fuente: Codelco.

Para la estimación de las emisiones de PM₁₀, PM_{2,5} se utilizan los factores los factores de la Guía RETC para gas natural, para la especiación química del material particulado se usa el perfil de especiación de "SPECIATE Data, Prof ID. S32 003".

Tabla 289. Emisiones estimadas Horno Troff.

Unidad	PM₁₀ (Ton/año)	PM_{2,5} (Ton/año)	CO (Ton/año)	NOx (Ton/año)	SO₂ (Ton/año)
Horno Troff	12,14	12,14	0,5	0,59	0,07

Fuente: elaboración propia

Las emisiones de gases son estimadas con factores de calderas y corresponde a las emisiones por combustión del combustible utilizado en la fuente durante el año 2008.

Para este tipo de fuentes no existen factores de emisión del AP-42 de EPA, por lo cual no es factible realizar una comparación a la estimación con medición.

h. Tolva 500

Tabla 290. Medición Isocinética Tolva 500 2008

Fecha Medición	Concentración (mg/Nm³)	Caudal bs (Nm³/h)	Temperatura (°C)	Velocidad (m/s)	Emisión (g/hr)
04-11-2008	11,9	2.207	30	19,0	17,2

Fuente: Codelco.

Esta unidad tiene instalado como equipo de control de particulado un Filtro de Mangas.

Para la estimación de las emisiones de PM₁₀, PM_{2,5} se estima que son similares a los de PTS.

Tabla 291. Emisiones estimadas tolva 500.

Unidad	PM₁₀ (Ton/año)	PM_{2,5} (Ton/año)
Tolva 500	0,23	0,23

Fuente: elaboración propia

Para este tipo de fuentes no existen factores de emisión del AP-42 de EPA, por lo cual no es factible realizar una comparación a la estimación con medición.

- **ANGLOAMERICAN SUR S.A. – FUNDICION CHAGRES**

Chagres es una fundición y refinería de cobre que produce cátodos de cobre. Con un procesamiento de concentrados de cobre de 535.548 Ton para el año 2008.

Cálculo de Emisiones

La empresa ingresa mediante la declaración de emisiones del DS 138, una estimación de cada una de las fuentes que está basada en los promedios de tres mediciones isocinéticas realizadas durante 2008 por JHG Ingeniería.

Planta de Secado

La tabla siguiente muestra el valor de emisión de PTS anual estimado por la empresa.

Tabla 292. Estimación de Planta de Secado 2008

Fuente	Emisión PTS (Ton/año)
Planta de Secado	21,2

Fuente: fundición Chagres

Para la estimación de las emisiones de PM₁₀, PM_{2,5} y gases se utilizan los factores de Table 12.3-4 PARTICLE SIZE DISTRIBUTION AND SIZE-SPECIFIC EMISSION FACTORS FOR MULTIPLE HEARTH ROASTER AND REVERBERATORY SMELTER OPERATIONS, ESP Controlled, para la especiación química del material particulado se usa el perfil de especiación de "SPECIATE Data, Prof ID. 91008.

Tabla 293. Emisiones estimadas Planta Secado

Fuente	PM ₁₀ (Ton/año)	PM _{2,5} (Ton/año)	As (Ton/año)	Pb (Ton/año)	Zn (Ton/año)
Planta secado	10,6	5,3	5,3	3,38	0,96

Fuente: Elaboración propia

El reporte de emisiones de esta empresa no incluye mediciones de gases ni reporte de los consumos de combustible de la fuente, por lo cual no es posible estimar las emisiones de gases. Este tipo de antecedentes debe ser reportado mediante el DS 138.

Para el caso del secador de concentrado se pueden estimar también sus emisiones mediante el uso de factores de emisión del AP-42, los que son indicados en la tabla 2-25 de la "Guía metodológica" que forma parte de este informe.

En el caso del material particulado el factor indicado corresponde al del secador, pero sin control de emisiones, si se supone una eficiencia de captación de un 99 % de eficiencia en el equipo de control las emisiones estimadas serían las siguientes:

Tabla 294. Emisiones estimadas con FE secador

Unidad	PM₁₀ (Ton/año)	PM_{2,5} (Ton/año)	SO₂ (Ton/año)
Secadores de concentrado 1 y 2	26,77	6,69	267,7

Fuente: elaboración propia

Al comparar las emisiones estimadas se puede inferir que durante la medición realizada la eficiencia real del filtro de mangas para el material particulado es superior al 99 % de eficiencia de captura. Estos valores de eficiencia en filtros de mangas se pueden conseguir en equipos en condiciones óptimas de operación, sin embargo estas condiciones son difíciles de obtener en forma continua en este tipo de equipos.

En el caso de las emisiones de SO₂, no es factible mediante la información proporcionada en la declaración de emisiones del DS 138, suponer si las emisiones estimadas en el horno de secado son adicionales a las declaradas como fugitivas totales de la planta.

Hornos de Refino

La planta cuenta con dos hornos de refino que operan con petróleo diesel y petróleo 6 como combustible.

La tabla siguiente muestra el valor de emisión de PTS anual estimado por la empresa.

Tabla 295. Emisiones estimadas Hornos Refino 2008

Fuente	Emisión PTS (Ton/año)
Hornos Refino 1	16,5
Hornos Refino 2	18,7

Fuente: Fundición Chagres

Para la estimación de las emisiones de PM₁₀, PM_{2,5} y gases se utilizan los factores de Guía RETC para combustión de petróleo diesel, para la especiación química del material particulado se usa el perfil de especiación de "SPECIATE Data, Prof ID. S32 002.

Tabla 296. Emisiones estimadas Hornos refino

Unidad	PM₁₀ (Ton/año)	PM_{2,5} (Ton/año)	CO (Ton/año)	NOx (Ton/año)	SO₂ (Ton/año)
Hornos Refino	24,99	18,3	2,01	21,84	76,01

Fuente: Elaboración propia

Las emisiones de gases son estimadas con factores de calderas y corresponde a la suma de las emisiones por combustión de los dos tipos de combustibles utilizados en la fuente durante el año 2008.

Para este tipo de fuentes no existen factores de emisión del AP-42 de EPA, por lo cual no es factible realizar una comparación a la estimación con medición.

Convertidores CPS

La tabla siguiente muestra el valor de emisión de PTS anual estimado por la empresa, para las emisiones de los convertidores, como el promedio de tres mediciones realizadas en la chimenea de la planta de ácido.

Tabla 297. Estimación de Convertidores CPS 2008

Fuente	Emisión (Ton/año)
Convertidores	38,1

Fuente: fundición Chagres

En el caso de los convertidores Pierce-Smith, las emisiones son informadas por el titular sin justificación de los valores estimados.

Tabla 298. Emisiones estimadas Convertidores CPS

Unidad	PM₁₀ (Ton/año)	PM_{2,5} (Ton/año)	CO (Ton/año)	NOx (Ton/año)	SO₂ (Ton/año)
Convertidores CPS	36,48	19,0	0,48	1,93	2,87

Fuente: elaboración propia

Para la estimación de las emisiones de PM₁₀, PM_{2,5} se utilizan los factores de la Tabla 12.3-8. SIZE-SPECIFIC EMISSION FACTORS FOR COPPER CONVERTER

OPERATIONS ESP Controlled. Para la especiación química del material particulado se usa el perfil de especiación de "AP-42 Data, Prof ID. 2920230".

Para este tipo de fuentes no existen factores de emisión del AP-42 de EPA, por lo cual no es factible realizar una comparación a la estimación con medición.

Horno Flash

En el caso del horno flash, la estimación de emisiones corresponde al reporte de la empresa que considera las emisiones medidas en la chimenea fría, durante las sangrías, dos de las mediciones consideradas indican que se trata de la sangría de eje, el reporte incluye los resúmenes de los muestreos por lo cual no se puede identificar adecuadamente cual es la fuente de emisiones medida y si estas emisiones son mitigadas por un equipo de control de emisiones.

Tabla 299. Estimación de emisiones PTS Horno Flash 2008

Fuente	Emisión (Ton/año)
Horno flash	39,9

Fuente: fundición Chagres

Para la estimación de las emisiones de PM₁₀, PM_{2,5} y gases se utilizan los factores de la Tabla 12.3-8. SIZE-SPECIFIC EMISSION FACTORS FOR COPPER CONVERTER OPERATIONS ESP Controlled. Para la especiación química del material particulado se usa el perfil de especiación de "AP-42 Data, Prof ID. 2920230".

Tabla 300. Emisiones estimadas Horno Flash

Fuente	PM ₁₀ (Ton/año)	PM _{2,5} (Ton/año)	CO (Ton/año)	NOx (Ton/año)	SO ₂ (Ton/año)
Horno Flash	28,33	20,75	2,14	22,72	78,54

Fuente: elaboración propia

Las emisiones de gases son estimadas con factores de calderas y corresponde a las emisiones por combustión de los combustibles utilizados en la fuente durante el año 2008.

Emisiones fugitivas.

La empresa informa de la estimación de emisiones fugitivas de PM₁₀ de la planta, con un factor de emisión estimado previamente con el estudio "OPTIMIZACIÓN FUNDICIÓN CHAGRES, INGENIERÍA DE DETALLES CON ASEGURAMIENTO DE CALIDAD, ESTIMACIÓN DE EMISIONES FUNDICION CHAGRES". CADE-IDEP DOC N°REP- 0550-FS-004, sin embargo el documento no es incluido en el respaldo, Se informa de un factor de emisión de 1,04 kg/ton de concentrado, valor menor al considerado por EPA para las emisiones fugitivas de convertidores de 2 kg/ton de concentrado. Se requiere que la metodología sea reportada mediante el DS 138.

Las emisiones de SO₂ fugitivas son justificadas mediante un resumen del balance de masa, el que no está incluido en el respaldo.

Tabla 301. Emisiones fugitivas estimadas para toda la planta

Fuente	PM₁₀ (Ton/año)	SO₂ (Ton/año)
Fugitivas Planta	558,6	11.508

Fuente: Fundición Chagres

Las emisiones fugitivas de la planta son informadas por la empresa, sin un respaldo del cálculo realizado para tal efecto, no se indica a cuales fuentes corresponden las emisiones ni su localización en la planta.

Tabla 302. Emisiones fugitivas estimadas para toda la planta

Fuente	PM₁₀ (Ton/año)	PM_{2,5} (Ton/año)	SO₂ (Ton/año)	As (Ton/año)	Pb (Ton/año)	Zn (Ton/año)
Fugitivas Planta	558,6	279,3	11.508	214,7	77,31	70,7

Fuente: Elaboración propia

Las emisiones fugitivas de la planta son estimadas a partir de factores de emisión de EPA de la Tabla 12.3-10 FUGITIVE EMISSION FACTORS FOR PRIMARY COPPER SMELTERS, Converter. Para la especiación química del material particulado se usa el perfil de especiación de "AP-42 Data, Prof ID. 2921130".

f. Horno Limpieza de escoria

La fundición Chagres informa de la operación de dos hornos de limpieza de escoria, los que son medidos en tres fechas del año 2008, informándose una estimación de las emisiones de PTS anual.

Tabla 303. Estimación Hornos limpieza escoria 2008

Fuente	Emisión (ton/año)
Horno 1	28,5
Horno 2	33,5

Fuente: Fundición Chagres

Para la estimación de las emisiones de PM₁₀, PM_{2,5} se utilizan los factores los factores de Table 12.3-4 PARTICLE SIZE DISTRIBUTION AND SIZE-SPECIFIC EMISSION FACTORS FOR MULTIPLE HEARTH ROASTER AND REVERBERATORY SMELTER OPERATIONS, ESP Controlled.

Tabla 304. Emisiones estimadas Horno limpieza escoria.

Unidad	PM₁₀ (Ton/año)	PM_{2,5} (Ton/año)	CO (Ton/año)	NOx (Ton/año)	SO₂ (Ton/año)	As (Ton/año)	Pb (Ton/año)
Horno limpieza escoria	31,0	7,44	0,1	0,42	0,62	0,29	3,14

Fuente: Elaboración propia

Las emisiones de gases son estimadas con factores de calderas y corresponde a las emisiones por combustión del consumo de petróleo diesel utilizados en la fuente durante el año 2008.

Para este tipo de fuentes no existen factores de emisión del AP-42 de EPA, por lo cual no es factible realizar una comparación a la estimación con medición.

- **Enap Refinerías S. A. Refinería Aconcagua**

La refinería Aconcagua, es una planta industrial que procesa crudos de petróleo, para la producción de una amplia gama de producto.

Cálculo de Emisiones

La empresa ingresa mediante la declaración de emisiones del DS 138, una estimación de cada una de las fuentes que está basada en mediciones isocinéticas y estimación de emisiones mediante factores de emisión de EPA.

La tabla siguiente muestra los tipos y consumos de combustible por fuente informados por la empresa.

Tabla 305. Consumos de combustible por fuentes año 2008.

Código interno ERA de la fuente	Consumo Año 2008	
	Fuel Gas (m ³ /año)	Fuel Oíl (m ³ /año)
B-51	16.735.009	891
B-130	28.253.294	1.069
B-52	10.340.537	363
B-161	4.066.270	-
B-210	28.310.645	82
B-220	29.727.970	5
B-230	30.632.463	8.038
B-301	3.139.651	1.382
B-302	5.035.751	1.821
B-371	28.375.581	-
B-372	2.409.701	-
B-471	3.888.907	-
B-472	4.295.397	-
B-651	11.930.792	23
B-652	24.992.261	1.203
B-751	217.668	-
U-751	8.175.398	23.834
B-801	7.212.844	-
B-1000	481.648	-
L-1101	82.655	-
L-1644	1.727.979	-
B-1201	8.399.099	-
B-1202	15.088.175	-
B-1701	1.844.482	-
B-1801	3.985.338	-
Antorcha 30" ex 22"	297.928	-
Antorcha 30"	968.350	-
L-3504	999.285	-
Antorcha Coker	978.416	-
B-3001	23.462.569	-
B-5212 (Quintero)	-	365,5

	306.590.063	39.077
--	-------------	--------

Fuente: ERA.

La tabla siguiente muestra las estimaciones de emisiones realizadas por ERA para aquellas fuentes que usan fuel gas donde se han realizado muestreos de emisiones isocinéticos a las fuentes. El reporte no incluye los respaldos de los muestreos realizados.

Tabla 306. Emisiones estimadas por muestreos año 2008.

Código interno ERA de la fuente	Emisiones estimadas Ton/año		
	PTS	NOx	CO
B-51	3,11	134,93	2,35
B-130	5,25	227,80	3,97
B-210	2,97	122,51	1,99
B-220	8,46	405,17	3,71
B-230	8,32	353,11	206,62
B-371	4,33	111,56	3,33
B-372	0,37	9,47	0,28
B-651	2,25	46,87	1,68
B-652	4,70	98,18	3,52
U-751 (Gas)	6,46	46,76	1,18
B-1701	0,28	5,87	0,71
B-1801	3,39	67,25	5,97
B-755	986,75	35,32	9,60
B-230	1,63	87,82	66,35
U-751 (Oil)	47,17	197,97	4,95

Fuente: ERA.

Para este tipo de fuentes no existen factores de emisión en AP-42 de EPA. Pero si se comparan estimaciones realizadas con muestreos y factores de emisión de calderas, se puede concluir que las emisiones medidas son muy mayores a las estimadas debido a que en general los hornos de calentamiento operan a una mayor temperatura y la calidad del combustible de refinería es diferente a los combustibles comerciales a los que son asimilados. Una comparación entre estimaciones medidas y estimadas es la siguiente:

Tabla 307. Comparación emisiones estimadas

Fuente		PTS (Ton/año)	NOx (Ton/año)	CO (Ton/año)
B-51	Medida	3,11	134,93	2,35
	Estimada	2,02	26,85	1,63
B-230	Medida	1,63	87,82	66,35
	Estimada	14,11	52,71	4,76

Fuente: elaboración propia

Para la estimación de las emisiones de PM₁₀, PM_{2,5} y gases se utilizan los factores de combustión de gas natural y petróleo N°6 en calderas según corresponda, para la especiación química del material particulado se usa el perfil de especiación de "SPECIATE Data, Prof ID. 4736".

Tabla 308. Emisiones estimadas por fuente

Unidad	PM ₁₀ (Ton/año)	PM _{2,5} (Ton/año)	CO (Ton/año)	NOx (Ton/año)	SO ₂ (Ton/año)
B-51	3,11	3,11	2,35	134,93	23,31
B-130	5,25	5,25	3,97	227,80	29,5
B-210	2,97	2,97	1,99	122,51	1,84
B-220	8,46	8,46	3,71	405,17	0,11
B-230	8,32	8,32	206,62	353,11	180,54
B-371	4,33	4,33	3,33	111,56	5,56
B-372	0,37	0,37	0,28	9,47	0,47
B-651	2,25	2,25	1,68	46,87	2,85
B-652	4,70	4,70	3,52	98,18	31,91
U-751	6,46	6,46	1,18	46,76	2,28
B-1701	0,28	0,28	0,71	5,87	0,36
B-1801	3,39	3,39	5,97	67,25	0,78
B-755	986,75	986,75	9,60	35,32	0,0
B-230	1,63	1,63	66,35	87,82	180,55
U-751	47,17	47,17	4,95	197,97	2,28

Fuente: elaboración propia

En la tabla siguiente se informa de la estimación de emisiones para aquellas fuentes donde no se dispone de muestreos en la fuente, por lo cual la estimación de emisiones de la empresa fue realizada mediante factores de emisión de AP-42 de EPA de calderas.

Tabla 309. Emisiones estimadas por FE año 2008.

Código interno ERA de	Emisiones estimadas Ton/año
-----------------------	-----------------------------

la fuente	PTS	NOx	CO
B-52	1,26	16,54	13,90
B-161	0,50	6,51	5,47
B-301	0,38	5,02	4,22
B-302	0,61	8,06	6,77
B-471	0,47	6,22	5,23
B-472	0,52	6,87	5,77
B-751	0,03	0,98	0,29
B-801	0,88	11,54	9,69
B-1000	0,06	0,77	0,65
L-1101	0,01	0,13	0,11
L-1644	0,21	2,76	2,32
B-1201	1,09	14,29	12,01
B-1202	1,84	24,14	20,28
Antorcha 30" ex 22"	-	16,09	3,58
Antorcha 30"	-	52,29	11,62
L-3504	0,12	1,60	1,34
Antorcha Coker	-	52,83	11,74
B-3001	2,86	37,54	31,53
B-51	1,07	5,88	0,53
B-52	0,44	2,40	0,22
B-130	1,52	6,03	0,64
B-210	0,10	0,54	0,05
B-220	0,01	0,03	0,00
B-301	1,66	9,12	0,83
B-302	2,19	12,02	1,09
B-651	0,03	0,15	0,01
B-652	1,44	7,94	0,72
B-5212	0,44	2,41	0,22

Fuente: ERA.

A partir de la estimación de emisiones de PTS realizada por la empresa, se realiza la especiación a PM₁₀ y PM_{2,5} del material particulado, las emisiones de gases se mantienen de acuerdo a lo indicado por la empresa, en el caso de las estimaciones de SO₂ la empresa informa de contenidos de azufre en los combustibles gaseoso y liquido utilizado, por lo cual se consideran también como más representativos del tipo de fuente.

Tabla 310. Emisiones estimadas por FE año 2008.

Código interno ERA de la fuente	Emisiones estimadas Ton/año				
	PM ₁₀ (Ton/año)	PM _{2,5} (Ton/año)	CO (Ton/año)	NOx (Ton/año)	SO ₂ (Ton/año)
B-52	1,26	1,26	13,90	16,54	2,03
B-161	0,50	0,50	5,47	6,51	0,8
B-301	0,38	0,38	4,22	5,02	0,62
B-302	0,61	0,61	6,77	8,06	0,99

B-471	0,47	0,47	5,23	6,22	0,76
B-472	0,52	0,52	5,77	6,87	0,84
B-751	0,03	0,03	0,29	0,98	0,04
B-801	0,88	0,88	9,69	11,54	1,41
B-1000	0,06	0,06	0,65	0,77	0,09
L-1101	0,01	0,01	0,11	0,13	0,02
L-1644	0,21	0,21	2,32	2,76	0,34
B-1201	1,09	1,09	12,01	14,29	1,75
B-1202	1,84	1,84	20,28	24,14	2,96
Antorcha 30" ex 22"	-	-	3,58	16,09	0,06
Antorcha 30"	-	-	11,62	52,29	0,19
L-3504	0,12	0,12	1,34	1,60	0,20
Antorcha Coker	-	-	11,74	52,83	
B-3001	2,86	2,86	31,53	37,54	4,6
B-51	0,75	0,55	0,53	5,88	20,04
B-52	0,31	0,22	0,22	2,40	8,15
B-130	0,90	0,66	0,64	6,03	24,01
B-210	0,10	0,07	0,05	0,54	1,84
B-220	0,01	0,00	0,00	0,03	0,11
B-301	1,16	0,85	0,83	9,12	31,04
B-302	1,53	1,12	1,09	12,02	40,90
B-651	0,02	0,01	0,01	0,15	0,52
B-652	1,01	0,74	0,72	7,94	27,02
B-5212	0,46	0,34	0,22	2,41	8,44

Fuente: elaboración propia

La empresa informa de las estimaciones de emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COVs), desde los estanques de almacenamiento existentes en las instalaciones de Con Con y en Quintero, la estimación se ha realizado mediante el software especializado TANKs de EPA.

Las tablas siguientes muestran los resultados de las estimaciones de emisiones desarrolladas por la empresa para los estanques localizados en Con Con y en Quintero con los niveles de actividad 2008.

Tabla 311. Emisiones estimadas de COV estanques Con Con 2008.

Código interno ERA de la fuente	Emisiones COVs Ton/año
190 A	0,00
190 B	0,00
207	0,00
255	0,00
301 A	0,08
301 B	0,08

302 B	0,00
302 C	0,04
303 A	4,11
303 B	0,00
303 C	0,04
309 A	0,02
309 B	0,02
3102 A	1,79
3102 B	1,79
3103 A	1,79
3103 B	1,79
317	0,02
318	0,02
320 A	0,04
322 A	0,02
322 B	1,27
325 A	4,80
325 B	0,00
325 C	0,01
325 D	0,01
330 A	0,05
330 B	0,05
332	0,00
333	0,00
335 A	0,24
335 B	0,19
336	0,04
337	0,06
338	7,65
339	7,65
3450	0,06
362	0,03
363	0,03
4001 A	0,00
4001 B	0,00
402 A	4,87
403 A	10,01
403 B	10,01
404 A	0,00
404 B	0,00
405 B	0,00
406 A	0,00
406 B	0,00
407 B	0,00
414 A	8,28
414 B	8,28
415 A	0,09
415 B	0,09
416 A	1,38
416 B	1,38
417 A	5,34

417 B	5,34
418 A	5,65
418 B	5,65
420 A	0,03
420 B	0,03
421 A	4,94
421 B	4,56
422 A	0,22
422 B	0,22
423	0,19
430 A	8,07
430 B	9,35
431 A	8,11
431 B	8,11
432	0,00
433	0,01
434	0,00
435	0,02
552	0,02
553 A	0,00
553 B	0,04
554	0,01
555 A	0,01
556	0,02
Total	144,13

Fuente: ERA.

Tabla 312. Emisiones estimadas de COV estanques Quintero 2008.

Código interno ERA de la fuente	Emisiones COVs Ton/año
5001	0,09
5003	10,16
5004	10,16
5005	8,77
5006	2,63
5007	0,68
5008	0,04
5009	0,03
5010	5,71
5011	0,15
5012	0,01
5013	0,02
5014	2,79
5015	0,04
5016	0,04
5022	1,30
5043	0,00

5044	0,00
5103 A	2,09
5104	2,13
5105	2,13
5106	2,13
5109	2,13
5110	2,13
5111	2,13
5112	2,13
5140	8,98
Total	68,6

Fuente: ERA.

Para la fuente "Area de Coker", la empresa para el año 2008 solo informa de las emisiones generadas por la combustión de gas natural, en los hornos de calentamiento, sin embargo la fuente corresponde a una unidad de Cokificación tipo "Fluid coking units", donde se generan altas emisiones de material particulado durante las etapas de enfriamiento y descarga del carbón Coke generado. Esta fuente de material particulado fue integrada al inventario con los antecedentes proporcionados por la empresa en la declaración 2009.

La estimación informada utiliza los factores de emisión de EPA de la Tabla 5.1-1. EMISSION FACTORS FOR PETROLEUM REFINERIES, Fluid coking units Uncontrolled, con un valor de $1,5 \text{ kg}/10^3 \text{ L fresh feed}$.

Tabla 313. Emisiones estimadas de PTS por cokificación.

Fuente	Emisiones PTS Ton/año
Unidad de cokificación	171,1

Fuente: ERA.

La fuente "Combuster recuperador de vapores en patio de carga", no fue declarado por la empresa el año 2008, sin embargo la fuente corresponde a una unidad de post-combustión de los vapores de COVs generados en las operaciones de carga de los productos cargados en camiones para su despacho, Esta fuente de COVs fue integrada al inventario con los antecedentes proporcionados por la empresa en la declaración 2009.

La estimación informada utiliza los factores de emisión de EPA del: AP 42, Fifth Edition, Volume I Chapter 5: Petroleum Industry; Transportation and Marketing of Petroleum Liquids.

Tabla 314. Emisiones estimadas de COVs por patio de carga en camiones.

Fuente	Emisiones COVs Ton/año
Patio de carga	0,0846

Fuente: ERA.

La fuente "Torres de enfriamiento", no fue declarado por la empresa el año 2008, sin embargo la fuente corresponde a las torres de enfriamiento del agua industrial utilizada en la refinería, Esta fuente emite material particulado y COVs, por lo que fue integrada al inventario con los antecedentes proporcionados por la empresa en la declaración 2009.

La estimación informada utiliza los factores de emisión de EPA del AP 42 Tabla 5.1-2. Fugitive Emission Factors For Petroleum Refineries, para las emisiones de COVs y de la Tabla 13. 4 - 1. Particulate Emissions Factor for Wet Cooling Tower. Chapter 13, para las emisiones de PTS.

Tabla 315. Emisiones estimadas por las torres de enfriamiento.

Fuente	COVs Ton/año	PTS Ton/año
Torres de enfriamiento	78,08	256,54

Fuente: ERA.

La fuente "sistema de tratamiento de residuos líquidos", no fue declarado por la empresa el año 2008, sin embargo la fuente corresponde a las plantas de separación agua/aceite utilizada en la refinería, Esta fuente emite COVs, por lo que fue integrada al inventario con los antecedentes proporcionados por la empresa en la declaración 2009.

La estimación informada utiliza los factores de emisión de EPA del AP 42 Tabla Table 5.1-2 (Metric And English Units). FUGITIVE EMISSION FACTORS FOR PETROLEUM REFINERIES, Oil/wáter separators, Uncontrolled Emissions, para las emisiones de COVs.

Tabla 316. Emisiones estimadas por las Planta de Riles.

Fuente	COVs Ton/año
Planta de Riles	93,03

Fuente: ERA.

16 ANEXO N°4 CONTEOS VEHICULARES

Conteos Vehiculares Recopilados y Efectuados en la V Región.

A continuación se presenta un resumen de la información recopilada y el diseño de la campaña de conteos vehiculares en las ciudades en estudio:

- Ciudades con salidas del modelo de transporte, caso Gran Valparaíso.

Gran Valparaíso (Valparaíso, Viña del Mar, Con Con, Quilpué y Villa Alemana)

– Períodos Horarios de Medición Manual

Para las mediciones manuales de clasificación vehicular y de tasa de ocupación vehicular, se efectuó muestreos de media hora de duración en días laborales y de fin de semana. Estos muestreos consisten en mediciones a intervalos de 15 minutos, durante 4 períodos horarios en día laboral y 3 períodos en fin de semana. La medición se realiza separadamente para cada sentido de circulación vehicular de la vía.

La siguiente tabla muestra el esquema horario de medición manual. En esta tabla se indica, además, la codificación asignada a los distintos periodos punta definidos según distintos intervalos horarios del día:

Tabla 317: Períodos de medición manual

Tipo de Día	Período	Código	Horarios
Laboral	Punta Mañana	PM	07:30-09:00
	Fuera de Punta	FP	10:30-12:00
	Punta Mediodía	PMD	12:45-15:00
	Punta Tarde	PT	17:30-19:30
Sábado	Mañana	SM	10:00-12:30
	Tarde	ST	16:00-19:00
Domingo	Mañana	DM	10:00-13:00

– Clasificación Manual de Flujo Vehicular

En los períodos indicados anteriormente, y de forma simultánea a la medición automática de tráfico vehicular, se realizó un muestreo del tipo de vehículo que circula por cada punto de control, distinguiendo las categorías más usuales y propias de cada ciudad.

Considerando los diversos tipos de vehículos y la funcionalidad de viajes que en ellos se realiza, se consideró trece categorías vehiculares. La siguiente tabla muestra esta categorización indicando, además, la codificación adoptada para cada tipo de vehículo.

Tabla 318: Categorías vehiculares – Clasificación manual

Tipo de Vehículo	Código
Automóviles Particulares	AUTO
Camionetas y Van	VAN
Taxis Básicos	TAX
Taxis Colectivos	TXC
Furgón de Pasajeros	FURP
Furgón de Reparto	FURR
Camión Ligero	CLIG
Camiones de 2 ejes	C2EJ
Camiones de más de 2 ejes	CM2EJ
Buses Urbanos	BUS
Taxibuses Urbanos	TXBUS
Minibuses	MBUS
Otros Buses (instituciones, interurbanos)	OBUS

– Medición Automática de Flujo Vehicular

En cada estación automática de conteo vehicular se efectúa, de manera continua, mediciones en períodos de 15 minutos por espacio de una semana en cada circuito de medición definido.

Excepción constituye una estación permanente ubicada en Valparaíso (G01/G02), en la cual se mide durante todo el período de vigencia del estudio.

Tabla 319: Estaciones de Conteo Gran Valparaíso

Ciudad	Estación	Sentidos	Ubicación
Gran Valparaíso	G01	PO	Avenida España-Caleta Portales (hacia Viña del Mar)
	G02	OP	Avenida España-Caleta Portales (hacia Valparaíso)
	G03	OP-PO	Camino Troncal-El Belloto
	G04	NS-SN	Avenida Agua Santa-Avenida Matta
	G05	OP-PO	Avenida Santos Ossa-Acceso a Valparaíso

G06	NS-SN	Subida Alessandri-15 Norte
G07	NS-SN	Jorge Montt-Las Salinas
G08	OP-PO	Troncal-Limonares
G09	NS-SN	Camino Internacional-Rotonda Santa Julia
G10	NS-SN	Avenida Libertad-1 Norte
G11	NS-SN	Avenida San Martín-Hotel San Martín
G12	NS	Von Schroeders-Arlegui
G13	NS-SN	La Marina-Cap Ducal
G14	PO	Alvarez-Von Schroeders
G15	OP	Viana-Von Schroeders
G16	OP-PO	Avenida Errázuriz-Avenida Francia
G17	OP	Avenida Blanco-Juana Ross
G18	NS	Avenida Esmeralda-Plaza Aníbal Pinto
G19	OP-PO	Avenida Pedro Montt-Plaza Victoria
G20	NS-SN	Avenida Reñaca-Bosques de Montemar
G21	NS-SN	Playa Ancha-Levarte
G22	NS-SN	Subida Lusitania-Iglesia de Piedra
G23	NS-SN	Traslaviña-Alvarez
G25	OP-PO	1 Norte-Quillota
G26	NS-SN	Avenida Altamirano-Caleta El Membrillo
G27	OP-PO	Limache-Cancha
G28	OP-OPR-PO-POR	Camino Rodelillo-Empalme El Salto
G29	OP-PO	Ruta F50-Acceso Quilpue
G30	NS-SN	Acceso A Villa Alemana-Cementerio
G31	OP-PO	Ruta 62-Tenencia Carabineros
G32	NS-SN	Avenida Borgoño-Mirador Cochoa
G33	OP-PO	Ruta Ch60-Bifurcación Aeropuerto
G34	NS-SN	Ruta F30-Km. 5

Para los caminos que presenten características especiales en las fechas en que fue realizado el muestreo, se utilizan discrecionalmente coeficientes de corrección estacionales, a fin de obtener valores más reales del número de pasadas de vehículos y así determinar un TMDA (Tránsito Medio Diario Anual) más representativo.

Con respecto a los puntos de control de la red estos pueden ser agrupados de la siguiente forma:

3. **Estaciones de Control Permanente:** los caminos "TIPOS" señalados anteriormente, los cuales incluyen a:
 - *Plazas de Peajes*, con datos diarios y horarios clasificados
 - *Instrumentos Automáticos* Contadores de Tránsito, los cuales registran las pasadas de vehículos en forma continua.
4. **Estaciones de Muestreo:** en el cual, el PNC dispone de aproximadamente 800 Estaciones de Muestreo, para controlar el flujo vehicular en los caminos principales y secundarios, según la clasificación por categorías de caminos definida por la Dirección de Vialidad.

Según las intersecciones de los caminos o secciones determinadas de ello, se denominan Estaciones de Muestreo Interseccionales o Estaciones de Control Directo, respectivamente.

Estos Puntos censales tienen una duración de 12 a 24 horas, según sea la importancia asignada a cada estación.

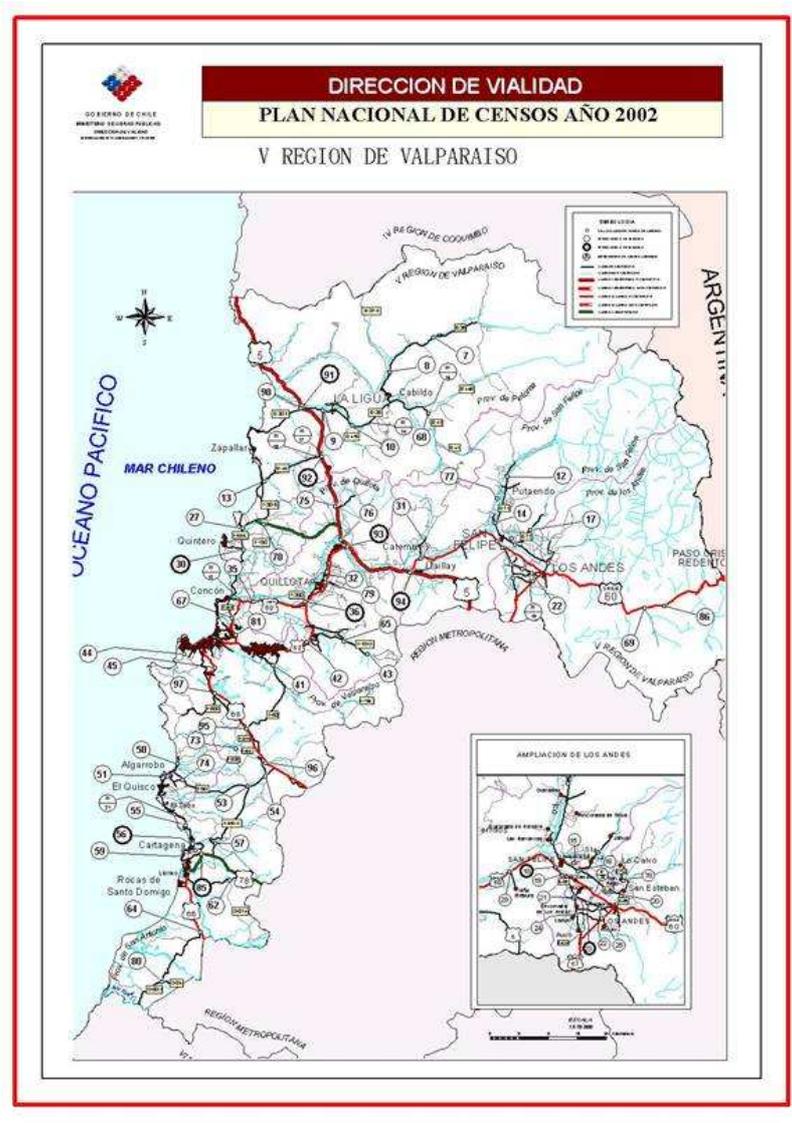


Figura 219: Puntos de Control del PNC de la V región.

En la Figura 35 se tiene la siguiente nomenclatura:

-  Carretera pavimentada
-  Carretera ripiada
-  Punto Censal de 24 horas (00 – 24 horas)
-  Punto Censal de 12 horas (07 – 19 horas)
-  Estación de Conteo Continuo
-  Estación de Peaje

En el caso del plan Nacional de censos la información se encuentra agrupada por las siguientes categorías vehiculares (categorías "p"):

- Autos, Station Wagon
- Camionetas
- Camiones Simples de 2 Ejes
- Camiones Simples de más de 2 Ejes
- Semi – Remolques
- Remolques
- Buses, Taxibuses

En el caso de los equipos clasificadores la información se encuentra agrupada por las siguientes categorías vehiculares (categorías "p"):

- Autos y Camionetas
- Camiones Simples
- Buses
- Camiones Articulados
- No Clasificado

Con respecto a plazas de peaje la información fue obtenida directamente de la dirección de Vialidad.

En este caso la información se encuentra agrupada por las siguientes categorías vehiculares (categorías "p"):

- Motos
 - Autos y Camionetas
 - Camiones 2 Ejes
 - Camiones de más de 2 Ejes
 - Buses 2 Ejes
 - Buses más de 2 Ejes
 - Auto o Camioneta con remolque
- Ciudades intermedias y poblados sin modelo de transporte con conteos disponibles.

a) San Antonio

– **Períodos Horarios de Medición Manual**

Para las mediciones manuales de clasificación vehicular y de tasa de ocupación vehicular, se efectuó muestreos de media hora de duración en días laborales y de fin de semana. Estos muestreos consisten en mediciones a intervalos de 15 minutos, durante 4 períodos horarios en día laboral y 3 períodos en fin de semana. La medición se realiza separadamente para cada sentido de circulación vehicular de la vía.

La siguiente tabla muestra el esquema horario de medición manual. En esta tabla se indica, además, la codificación asignada a los distintos períodos punta definidos según distintos intervalos horarios del día:

Tabla 320: Períodos de medición manual

Tipo de Día	Período	Código	Horarios
Laboral	Punta Mañana	PM	07:30-09:00
	Fuera de Punta	FP	10:30-12:00
	Punta Mediodía	PMD	12:45-15:00
	Punta Tarde	PT	17:30-19:30
Sábado	Mañana	SM	10:00-12:30
	Tarde	ST	16:00-19:00
Domingo	Mañana	DM	10:00-13:00

– Clasificación Manual de Flujo Vehicular

En los períodos indicados anteriormente, y de forma simultánea a la medición automática de tráfico vehicular, se realizó un muestreo del tipo de vehículo que circula por cada punto de control, distinguiendo las categorías más usuales y propias de cada ciudad.

Considerando los diversos tipos de vehículos y la funcionalidad de viajes que en ellos se realiza, se consideró trece categorías vehiculares. La siguiente tabla muestra esta categorización indicando, además, la codificación adoptada para cada tipo de vehículo.

Tabla 321: Categorías vehiculares – Clasificación manual

Tipo de Vehículo	Código
Automóviles Particulares	AUTO
Camionetas y Van	VAN
Taxis Básicos	TAX
Taxis Colectivos	TXC
Furgón de Pasajeros	FURP
Furgón de Reparto	FURR
Camión Ligero	CLIG
Camiones de 2 ejes	C2EJ
Camiones de más de 2 ejes	CM2EJ
Buses Urbanos	BUS
Taxibuses Urbanos	TXBUS
Minibuses	MBUS
Otros Buses (instituciones, interurbanos)	OBUS

– **Medición Automática de Flujo Vehicular**

En cada estación automática de conteo vehicular se efectúa, de manera continua, mediciones en períodos de 15 minutos por espacio de una semana en cada circuito de medición definido.

Tabla 322: Estaciones de Conteo San Antonio

Ciudad	Estación	Sentidos	Ubicación
San Antonio	H01	NS	Av. Angamos – Barros Luco
	H02	OP-PO	Av. Circunvalación – Manquehue
	H03	NS	Providencia – Colegio Juan Leyton
	H04	NP-SP	Inmaculada Concepción – Av. Chile
	H05	NS-SN	Independencia – Robinson Crusoe
	H06	NS-SN	Barros Luco – Puente Llole
	H07	NS-SN	Camino a Cartagena – La Cantera
	H08	OP-PO	Ruta 78 – Acceso San Antonio
	H09	NS-SN	Av. Chile – Eucaliptus
	H10	NS-SN	Barros Luco – Angamos

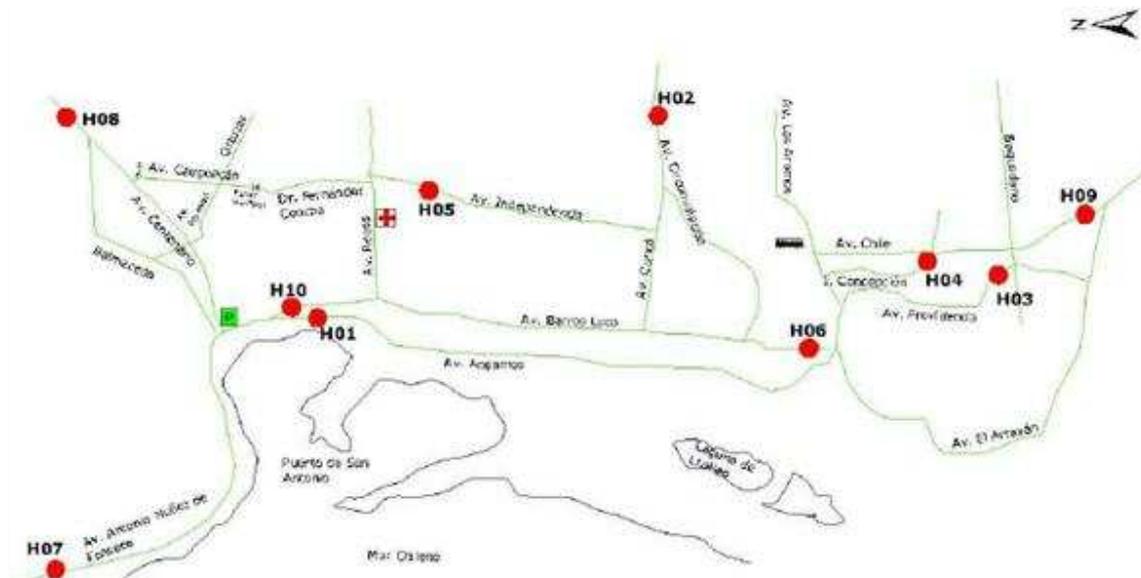


Figura 220: Estaciones de Coteo San Antonio

b) Quillota

– **Días y Períodos de Medición**

Las mediciones se realizaron en los siguientes días laborales del año 2009:

- Martes 26 de Mayo
- Jueves 28 de Mayo
- Martes 02 de Junio
- Jueves 04 de Junio
- Martes 09 de Junio
- Jueves 11 de Junio

A continuación se presentan los períodos y las horas en los que se realizaron las mediciones:

Tabla 323: Períodos de Medición de Flujos

Código Período	Período	Hora
P01	Punta Mañana	07:15 – 09:15
P02	Fuera de Punta	10:00 – 12:00
P03	Punta Tarde	18:15 – 20:15

– **Tipos de Vehículos**

Las mediciones de flujos vehiculares consideraron los flujos vehiculares de los siguientes modos:

- Automóviles – Camionetas – Jeep – Furgones – Transporte Escolar
- Taxi Básico
- Taxis Colectivos
- Taxibuses Y Minibuses
- Buses Interurbanos
- Camiones 2 Ejes
- Camión + 2 Ejes
- Motos
- Bicicletas

Los conteos entregados son cada 15 min., abarcando la totalidad de los movimientos existentes por punto de medición.

Tabla 324: Puntos de Control Quillota

PC	Nodo Red	Calle 1	Calle 2
1	50	Blanco	Maipú
2	75	Blanco	Pudeto
3	96	Blanco	Esmeralda
4	37	Freire	Chacabuco
5	62	Freire	Concepción
6	85	Freire	Diego Echeverría
7	36	O` Higgins	Chacabuco
8	48	O` Higgins	Maipú
9	46	Pinto	Maipú
10	92	Pinto	Esmeralda
11	60	San Martín	Concepción
12	72	San Martín	Pudeto
13	104	San Martín	Yungay
14	57	Bulnes	Concepción
15	33	Carrera	Chacabuco
16	70	Carrera	Pudeto
17	39	Condell	Chacabuco
18	51	Condell	Maipú
19	64	Condell	Concepción

20	76	Condell	Pudeto
21	108	Condell	Yungay

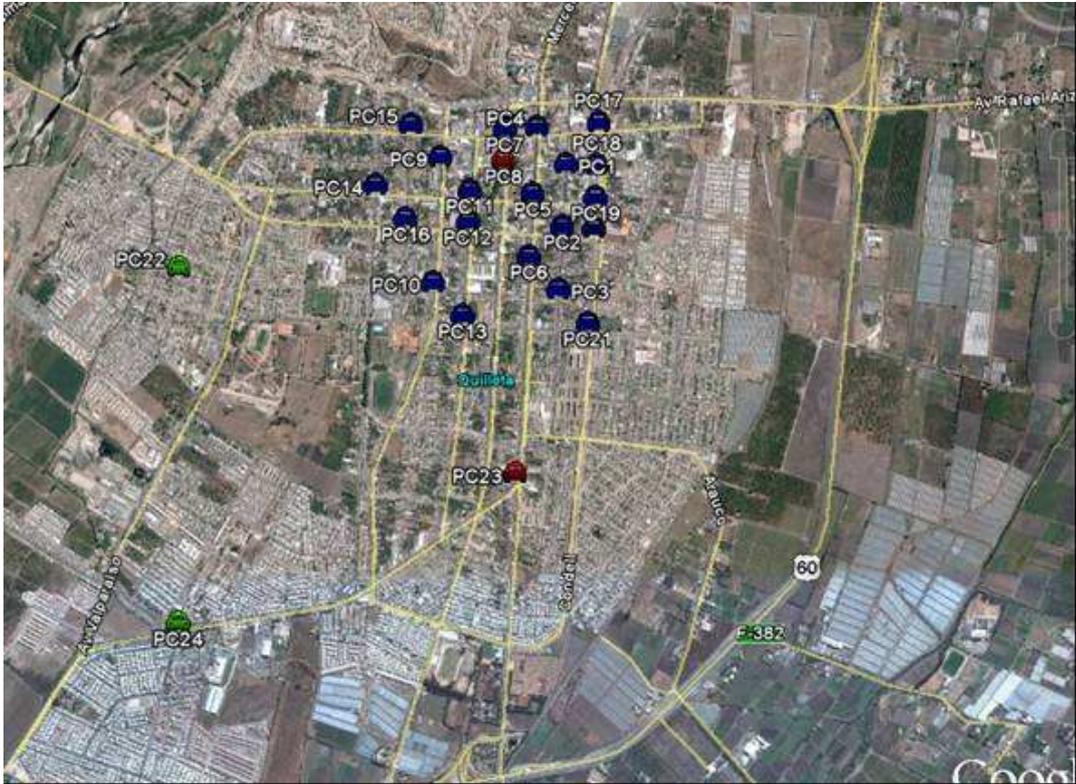


Figura 221: Estaciones de conteo Quitonio

- Azul : Puntos de conteos disponibles
- Verde : Puntos de conteos de 10 horas adicionales a ser desarrollados en el presente estudio
- Rojo : Puntos de conteos de 24 horas adicionales a ser desarrollados en el presente estudio

c) San Felipe

– **Identificación de los Puntos de Medición**

En el estudio se estable la necesidad de desarrollar las mediciones de flujo periódicas en un total de 36 intersecciones, dichos cruces se identifican en el cuadro y figura siguiente.

Tabla 325: Puntos de Control de Conteos de Tránsito Periódicos

PC	Calle 1	Calle 2

1	Ruta E 85 (Cam. Los Andes x Tocornal)	Chercan Tapia
2	Michimalongo	Chercan Tapia
3	Cam. a Santa María (por el Almendral)	Cementerio
4	Miraflores	Hermanos Carrera Oriente
5	Camino a los Molles	Av. Yungay
6	Abraham Ahumada	Estero Quilpue
7	Portus	Chacabuco
8	Hermanos Carrera	Luis Guajardo Guerrero
9	Hermanos Carrera Norte	Encon
10	Carlos Condell	Traslaviña
11	Maipú	Merced
12	Av. Diego de Almagro	Hermanos Carrera
13	Av. Diego de Almagro	M. de Lima
14	Tacna	Maipú
15	Dardinac	Las Heras
16	O´Higgins	Traslaviña
17	Hermanos Carrera Norte	Av. Yungay
18	12 de Febrero	Michimalongo
19	Yungay	Freire
20	Ruta 60 CH	Puente El Rey
21	Manso de Velasco	Santiago Bueras y Diego de Almagro
22	Navarro	San Martín
23	Navarro	Arturo Prat
24	Traslaviña	Merced
25	Salinas	Freire
26	Salinas	Arturo Prat
27	Salinas	Carlos Condell
28	Coimas	Santo Domingo
29	Coimas	Merced
30	Coimas	San Martín
31	Portus	Arturo Prat
32	Toro Mazote	Carlos Condell
33	Toro Mazote	San Martín
34	Tocornal	San Martín
35	Maipú	Artemón Cifuentes
36	Abraham Ahumada	Artemón Cifuentes

– **Períodos de Medición**

Se realizaron conteos de tránsito periódicos por tipo de vehículos, involucrando en cada punto de control 3 horas de medición distribuidas en igual períodos de día laboral.

Tabla 326: Períodos de Medición de Flujos

Código Período	Período	Día	Hora
P01	Punta Mañana	Laboral	07:30 – 08:30
P02	Fuera de Punta	Laboral	10:00 – 11:00
P03	Punta Tarde	Laboral	18:30 – 19:30

Las mediciones se llevaron en días laborales (Martes a Jueves) de la última semana del mes de Octubre y primera semana del mes de Noviembre de 2008.

– **Tipo de Vehículos y Formularios Utilizados**

Los conteos se realizaron con cortes de 15 min., abarcando la totalidad de los movimientos existentes por punto de medición. Así también, las mediciones se llevaron a cabo por tipologías de vehículos, consideran para ello las siguientes 9 categorías:

- Vehículos Livianos
- Taxis Colectivos
- Buses Urbanos
- Taxibuses Urbanos
- Buses Interurbanos
- Buses Rurales
- Camiones Livianos de 2 ejes
- Camiones Pesados de más de 2 Ejes
- Bicicletas

– **Codificación de Movimientos**

Una vez definidos los puntos de control fue necesario señalar e identificar los movimientos medidos en terreno; de esta forma, como primer paso se definió un esquema de códigos por movimiento para cada punto de control. La convención de movimientos utilizada para tales efectos, fue la siguiente.

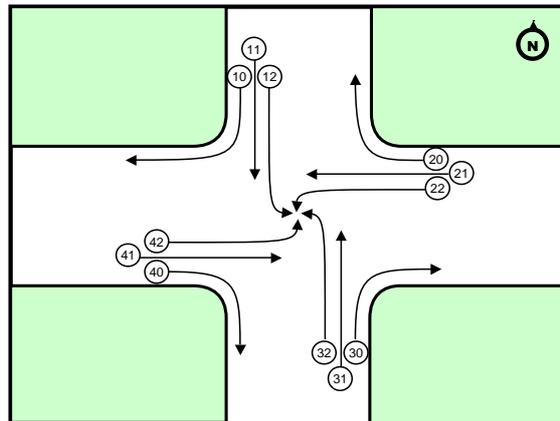


Figura 222: Convención para la Codificación de Movimientos de una Intersección

Los códigos representan los siguientes movimientos:

- Movimiento 10: Norte a Poniente
- Movimiento 11: Norte a Sur
- Movimiento 12: Norte a Oriente
- Movimiento 20: Oriente a Norte
- Movimiento 21: Oriente a Poniente
- Movimiento 22: Oriente a Sur
- Movimiento 30: Sur a Oriente
- Movimiento 31: Sur a Norte
- Movimiento 32: Sur a Poniente
- Movimiento 40: Poniente a Sur
- Movimiento 41: Poniente a Oriente
- Movimiento 42: Poniente a Norte



- Azul : Puntos de conteos disponibles
- Verde : Puntos de conteos de 10 horas adicionales a ser desarrollados en el presente estudio
- Rojo : Puntos de conteos de 24 horas adicionales a ser desarrollados en el presente estudio

d) Los Andes

– **Días y Períodos de Medición**

Los periodos y días de medición de flujo vehicular se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 327: Períodos de Medición de Flujos

Día	Periodo (hrs)
Marte 9 de Mayo del 2006	9:00-21:00
Sábado 6 de Mayo del 2006	10:00-21:00

– **Tipo de Vehículos**

Las mediciones de flujos vehiculares consideraron los flujos vehiculares de los siguientes modos:

- Autos
- Buses
- Taxi Buses
- Camiones 2 ejes
- Camiones + 2 ejes
- Taxis Colectivos

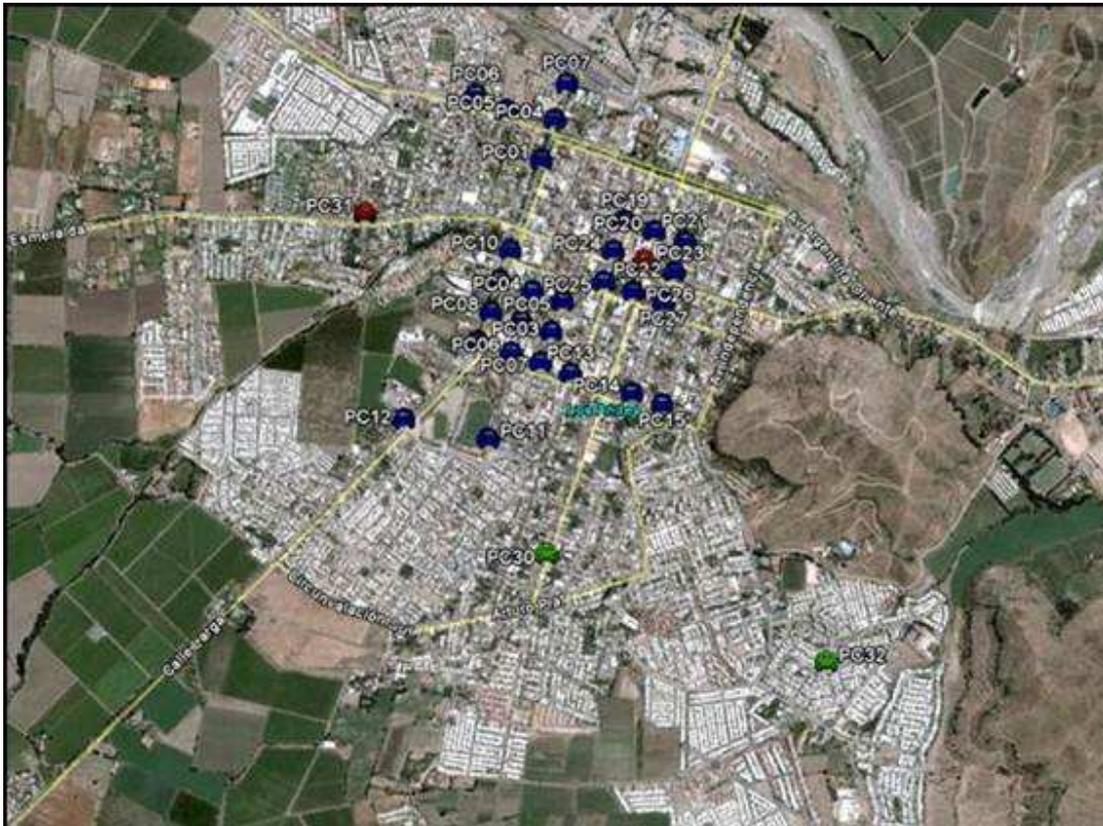


Figura 224: Localización de Puntos de Control de Flujos

Azul : Puntos de conteos disponibles

Verde : Puntos de conteos de 10 horas adicionales a ser desarrollados en el presente estudio

Rojo : Puntos de conteos de 24 horas adicionales a ser desarrollados en el presente estudio

e) Calera

– **Mediciones de flujo continuas**

Tabla 328: Identificación Puntos de Control Continuos

Punto Control	Ubicación	Fecha Día Laboral (Jueves)	Fecha Día Sábado	Fecha Día Domingo
1	Caupolican – José Joaquín Pérez	03 de Septiembre	03 de Octubre	04 de Octubre
2	Carrera - Zenteno	03 de Septiembre	03 de Octubre	04 de Octubre
3	Chañaral- Lautaro	03 de Septiembre	03 de Octubre	04 de Octubre

Las siguientes figuras muestran la distribución espacial de dichos puntos y los diagramas de los movimientos medidos

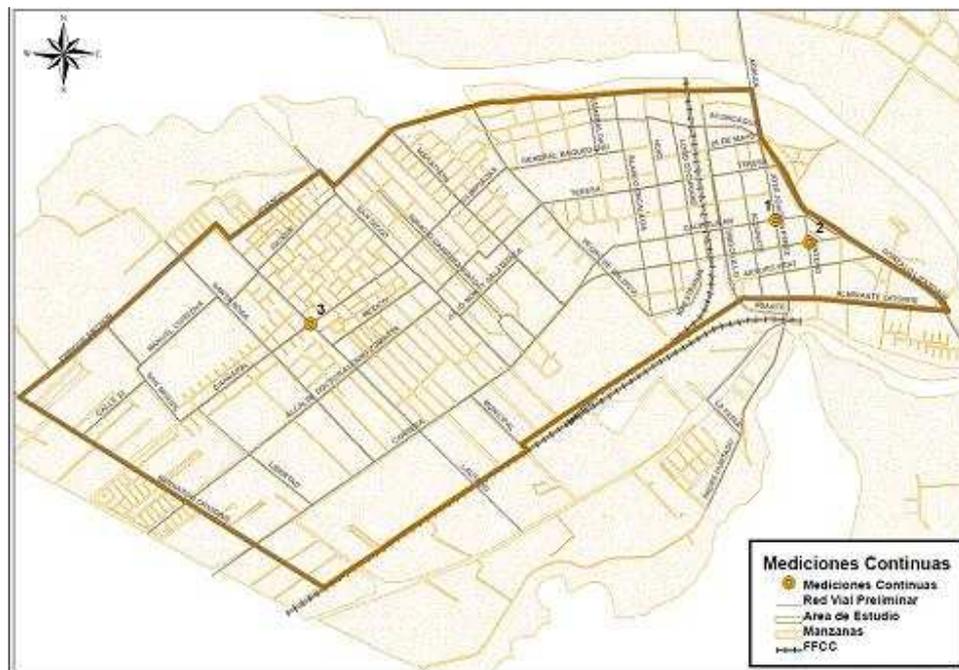


Figura 225: Puntos de Control Mediciones Continuas de Flujo

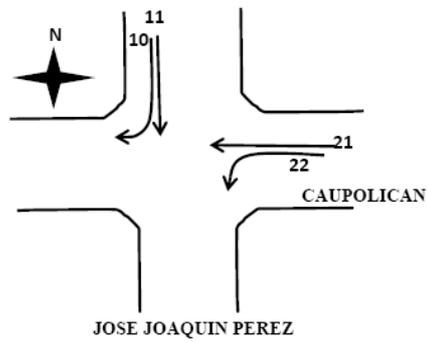


Figura 226: Diagrama de Movimientos PC1: Caupolicán – José Joaquín Pérez

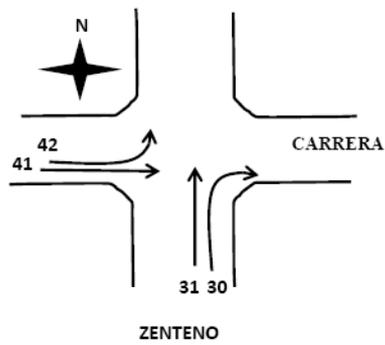


Figura 227: Diagrama de Movimientos PC2: Carrera - Zenteno

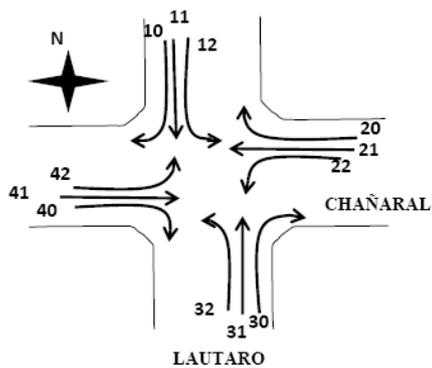


Figura 228: Diagrama de Movimientos PC3: Chañaral - Lautaro

En cada intersección y para cada movimiento de la intersección, las mediciones fueron realizadas en un día laboral normal, en este caso el día jueves 03 de

septiembre, además de un día sábado y en un día domingo (en este caso los días 03 y 04 de octubre). El detalle de duración según día de la semana, considera:

- Día laboral normal: 16 horas continuas, entre 7:00 y 23:00 horas.
- Día sábado: 14 horas continuas, entre 9:00 y 23:00 horas.
- Día domingo: 12 horas continuas, entre 10:00 y 22:00 horas.

En todos los casos las mediciones se realizaron en intervalos de 15 minutos y desagregando los conteos por los siguientes tipos de vehículos:

- Vehículo liviano (automóviles, camionetas y similares)
 - Taxi - colectivo
 - Taxi
 - Bus y Microbus
 - Taxibus
 - Bus interurbano
 - Camión de 2 ejes
 - Camión de más de 2 ejes
 - Bicicleta
- Ciudades intermedias y poblados sin modelo de transporte sin conteos disponibles.

Para completar la metodología Bottom Up en las siguientes ciudades será necesario realizar campañas de mediciones de flujo vehicular complementarias:

- Casablanca
- La Ligua
- Limache
- Nogales

Los días en que se realizarán los conteos son los siguientes:

- Día laboral Normal (Lunes-Jueves)
- Sábado
- Domingo

Los periodos de medición en los puntos de 10 horas son los siguientes:

Tabla 329: Períodos de Medición de Flujos

Periodos de Conteo	Hora
Periodo 1	7:00-10:00
Periodo 2	12:00-16:00
Periodo 3	18:00-21:00

Es importante recordar que también se consideran puntos de medición en las ciudades que ya cuentan con mediciones de flujos, con el objeto de complementar los datos disponibles.

Para todas las ciudades en que no existen mediciones continuas de flujo se realizarán conteos continuos de 24 hrs en un día laboral normal y días de fin de semana con el objeto de poder construir perfiles horarios completos.

·
A continuación se muestran las campañas de medición de flujos vehiculares para las ciudades que no cuentan con conteos previos. Cabe destacar que la ubicación de los puntos de conteo son preliminares ya que falta la recepción de información de las rutas de transporte públicos lo cual podría cambiar la ubicación de algunos puntos.

a) Casablanca

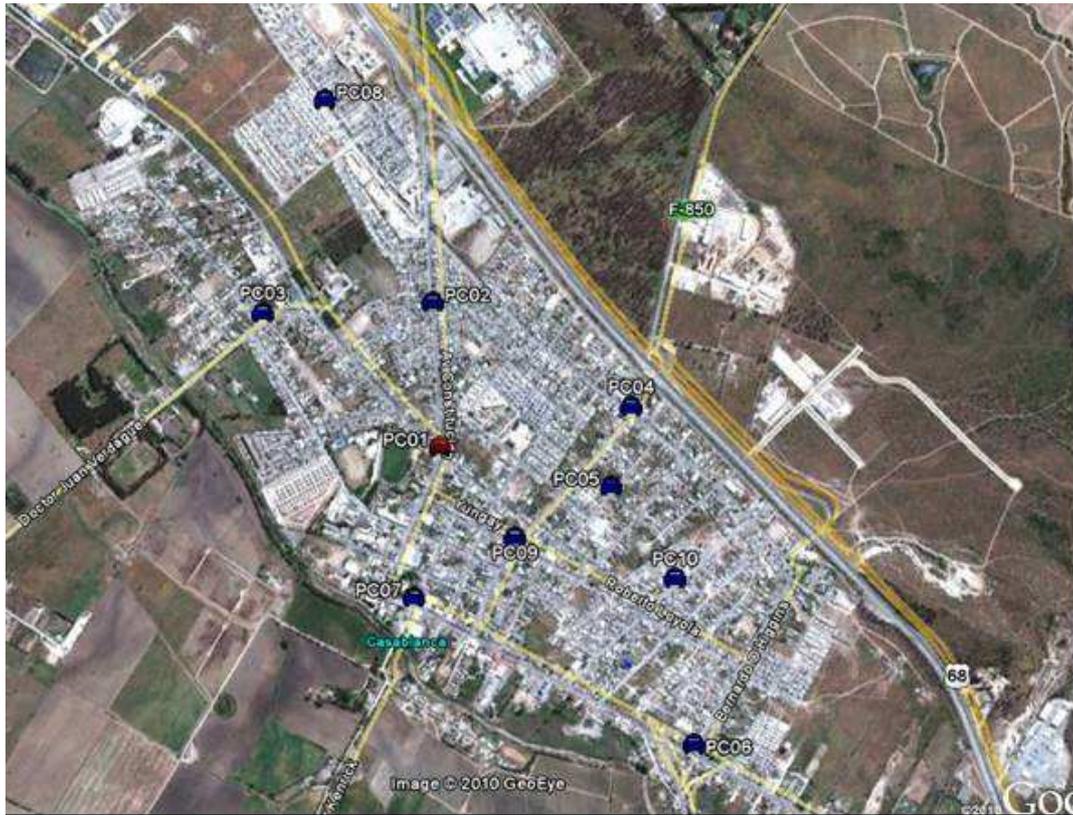
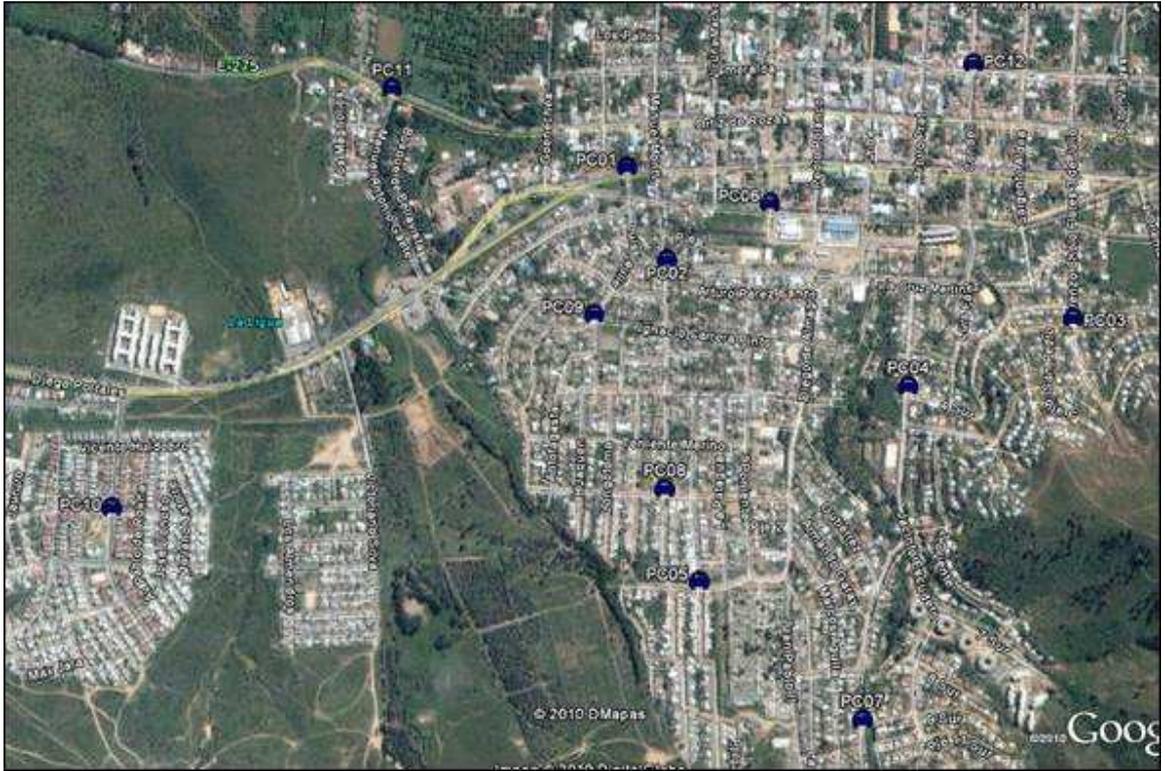


Figura 229: Puntos de conteo Casablanca

Azul : Puntos de conteos de 10
Rojo : Puntos de conteos de 24

b) La Liga



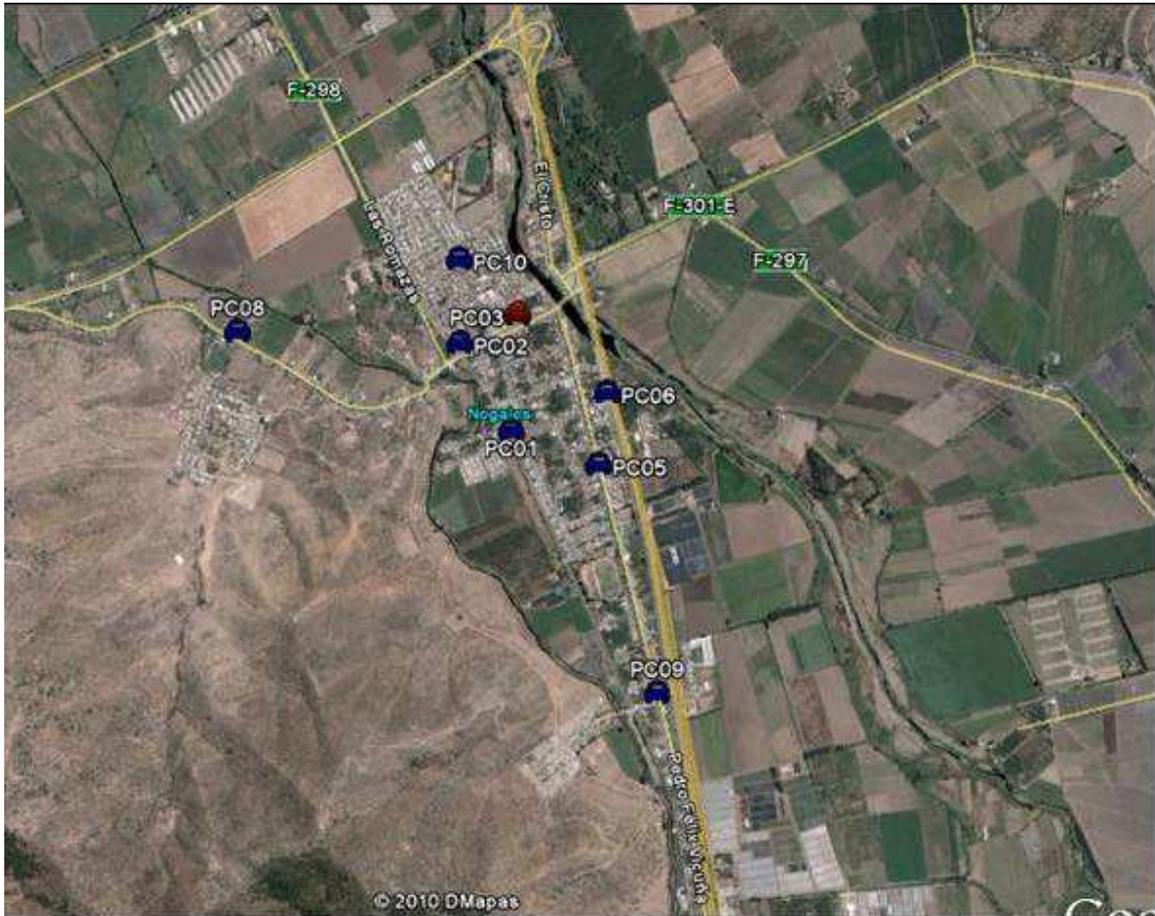
Azul : Puntos de conteos de 10
 Rojo : Puntos de conteos de 24

c) Limache



Azul : Puntos de conteos de 10
 Rojo : Puntos de conteos de 24

d) Nogales



Azul : Puntos de conteos de 10
 Rojo : Puntos de conteos de 24

En la tabla siguiente se presentan las categorías que serán consideradas para las campañas de conteos vehiculares:

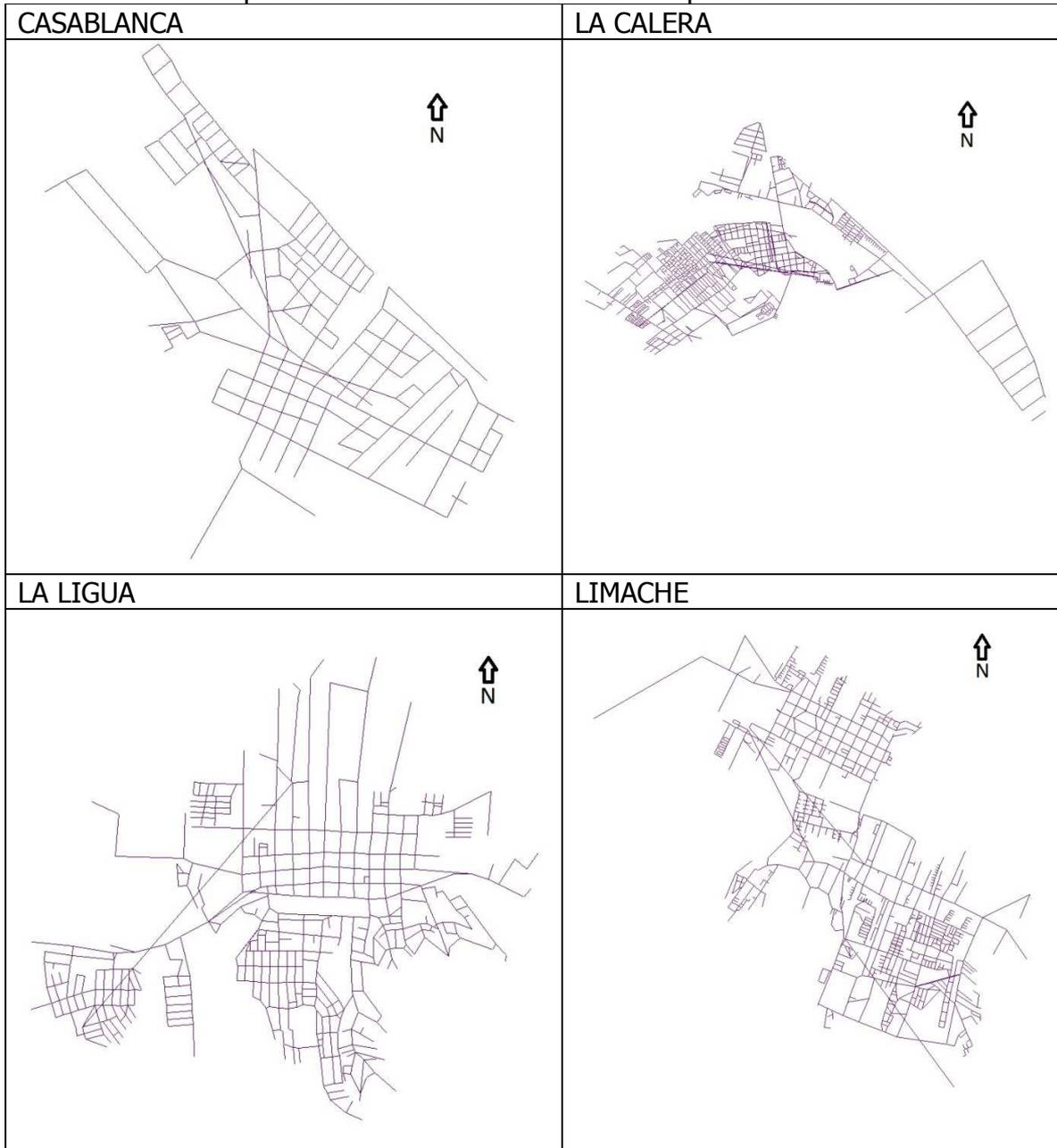
Tabla 330. Categorías Vehiculares – Clasificación Manual

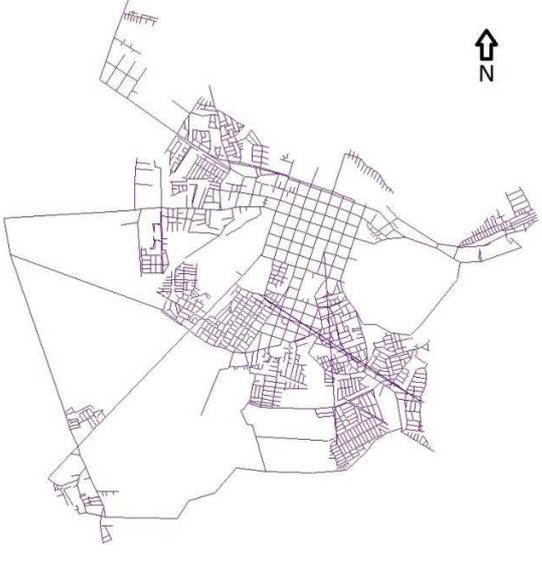
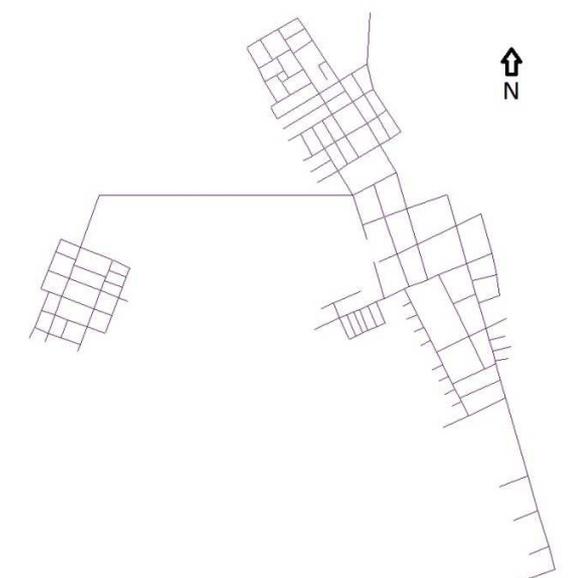
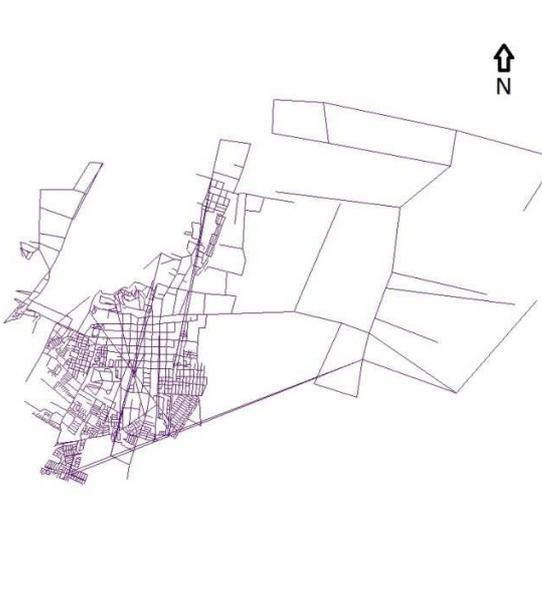
Tipo Vehículo	Sub Tipo
Vehículos (sedán/sw)	Particulares
Camionetas/ Todo terrenos/ Van/ Furgones	Particulares
	De Empresas

Taxis básicos	Taxis básicos
Taxis colectivos	Taxis colectivos
Camiones	Livianos
	Medianos
	Pesados
Buses y Taxi buses	Interurbano
	Urbano
	Rural
	Institucional
Motocicletas	2 tiempos
	4 tiempos

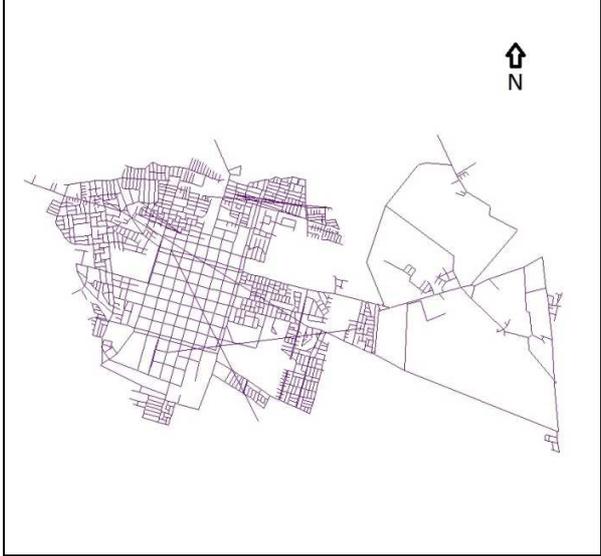
17 ANEXO N°5 REDES VIALES

A continuación se presentan las redes viales Bottom Up de la zona en estudio:

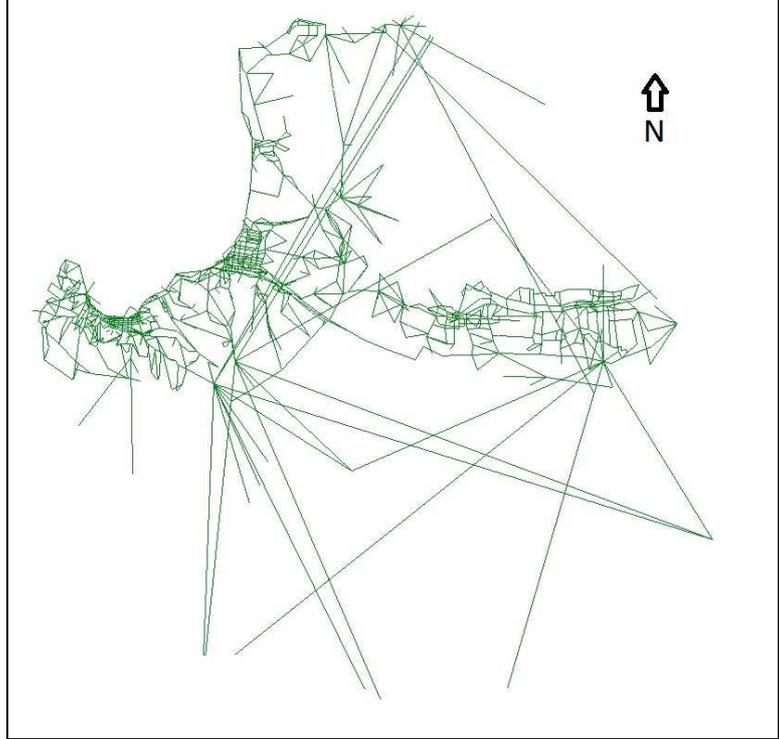


LOS ANDES	NOGALES
	
QUILLOTA	SAN ANTONIO
	

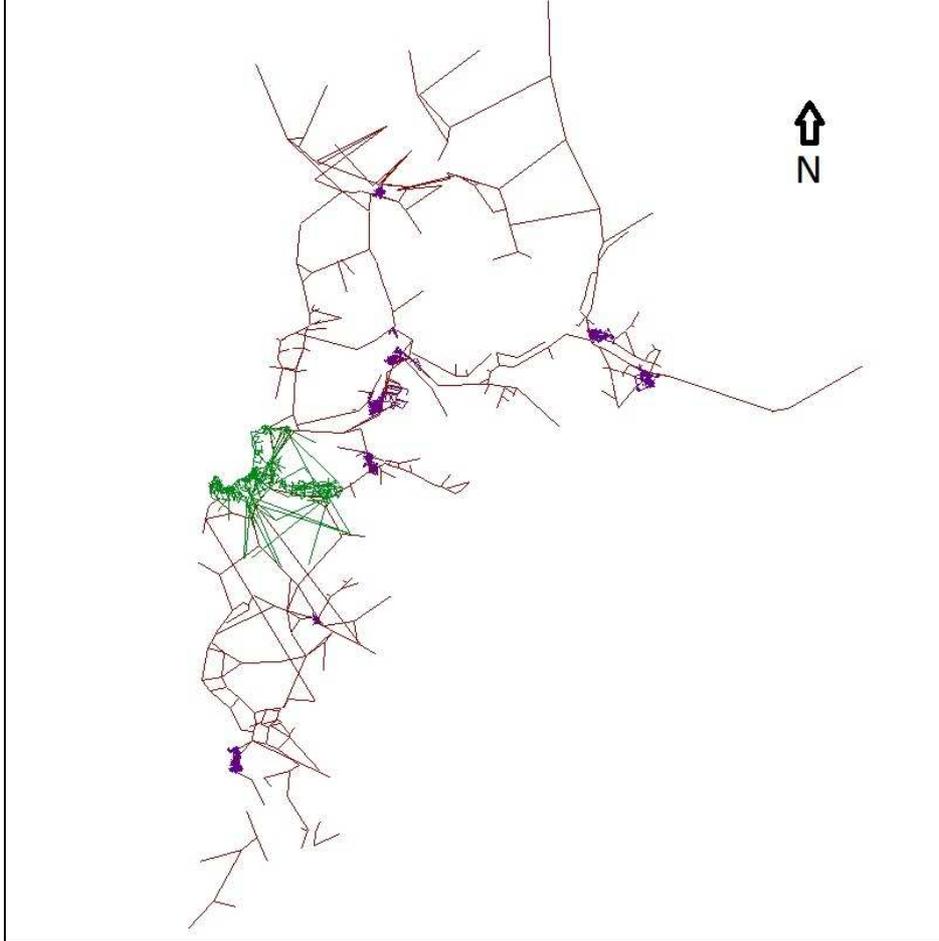
SAN FELIPE



GRAN VALPARAISO



INTERURBANA Y CIUDADES BOTTOM UP



18 ANEXO N°6 PERFILES TEMPORALES

En el caso del Gran Valparaíso se asignaron 5 zonas, para las cuales se designó una zona por comuna, las cuales quedan definida de la siguiente manera:

- Zona 1: Valparaíso
- Zona 2: Villa Alemana
- Zona 3: Viña del Mar
- Zona 4: Con Cón
- Zona 5: Quilpué

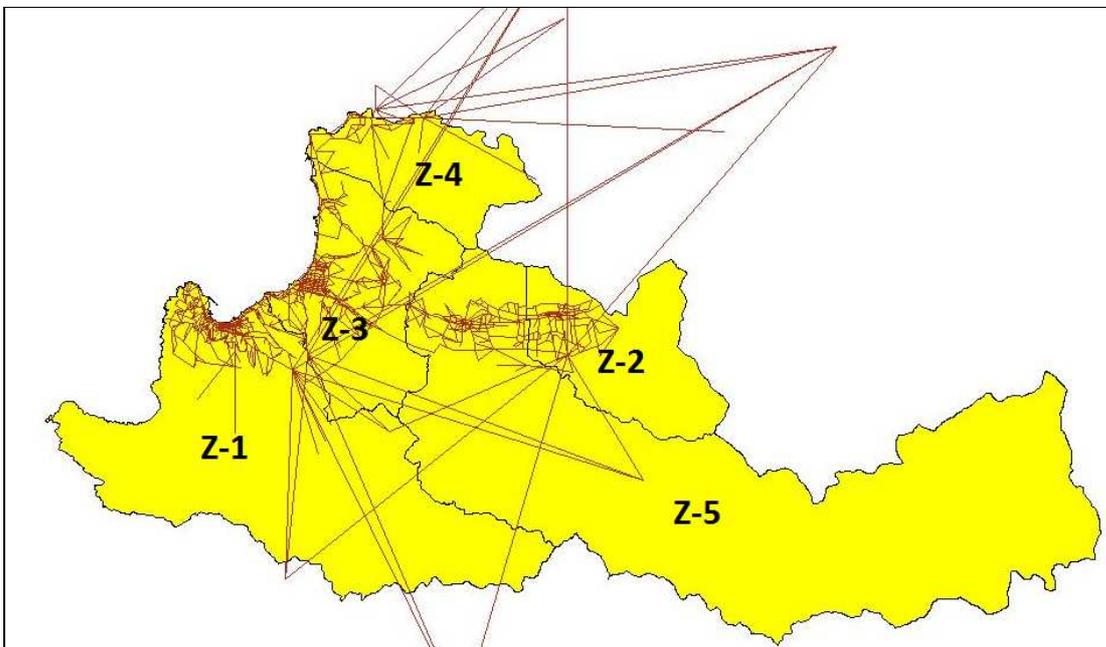


Figura 233: Zonas Gran Valparaíso

A modo de ejemplo los perfiles temporales para la Zona 1 de Valparaíso son los siguientes:

Tabla 331: Perfiles Temporales Zona 1 de Valparaíso, Vehículos Particulares, Camiones Livianos y Medianos.

Hora	Vehículos Particulares				Camión Liviano				Camión Mediano			
	L-J	V	S	D	L-J	V	S	D	L-J	V	S	D
00:00-01:00	0,27	0,39	0,45	0,31	0,56	0,82	0,92	0,57	0,44	0,64	0,67	0,40

01:00-02:00	0,20	0,28	0,38	0,21	0,40	0,63	0,82	0,37	0,29	0,47	0,58	0,20
02:00-03:00	0,15	0,22	0,33	0,14	0,31	0,49	0,70	0,26	0,18	0,29	0,45	0,09
03:00-04:00	0,12	0,19	0,27	0,11	0,25	0,42	0,59	0,18	0,17	0,26	0,30	0,10
04:00-05:00	0,09	0,19	0,27	0,10	0,16	0,44	0,61	0,14	0,10	0,24	0,35	0,08
05:00-06:00	0,08	0,17	0,26	0,11	0,13	0,36	0,58	0,16	0,05	0,19	0,33	0,07
06:00-07:00	0,14	0,20	0,19	0,13	0,25	0,40	0,36	0,23	0,21	0,24	0,23	0,19
07:00-08:00	0,49	0,35	0,20	0,42	0,63	0,66	0,37	0,47	0,65	0,45	0,30	0,66
08:00-09:00	1,00	0,63	0,31	0,70	1,00	1,20	0,60	0,54	1,00	0,74	0,53	0,97
09:00-10:00	0,88	0,72	0,42	0,63	1,78	1,39	0,81	1,33	1,41	1,12	0,71	1,22
10:00-11:00	0,83	0,78	0,65	0,71	1,68	1,21	0,69	1,31	1,37	1,17	0,27	1,18
11:00-12:00	0,85	0,81	0,77	0,74	1,73	1,21	0,79	1,29	1,39	1,28	0,31	1,19
12:00-13:00	0,91	0,89	0,82	0,84	1,72	1,60	0,83	1,31	1,42	1,40	0,45	1,24
13:00-14:00	0,95	0,93	0,71	0,84	1,49	1,89	1,42	1,29	1,16	1,36	1,16	1,24
14:00-15:00	0,86	0,82	0,63	0,76	1,32	1,65	1,26	1,16	1,05	1,17	1,06	1,09
15:00-16:00	0,75	0,71	0,57	0,67	1,51	1,43	1,15	1,37	1,26	1,15	0,98	1,16
16:00-17:00	0,80	0,80	0,60	0,77	1,62	0,88	1,01	1,56	1,37	1,20	0,94	1,26
17:00-18:00	0,97	0,88	0,63	0,88	1,44	0,94	1,03	1,31	1,53	1,62	0,98	1,28
18:00-19:00	1,12	0,93	0,64	0,92	1,19	0,96	1,04	0,98	1,75	1,94	1,02	1,24
19:00-20:00	0,99	0,87	0,61	0,75	1,45	1,35	1,16	1,14	1,52	1,42	1,00	1,16
20:00-21:00	0,77	0,79	0,61	0,68	1,56	1,55	1,21	1,37	1,26	1,24	1,02	1,16
21:00-22:00	0,70	0,69	0,62	0,59	1,43	1,39	1,22	1,20	1,13	1,12	0,94	1,06
22:00-23:00	0,58	0,65	0,56	0,55	1,20	1,32	1,10	1,11	0,92	1,03	0,86	0,87
23:00-00:00	0,43	0,53	0,43	0,43	0,90	1,10	0,84	0,86	0,67	0,89	0,62	0,64

Tabla 332: Perfiles Temporales Zona 1 de Valparaíso, Camiones Pesados, Bus Urbano y Taxi Colectivo.

Hora	Camión Pesado				Bus Urbano				Taxi Colectivo			
	L-J	V	S	D	L-J	V	S	D	L-J	V	S	D
00:00-01:00	0,39	0,62	0,67	0,34	0,38	0,57	0,60	0,36	0,34	0,53	0,56	0,32
01:00-02:00	0,27	0,48	0,57	0,20	0,28	0,43	0,53	0,25	0,25	0,40	0,50	0,21
02:00-03:00	0,20	0,34	0,48	0,13	0,23	0,33	0,45	0,16	0,19	0,31	0,42	0,14
03:00-04:00	0,17	0,30	0,39	0,08	0,18	0,30	0,38	0,14	0,15	0,28	0,34	0,13
04:00-05:00	0,11	0,30	0,41	0,07	0,12	0,29	0,39	0,13	0,11	0,28	0,36	0,12
05:00-06:00	0,08	0,27	0,36	0,08	0,09	0,26	0,37	0,13	0,08	0,24	0,33	0,11
06:00-07:00	0,17	0,28	0,23	0,16	0,17	0,29	0,27	0,18	0,14	0,24	0,23	0,14
07:00-08:00	0,57	0,43	0,22	0,51	0,56	0,40	0,25	0,53	0,49	0,33	0,21	0,45
08:00-09:00	1,00	0,76	0,39	0,79	1,00	0,67	0,39	0,81	1,00	0,58	0,32	0,78
09:00-10:00	1,25	0,89	0,55	1,10	1,05	0,84	0,54	0,85	0,95	0,70	0,43	0,75
10:00-11:00	1,20	0,74	0,67	1,18	1,00	0,97	0,69	0,87	0,90	0,68	0,38	0,74
11:00-12:00	1,25	0,78	0,82	1,18	1,02	1,02	0,81	0,92	0,90	0,74	0,44	0,77
12:00-13:00	1,25	1,05	0,87	1,24	1,07	1,12	0,93	1,00	0,95	0,88	0,52	0,84
13:00-14:00	1,02	1,23	0,99	0,98	0,99	1,05	0,90	0,95	0,90	0,93	0,75	0,85

14:00-15:00	0,91	1,05	0,87	0,87	0,89	0,91	0,81	0,85	0,79	0,81	0,67	0,74
15:00-16:00	1,08	0,97	0,79	1,03	0,91	0,86	0,71	0,85	0,77	0,73	0,57	0,73
16:00-17:00	1,16	0,70	0,84	1,15	0,99	0,94	0,74	0,96	0,85	0,59	0,53	0,82
17:00-18:00	1,10	0,81	0,85	1,01	1,02	1,00	0,76	0,97	0,81	0,63	0,54	0,77
18:00-19:00	0,96	0,86	0,88	0,80	0,97	1,00	0,77	0,94	0,70	0,63	0,56	0,67
19:00-20:00	1,07	0,94	0,76	0,89	0,99	0,93	0,73	0,87	0,80	0,72	0,57	0,71
20:00-21:00	1,10	1,09	0,83	1,04	0,94	0,99	0,78	0,88	0,84	0,84	0,65	0,79
21:00-22:00	1,01	0,97	0,82	0,90	0,87	0,88	0,75	0,77	0,78	0,77	0,65	0,67
22:00-23:00	0,86	0,97	0,74	0,80	0,75	0,81	0,67	0,69	0,67	0,75	0,61	0,61
23:00-00:00	0,63	0,80	0,54	0,57	0,57	0,73	0,51	0,53	0,52	0,68	0,46	0,48

Tabla 333: Perfiles Temporales Zona 1 de Valparaíso, Categorías Camiones Pesados, Buses Interurbanos y Urbanos

A continuación a modo de ejemplo se muestran gráficos de los perfiles temporales promedios normalizados a la hora 8-9 de un día laboral normal (Lunes -Jueves) para la Zona 1 de Valparaíso.

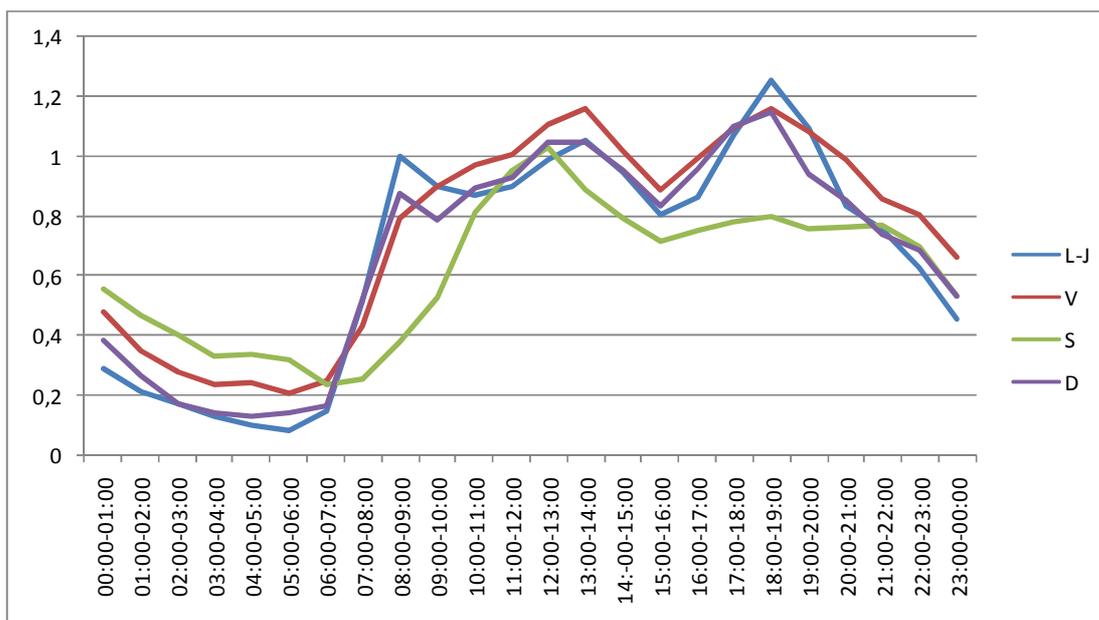


Figura 234: Perfil Temporal Normalizado Hora 8-9, Zona Valparaíso, Vehículos Particulares

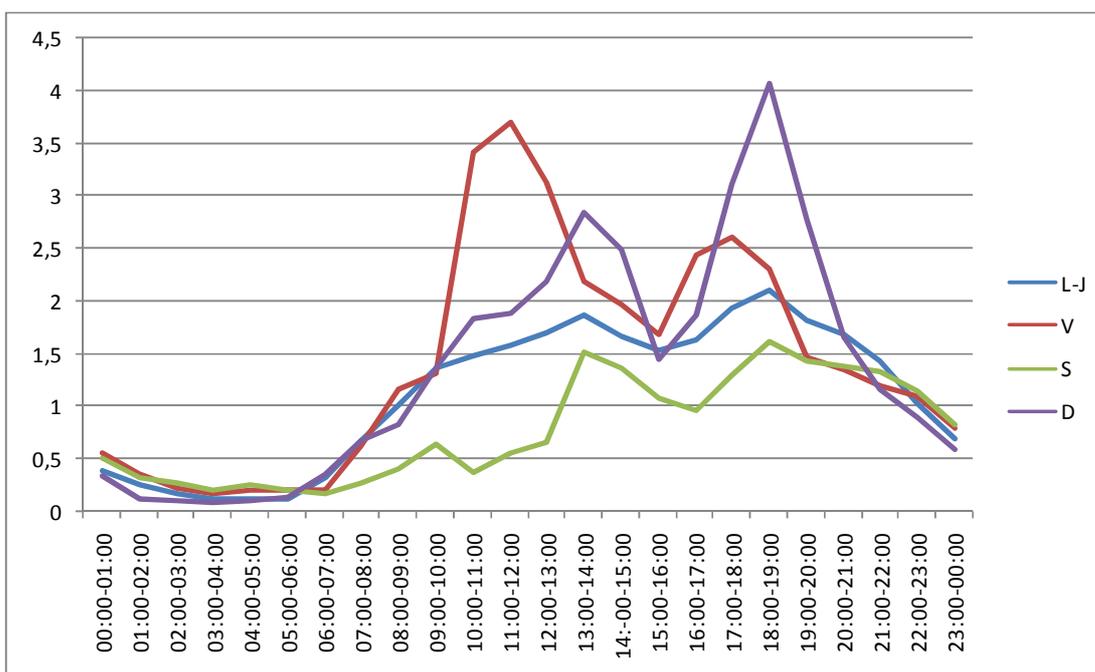


Figura 235: Perfil Temporal Normalizado Hora 8-9, Zona Valparaíso, Camiones Pesados

Para el resto de las comunas bottom up el procedimiento es similar al de Gran Valparaíso, se construyen los perfiles temporales por zonas.

En la siguiente tabla se presenta a modo de ejemplo los perfiles temporales de la zona N°12 de la comuna de Los Andes.

Tabla 334: Perfiles Temporales Zona 12 Los Andes para vehículo liviano comercial de uso particular, taxi colectivo y camión pesado.

Hora	Vehículos livianos comerciales de uso particular				Taxis colectivos				Camiones pesados			
	L-J	V	S	D	L-J	V	S	D	L-J	V	S	D
00:00-01:00	26,1	26,1	20,0	19,3	18,4	18,4	22,8	21,5	7,5	7,5	3,2	1,6
01:00-02:00	13,6	13,6	15,2	7,1	8,3	8,3	15,4	6,1	1,1	1,1	12,9	39,1
02:00-03:00	9,0	9,0	10,0	5,6	4,4	4,4	8,8	2,9	8,6	8,6	12,9	12,9
03:00-04:00	7,3	7,3	8,0	4,0	2,8	2,8	5,7	1,8	8,6	8,6	12,9	12,9
04:00-05:00	6,4	6,4	5,1	4,3	2,4	2,4	4,0	2,1	8,6	8,6	12,9	12,9
05:00-06:00	5,9	5,9	6,5	6,1	2,0	2,0	4,4	2,2	8,6	8,6	12,9	12,9
06:00-07:00	7,5	7,5	4,7	7,8	3,9	3,9	4,0	7,0	8,6	8,6	12,9	12,9
07:00-08:00	18,5	18,5	10,2	21,7	14,3	14,3	8,8	23,4	8,6	8,6	12,9	12,9
08:00-09:00	31,8	31,8	18,3	28,1	34,5	34,5	18,9	53,5	2,1	2,1	12,9	12,9

09:00-10:00	51,0	51,0	33,7	45,7	36,2	36,2	36,0	41,7	38,5	38,5	12,9	29,0
10:00-11:00	70,2	70,2	58,5	62,1	46,5	46,5	49,6	62,4	53,5	53,5	12,9	24,1
11:00-12:00	90,4	90,4	84,6	81,7	60,4	60,4	69,4	73,1	57,8	57,8	12,9	21,2
12:00-13:00	97,5	97,5	102,4	92,4	71,6	71,6	85,2	90,6	58,9	58,9	12,9	19,4
13:00-14:00	59,2	59,2	59,7	67,6	57,0	57,0	64,4	83,7	26,5	26,5	12,2	9,6
14:00-15:00	62,2	62,2	58,8	56,3	58,1	58,1	68,0	79,3	19,1	19,1	13,0	10,9
15:00-16:00	59,2	59,2	57,2	45,7	57,6	57,6	68,4	53,2	30,3	30,3	19,3	23,2
16:00-17:00	61,1	61,1	55,7	53,5	57,2	57,2	66,5	66,8	28,6	28,6	19,3	25,0
17:00-18:00	56,2	56,2	54,1	55,7	50,2	50,2	67,7	67,9	29,9	29,9	23,3	15,8
18:00-19:00	73,6	73,6	52,5	55,0	50,3	50,3	63,2	67,6	23,5	23,5	25,8	28,3
19:00-20:00	73,3	73,3	58,0	52,2	55,6	55,6	68,5	63,3	37,5	37,5	25,8	29,0
20:00-21:00	63,0	63,0	54,9	48,5	47,1	47,1	64,1	53,5	51,4	51,4	16,1	18,0
21:00-22:00	56,8	56,8	47,8	35,8	40,9	40,9	54,4	38,0	34,3	34,3	19,3	10,7
22:00-23:00	43,9	43,9	35,4	29,9	31,3	31,3	43,5	33,5	19,3	19,3	16,1	3,8
23:00-00:00	29,6	29,6	22,8	16,9	20,8	20,8	24,6	20,0	8,6	8,6	12,9	39,1

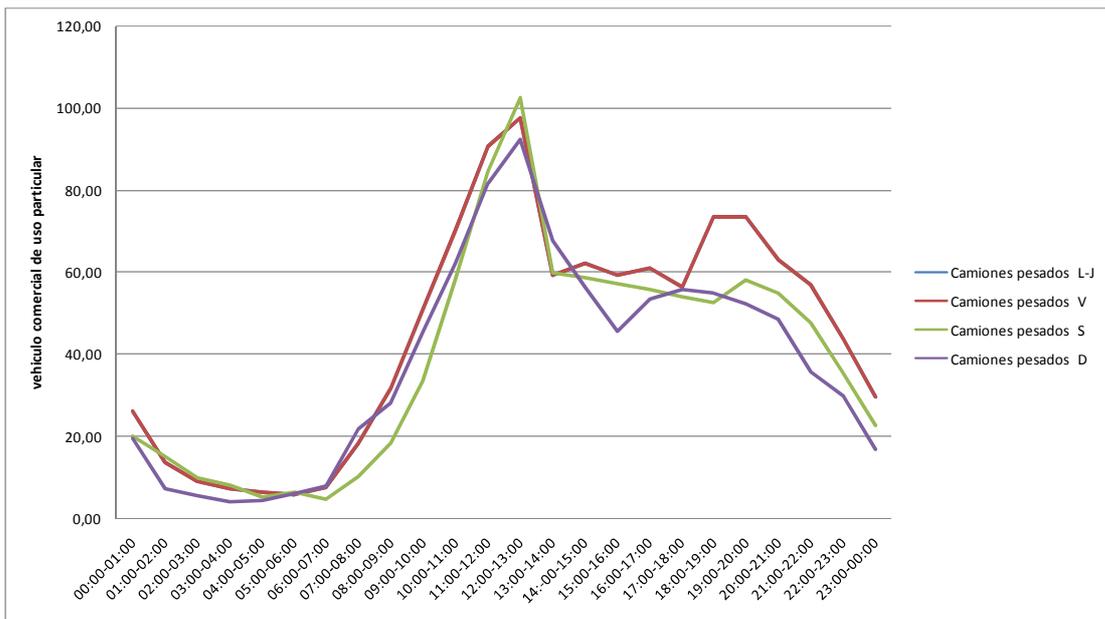


Figura 236: Perfil Temporal, Zona 12 de Los Andes, para vehículo comercial de uso particular

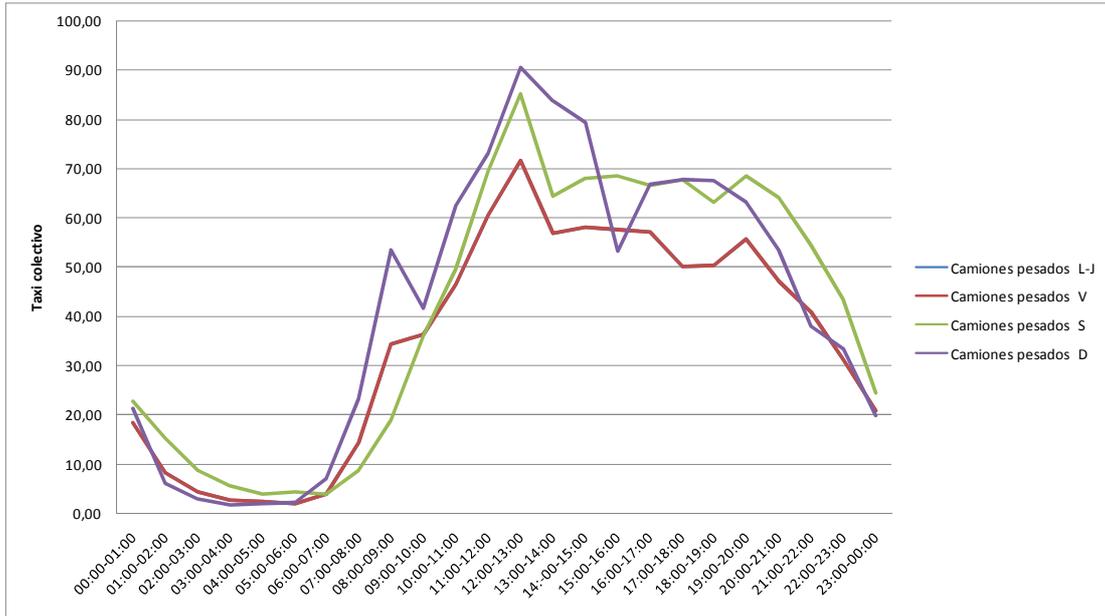


Figura 237: Perfil Temporal, Zona 12 de Los Andes, para taxi colectivo

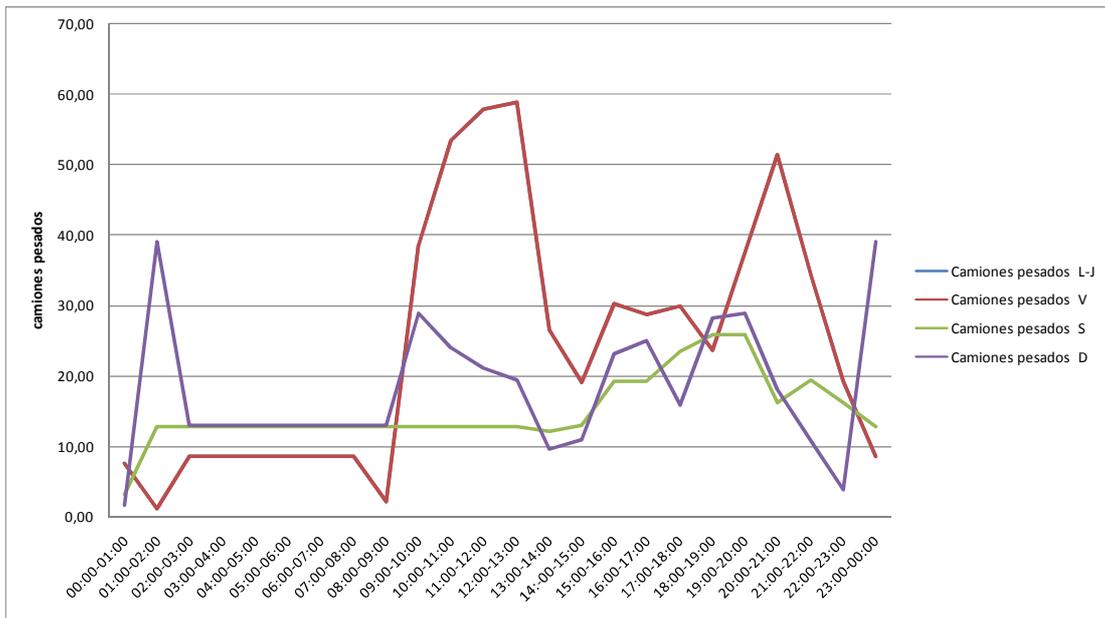


Figura 238: Perfil Temporal, Zona 12 de Los Andes, para camión pesado.

En el caso de la red interurbana se dispone de conteos manuales y automáticos e información de peajes, a partir de los cuales fue posible obtener los perfiles temporales requeridos por la metodología.

Para esto se dispone de los puntos censales de 12 horas y 24 horas que permiten obtener información horaria de flujo solo los días lunes – jueves y viernes y están disponibles para un día de invierno, primavera y verano. Por tanto, es necesario complementar esta información para obtener los días de fin de semana y suavizar un perfil mensual de los flujos que considere los 12 meses del año. Para efectuar este proceso hay información disponible de plazas de peajes y contadores automáticos que contienen información para las 24 horas del día los 7 días de la semana a partir de los cuales se obtendrán perfiles que serán asimilados al resto de los caminos en grandes zonas geográficas de la Región dado el bajo número de puntos de conteo automático disponible. En este caso de ser requerido en alguna vía de importancia en la zona se podría considerar un conteo de 24 horas en día de semana y fines de semana para complementar la información disponible.

En cuanto a los perfiles mensuales, con las estaciones de conteo automático y las plazas de peaje se obtiene un promedio mensual por zonas, con lo cual se suaviza el perfil entregado por el censo de tránsito que tiene información de flujos solo para invierno, primavera y verano.

Para esto se subdividió la red interurbana en zonas equivalentes a provincias. En la siguiente tabla se presentan a modo de ejemplo los perfiles temporales para la red interurbana de la provincia de Valparaíso:

Tabla 335: Perfiles Temporales Zona Provincia de Valparaíso Red Interurbana.

	Vehículos Particulares				Buses Interurbanos				Camiones Pesados			
	L-J	V	S	D	L-J	V	S	D	L-J	V	S	D
00:00-01:00	0,22	0,22	0,35	0,32	0,06	0,05	0,10	0,06	0,36	0,49	0,57	0,71
01:00-02:00	0,12	0,14	0,22	0,22	0,02	0,02	0,13	0,03	0,23	0,33	0,34	0,15
02:00-03:00	0,08	0,08	0,14	0,18	0,01	0,01	0,02	0,02	0,16	0,18	0,30	0,36
03:00-04:00	0,06	0,06	0,10	0,15	0,01	0,01	0,02	0,01	0,17	0,17	0,15	0,12
04:00-05:00	0,06	0,06	0,09	0,12	0,02	0,01	0,02	0,02	0,18	0,19	0,18	0,10
05:00-06:00	0,08	0,07	0,09	0,10	0,10	0,07	0,10	0,07	0,30	0,28	0,21	0,11
06:00-07:00	0,20	0,13	0,11	0,12	0,54	0,35	0,15	0,08	0,64	0,60	0,47	0,11
07:00-08:00	0,72	0,42	0,21	0,25	1,18	1,02	0,36	0,31	1,22	0,83	0,57	0,16
08:00-09:00	1,00	0,68	0,40	0,34	1,00	0,87	0,80	0,41	1,00	0,83	1,09	0,38
09:00-10:00	0,97	0,74	0,65	0,46	1,01	0,92	1,06	0,95	0,93	0,90	1,54	0,22
10:00-11:00	1,01	0,88	0,98	0,74	1,06	1,00	1,33	1,17	0,99	0,90	1,52	0,48
11:00-12:00	0,97	1,01	1,41	1,18	0,85	0,79	0,90	0,60	1,05	1,09	1,41	0,27
12:00-13:00	0,96	1,10	1,75	1,63	0,79	0,61	0,94	0,78	1,10	1,03	1,67	0,67
13:00-14:00	0,89	1,09	1,76	1,86	0,77	0,78	0,95	0,67	1,09	1,01	1,66	0,48
14:00-15:00	0,88	1,06	1,44	1,41	0,76	0,74	0,65	0,83	1,14	1,15	1,11	0,43
15:00-16:00	0,88	1,07	1,26	1,34	0,78	0,79	0,67	0,92	1,09	1,19	1,08	0,43
16:00-17:00	0,96	1,27	1,33	1,60	0,86	0,89	0,84	0,84	1,08	1,12	0,65	0,22
17:00-18:00	1,10	1,36	1,34	1,84	1,07	0,84	0,92	1,30	1,22	1,17	0,76	0,60

18:00-19:00	1,15	1,53	1,34	1,96	1,04	0,94	1,13	1,42	1,07	1,19	0,56	0,43
19:00-20:00	1,16	1,61	1,34	1,95	1,05	1,25	0,98	1,24	1,03	0,99	0,54	0,35
20:00-21:00	0,96	1,59	1,20	1,72	0,87	1,13	0,86	1,29	0,89	0,90	0,34	0,35
21:00-22:00	0,71	1,30	0,96	1,35	0,60	0,83	0,63	0,95	0,83	0,68	0,55	0,38
22:00-23:00	0,50	0,93	0,71	1,00	0,46	0,57	0,42	0,77	0,63	0,57	0,48	0,18
23:00-00:00	0,32	0,58	0,46	0,54	0,19	0,30	0,20	0,42	0,46	0,49	0,18	0,16

A continuación se muestran gráficos de perfiles temporales para un tipo de calle de la provincia de Valparaíso para red Interurbana.

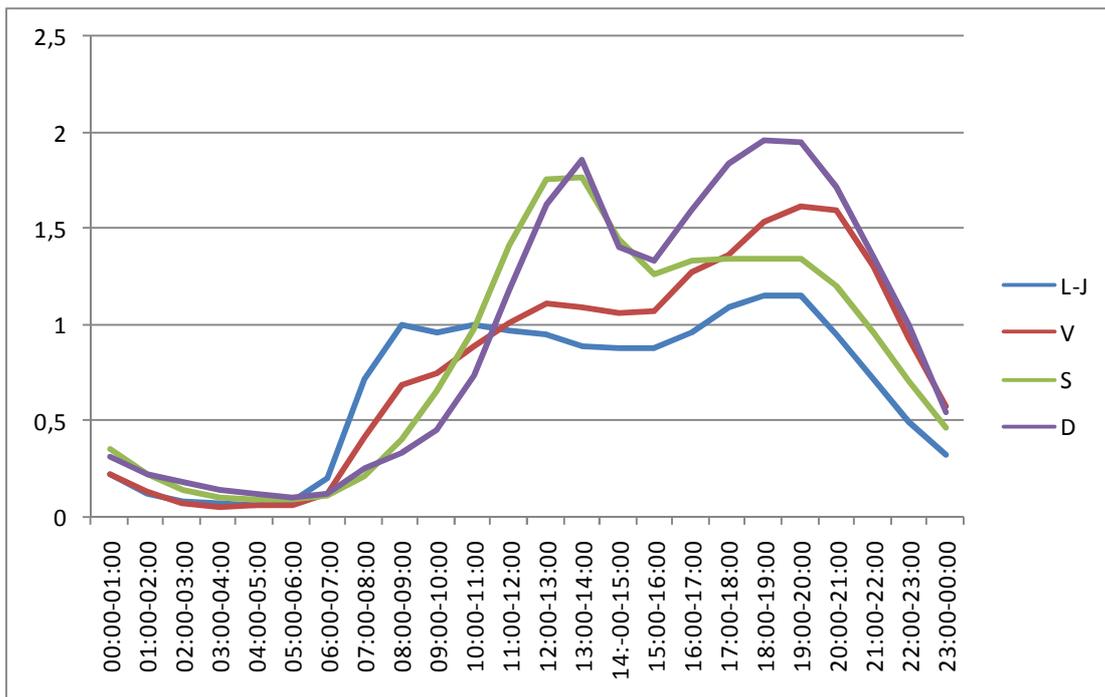


Figura 239: Perfil Temporal Normalizado Hora 8-9, Zona Provincia de Valparaíso Red Interurbana, Vehículos Particulares

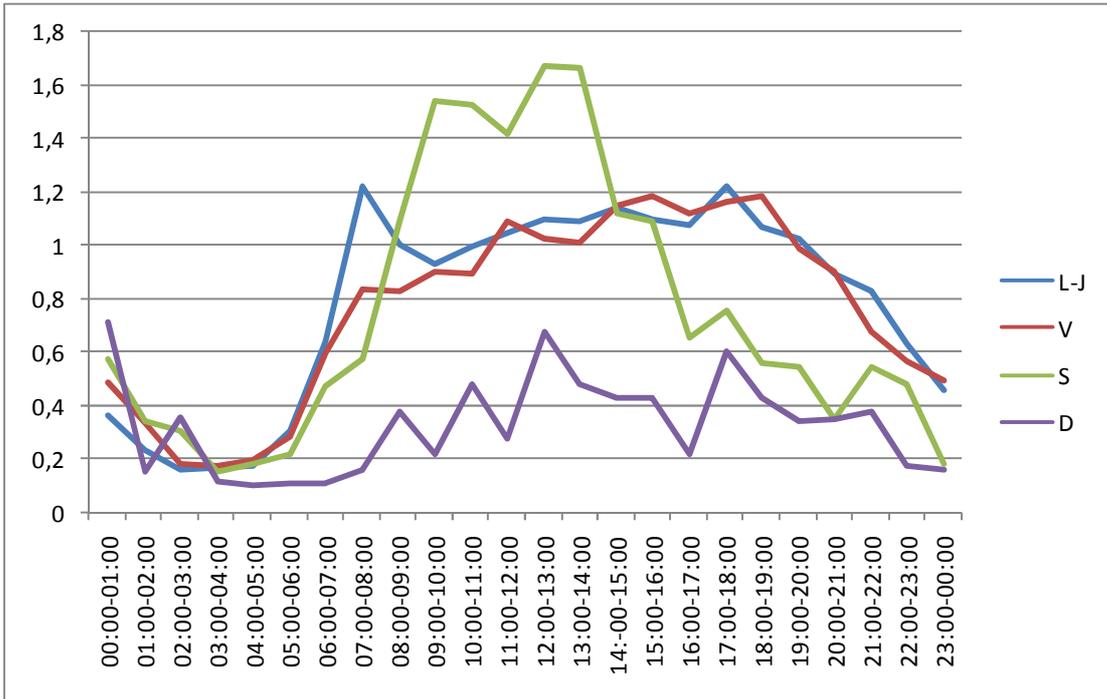


Figura 240: Perfil Temporal Normalizado Hora 8-9, Zona Provincia de Valparaíso Red Interurbana, Camiones Pesados

19 ANEXO N°7 CIRCUITOS MEDIDOS

A continuación se muestran las rutas que se midieron en las comunas con metodología Bottom Up:

- Los Andes:

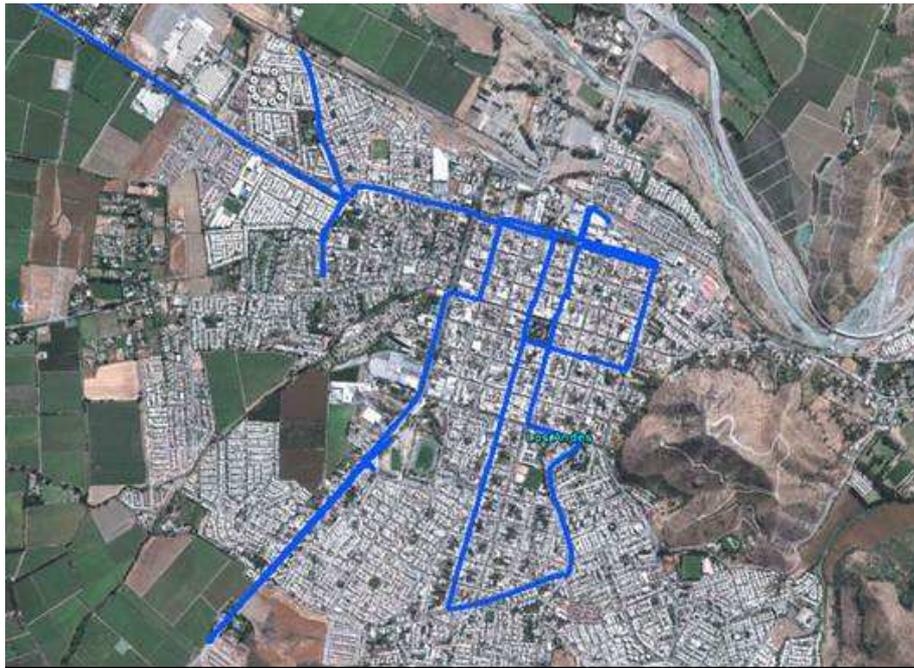


Figura 241: Medición de Niveles de Servicios en Los Andes, Rutas de transporte público y Vehículos Particulares

- San Felipe



Figura 242: Medición de Niveles de Servicios en San Felipe, Rutas de transporte público y Vehículos Particulares

- Nogales

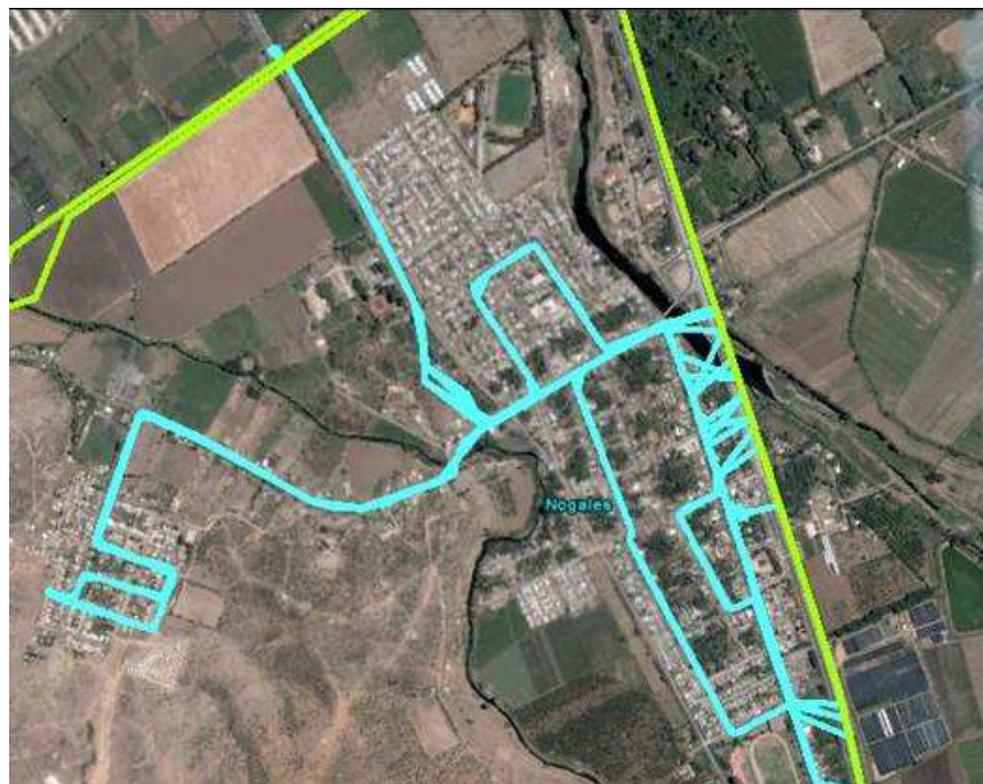


Figura 243: Medición de Niveles de Servicios en Nogales, Rutas de transporte público y Vehículos Particulares

- Quillota

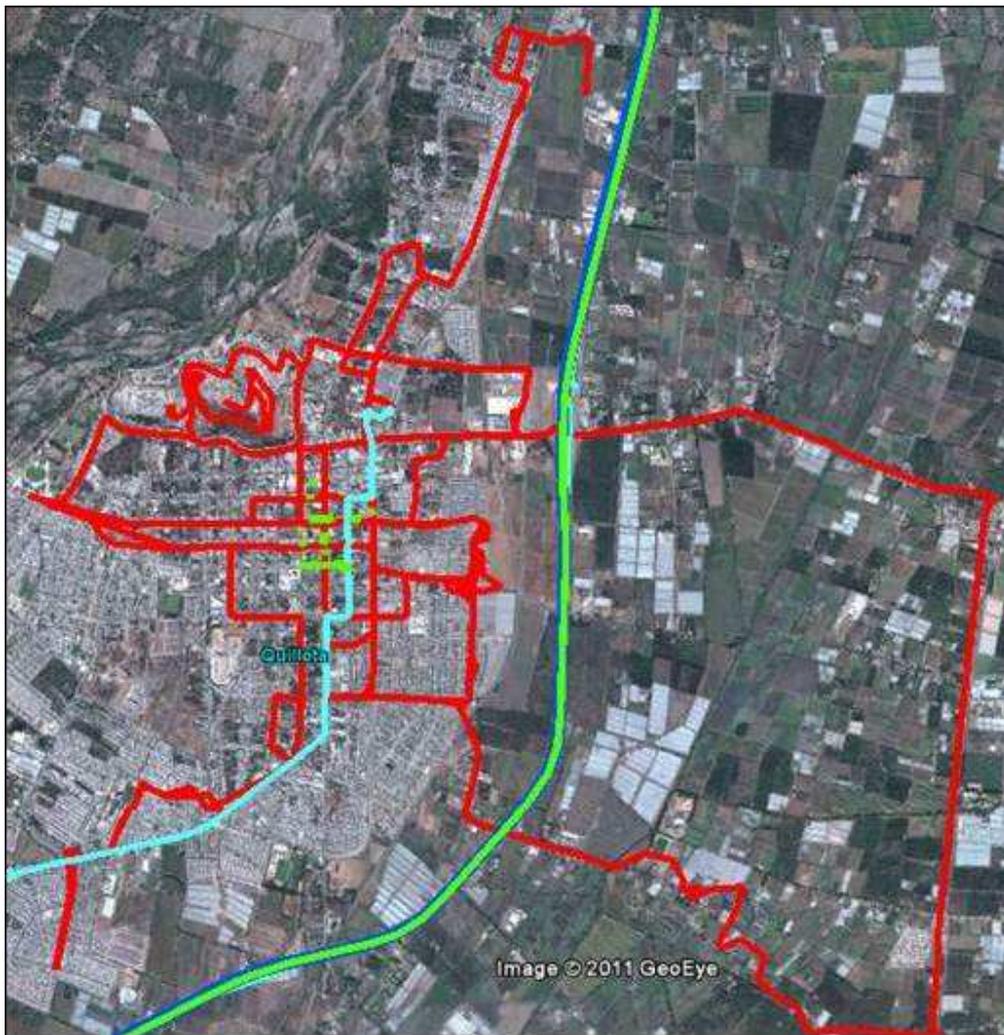


Figura 244: Medición de Niveles de Servicios en Quillota, Rutas de transporte público y Vehículos Particulares

- Limache



Figura 245: Medición de Niveles de Servicios en Limache, Rutas de transporte público y Vehículos Particulares

Para la red interurbana, al igual que para ciudades sin modelo de transporte se utilizaron tramos para medir el nivel de servicio y se utilizó el método para transporte privado.

Los circuitos para las rutas interurbanas se definieron de acuerdo al tamaño de flujo de los arcos tomando como base la información de Tránsito Medio Diario Anual, para esto se escogieron rutas que contiene tramos con TMDA > 3000 lo cual es presentado en la siguiente figura:



Figura 246: Medición de Niveles de Servicios en la Red Interurbana, Rutas de transporte público y Vehículos Particulares

20 ANEXO N°8 LISTADO DE GRILLAS DE LA EDB

GRILLAS AREALES	
COD_GRILLA	DESCRIPCION
US 1	B.Nat.Achaparrado Denso
US 2	B.Nat.Achaparrado Semidenso
US 3	Bosque Nativo Adulto Denso
US 4	Bosque Nativo Adulto Semidenso
US 5	Bosques Achaparrados
US 6	Bosques Exoticas Asilvestradas
US 7	Cajas de Rios
US 8	Estepa Andina Central
US 9	Matorral Abierto
US 10	Matorral Arbores. Muy Abierto
US 11	Matorral Arborescen. Semidenso
US 12	Matorral Arborescente Abierto
US 13	Matorral Arborescente Denso
US 14	Matorral Denso
US 15	Matorral Muy Abierto
US 16	Matorral Pradera Abierto
US 17	Matorral Pradera Muy Abierto
US 18	Matorral Pradera Semidenso
US 19	Matorral Semidenso
US 20	Matorral-Suculenta Muy Abierto
US 21	Matorral-Suculentas Abierto
US 22	Matorral-Suculentas Denso
US 23	Matorral-Suculentas Semidenso
US 24	Planta.Joven-Recien Cosechada
US 25	Plantacion
US 26	Praderas
US 27	Praderas Anuales
US 28	Praderas Perennes
US 29	Renoval Abierto
US 30	Renoval Denso
US 31	Renoval Semidenso
US 32	Rotacion Cultivo-Pradera
US 33	Suculentas
US 34	Terrenos de Uso Agricola
US 35	Vegas
US 36	Afloramientos Rocosos
US 37	B.Nat.Achaparrado Abierto
US 38	B.Nat.Adulto-Renoval Denso

US 39	B.Nat.Adulto-Renoval Semidenso
US 40	B.Nativo-Plantacion Abierto
US 41	B.Nativo-Plantacion Semidenso
70100101	Top Down_Vehículos livianos de pasajeros gasolineros Euro 1
70100102	Top Down_Vehículos livianos de pasajeros gasolineros Euro 3
70100103	Top Down_Vehículos livianos de pasajeros gasolineros no catalíticos
70100104	Top Down_Vehículos livianos de pasajeros a GNC Euro 1
70100105	Top Down_Vehículos livianos de pasajeros diesel Euro 1
70100106	Top Down_Vehículos livianos de pasajeros gasolineros Euro 4
70100107	Top Down_Vehículos livianos de pasajeros diesel Euro 3
70100108	Top Down_Vehículos livianos de pasajeros diesel Euro 4
70100109	Top Down_Vehículos livianos de pasajeros híbridos
70100110	Top Down_Vehículos livianos de pasajeros diesel Pre Euro
70100111	Top Down_Vehículos livianos de pasajeros diesel Euro 5
70100201	Top Down_Vehículos de alquiler gasolineros Euro 1
70100202	Top Down_Vehículos de alquiler gasolineros Euro 3
70100203	Top Down_Vehículos de alquiler gasolineros no catalíticos
70100204	Top Down_Vehículos de alquiler a GNC Euro 1
70100205	Top Down_Vehículos de alquiler diesel Euro 1
70100206	Top Down_Vehículos de alquiler gasolineros Euro 4
70100207	Top Down_Vehículos de alquiler diesel Euro 3
70100208	Top Down_Vehículos de alquiler diesel Euro 4
70100209	Top Down_Vehículos de alquiler híbridos
70100210	Top Down_Vehículos de alquiler diesel Pre Euro
70100211	Top Down_Vehículos de alquiler diesel Euro 5
70100301	Top Down_Vehículos livianos comerciales de uso particular gasolineros Euro 1
70100302	Top Down_Vehículos livianos comerciales de uso particular gasolineros Euro 3
70100303	Top Down_Vehículos livianos comerciales de uso particular gasolineros no catalíticos
70100304	Top Down_Vehículos livianos comerciales de uso particular diesel Euro 1
70100305	Top Down_Vehículos livianos comerciales de uso particular diesel Euro 3
70100306	Top Down_Vehículos livianos comerciales de uso particular a GNC Euro 1
70100307	Top Down_Vehículos livianos comerciales de uso particular híbridos

70100312	Top Down_Vehículos livianos comerciales de uso particular gasolineros Euro 4
70100313	Top Down_Vehículos livianos comerciales de uso particular diesel sin norma
70100314	Top Down_Vehículos livianos comerciales de uso particular diesel Euro 4
70100315	Top Down_Vehículos livianos comerciales de uso particular diesel Euro 5
70100316	Top Down_Vehículos livianos comerciales de uso particular gasolineros Euro 2
70100317	Top Down_Vehículos livianos comerciales de uso particular diesel Euro 2
70100401	Top Down_Camiones livianos diesel sin norma
70100402	Top Down_Camiones livianos diesel Euro 1
70100403	Top Down_Camiones livianos diesel Euro 2
70100404	Top Down_Camiones livianos diesel Euro 3
70100405	Top Down_Camiones livianos diesel Euro 4
70100501	Top Down_Camiones medianos diesel sin norma
70100502	Top Down_Camiones medianos diesel Euro 1
70100503	Top Down_Camiones medianos diesel Euro 2
70100504	Top Down_Camiones medianos diesel Euro 3
70100505	Top Down_Camiones medianos diesel Euro 4
70100601	Top Down_Motocicletas de dos tiempos sin norma
70100602	Top Down_Motocicletas de dos tiempos Euro 1
70100603	Top Down_Motocicletas de cuatro tiempos sin norma
70100604	Top Down_Motocicletas de cuatro tiempos Euro 1
70100605	Top Down_Motocicletas de dos tiempos Euro 2
70100606	Top Down_Motocicletas de dos tiempos Euro 3
70100607	Top Down_Motocicletas de cuatro tiempos Euro 2
70100608	Top Down_Motocicletas de cuatro tiempos Euro 3
70100701	Top Down_Buses interurbanos diesel sin norma
70100702	Top Down_Buses interurbanos diesel Euro 1
70100703	Top Down_Buses interurbanos diesel Euro 2
70100704	Top Down_Buses interurbanos diesel Euro 3
70100711	Top Down_Buses interurbanos diesel Euro 4
70100801	Top Down_Taxis colectivos gasolineros Euro 1
70100802	Top Down_Taxis colectivos gasolineros Euro 3
70100803	Top Down_Taxis colectivos gasolineros no catalíticos
70100804	Top Down_Taxis colectivos a GNC Euro 1
70100805	Top Down_Taxis colectivos diesel Euro 1
70100806	Top Down_Taxis colectivos gasolineros Euro 4
70100807	Top Down_Taxis colectivos diesel Euro 3
70100808	Top Down_Taxis colectivos diesel Euro 4

70100809	Top Down_Taxis colectivos híbridos
70100810	Top Down_Taxis colectivos diesel Pre Euro
70100811	Top Down_Taxis colectivos diesel Euro 5
70100901	Top Down_Buses licitados urbanos diesel sin norma
70100902	Top Down_Buses licitados urbanos diesel Euro 1
70100903	Top Down_Buses licitados urbanos diesel Euro 2
70100904	Top Down_Buses licitados urbanos diesel Euro 3
70100912	Top Down_Buses licitados urbanos diesel Euro 4
70101001	Top Down_Camiones pesados diesel sin norma
70101002	Top Down_Camiones pesados diesel Euro 1
70101003	Top Down_Camiones pesados diesel Euro 2
70101004	Top Down_Camiones pesados diesel Euro 3
70101005	Top Down_Camiones pesados diesel Euro 4
70103701	Top Down_Buses rurales diesel sin norma
70103702	Top Down_Buses rurales diesel Euro 1
70103703	Top Down_Buses rurales diesel Euro 2
70103704	Top Down_Buses rurales diesel Euro 3
70103705	Top Down_Buses rurales diesel Euro 4
70103801	Top Down_Buses particulares e institucionales diesel sin norma
70103802	Top Down_Buses particulares e institucionales diesel Euro 1
70103803	Top Down_Buses particulares e institucionales diesel Euro 2
70103804	Top Down_Buses particulares e institucionales diesel Euro 3
70103805	Top Down_Buses particulares e institucionales diesel Euro 4
70103901	Top Down_Vehículos livianos comerciales de uso de empresas gasolineros no catalíticos
70103902	Top Down_Vehículos livianos comerciales de uso de empresas gasolineros Euro 1
70103903	Top Down_Vehículos livianos comerciales de uso de empresas gasolineros Euro 3
70103904	Top Down_Vehículos livianos comerciales de uso de empresas gasolineros Euro 4
70103905	Top Down_Vehículos livianos comerciales de uso de empresas diesel sin norma
70103906	Top Down_Vehículos livianos comerciales de uso de empresas diesel Euro 1
70103907	Top Down_Vehículos livianos comerciales de uso de empresas diesel Euro 3
70103908	Top Down_Vehículos livianos comerciales de uso de empresas diesel Euro 4
70103909	Top Down_Vehículos livianos comerciales de uso de

	empresas diesel Euro 5
70103910	Top Down_Vehículos livianos comerciales de uso de empresas a GNC Euro 1
70103911	Top Down_Vehículos livianos comerciales de uso de empresas híbridos
70103912	Top Down_Vehículos livianos comerciales de uso de empresas gasolineros Euro 2
70103913	Top Down_Vehículos livianos comerciales de uso de empresas diesel Euro 2
70104001	Top Down_Vehículos Medianos gasolineros Euro 1
70104002	Top Down_Vehículos Medianos gasolineros Euro 3
70104003	Top Down_Vehículos Medianos gasolineros no catalíticos
70104004	Top Down_Vehículos Medianos diesel Euro 1
70104005	Top Down_Vehículos Medianos diesel Euro 3
70104006	Top Down_Vehículos Medianos a GNC Euro 1
70104007	Top Down_Vehículos Medianos híbridos
70104008	Top Down_Vehículos Medianos gasolineros Euro 4
70104009	Top Down_Vehículos Medianos diesel sin norma
70104010	Top Down_Vehículos Medianos diesel Euro 4
70104011	Top Down_Vehículos Medianos diesel Euro 5
70104012	Top Down_Vehículos Medianos gasolineros Euro 2
70104013	Top Down_Vehículos Medianos diesel Euro 2
70100101_PC	Polvo Calle_Top Down_Vehículos livianos de pasajeros gasolineros Euro 1
70100102_PC	Polvo Calle_Top Down_Vehículos livianos de pasajeros gasolineros Euro 3
70100103_PC	Polvo Calle_Top Down_Vehículos livianos de pasajeros gasolineros no catalíticos
70100104_PC	Polvo Calle_Top Down_Vehículos livianos de pasajeros a GNC Euro 1
70100105_PC	Polvo Calle_Top Down_Vehículos livianos de pasajeros diesel Euro 1
70100106_PC	Polvo Calle_Top Down_Vehículos livianos de pasajeros gasolineros Euro 4
70100107_PC	Polvo Calle_Top Down_Vehículos livianos de pasajeros diesel Euro 3
70100108_PC	Polvo Calle_Top Down_Vehículos livianos de pasajeros diesel Euro 4
70100109_PC	Polvo Calle_Top Down_Vehículos livianos de pasajeros híbridos
70100110_PC	Polvo Calle_Top Down_Vehículos livianos de pasajeros diesel Pre Euro
70100111_PC	Polvo Calle_Top Down_Vehículos livianos de pasajeros diesel Euro 5
70100201_PC	Polvo Calle_Top Down_Vehículos de alquiler gasolineros Euro 1

70100202_PC	Polvo Calle_Top Down_Vehículos de alquiler gasolineros Euro 3
70100203_PC	Polvo Calle_Top Down_Vehículos de alquiler gasolineros no catalíticos
70100204_PC	Polvo Calle_Top Down_Vehículos de alquiler a GNC Euro 1
70100205_PC	Polvo Calle_Top Down_Vehículos de alquiler diesel Euro 1
70100206_PC	Polvo Calle_Top Down_Vehículos de alquiler gasolineros Euro 4
70100207_PC	Polvo Calle_Top Down_Vehículos de alquiler diesel Euro 3
70100208_PC	Polvo Calle_Top Down_Vehículos de alquiler diesel Euro 4
70100209_PC	Polvo Calle_Top Down_Vehículos de alquiler híbridos
70100210_PC	Polvo Calle_Top Down_Vehículos de alquiler diesel Pre Euro
70100211_PC	Polvo Calle_Top Down_Vehículos de alquiler diesel Euro 5
70100301_PC	Polvo Calle_Top Down_Vehículos livianos comerciales de uso particular gasolineros Euro 1
70100302_PC	Polvo Calle_Top Down_Vehículos livianos comerciales de uso particular gasolineros Euro 3
70100303_PC	Polvo Calle_Top Down_Vehículos livianos comerciales de uso particular gasolineros no catalíticos
70100304_PC	Polvo Calle_Top Down_Vehículos livianos comerciales de uso particular diesel Euro 1
70100305_PC	Polvo Calle_Top Down_Vehículos livianos comerciales de uso particular diesel Euro 3
70100306_PC	Polvo Calle_Top Down_Vehículos livianos comerciales de uso particular a GNC Euro 1
70100307_PC	Polvo Calle_Top Down_Vehículos livianos comerciales de uso particular híbridos
70100312_PC	Polvo Calle_Top Down_Vehículos livianos comerciales de uso particular gasolineros Euro 4
70100313_PC	Polvo Calle_Top Down_Vehículos livianos comerciales de uso particular diesel sin norma
70100314_PC	Polvo Calle_Top Down_Vehículos livianos comerciales de uso particular diesel Euro 4
70100315_PC	Polvo Calle_Top Down_Vehículos livianos comerciales de uso particular diesel Euro 5
70100316_PC	Polvo Calle_Top Down_Vehículos livianos comerciales de uso particular gasolineros Euro 2
70100317_PC	Polvo Calle_Top Down_Vehículos livianos comerciales de uso particular diesel Euro 2
70100401_PC	Polvo Calle_Top Down_Camiones livianos diesel sin norma

70100402_PC	Polvo Calle_Top Down_Camiones livianos diesel Euro 1
70100403_PC	Polvo Calle_Top Down_Camiones livianos diesel Euro 2
70100404_PC	Polvo Calle_Top Down_Camiones livianos diesel Euro 3
70100405_PC	Polvo Calle_Top Down_Camiones livianos diesel Euro 4
70100501_PC	Polvo Calle_Top Down_Camiones medianos diesel sin norma
70100502_PC	Polvo Calle_Top Down_Camiones medianos diesel Euro 1
70100503_PC	Polvo Calle_Top Down_Camiones medianos diesel Euro 2
70100504_PC	Polvo Calle_Top Down_Camiones medianos diesel Euro 3
70100505_PC	Polvo Calle_Top Down_Camiones medianos diesel Euro 4
70100601_PC	Polvo Calle_Top Down_Motocicletas de dos tiempos sin norma
70100602_PC	Polvo Calle_Top Down_Motocicletas de dos tiempos Euro 1
70100603_PC	Polvo Calle_Top Down_Motocicletas de cuatro tiempos sin norma
70100604_PC	Polvo Calle_Top Down_Motocicletas de cuatro tiempos Euro 1
70100605_PC	Polvo Calle_Top Down_Motocicletas de dos tiempos Euro 2
70100606_PC	Polvo Calle_Top Down_Motocicletas de dos tiempos Euro 3
70100607_PC	Polvo Calle_Top Down_Motocicletas de cuatro tiempos Euro 2
70100608_PC	Polvo Calle_Top Down_Motocicletas de cuatro tiempos Euro 3
70100701_PC	Polvo Calle_Top Down_Buses interurbanos diesel sin norma
70100702_PC	Polvo Calle_Top Down_Buses interurbanos diesel Euro 1
70100703_PC	Polvo Calle_Top Down_Buses interurbanos diesel Euro 2
70100704_PC	Polvo Calle_Top Down_Buses interurbanos diesel Euro 3
70100711_PC	Polvo Calle_Top Down_Buses interurbanos diesel Euro 4
70100801_PC	Polvo Calle_Top Down_Taxis colectivos gasolineros Euro 1
70100802_PC	Polvo Calle_Top Down_Taxis colectivos gasolineros Euro 3
70100803_PC	Polvo Calle_Top Down_Taxis colectivos gasolineros no catalíticos
70100804_PC	Polvo Calle_Top Down_Taxis colectivos a GNC Euro 1
70100805_PC	Polvo Calle_Top Down_Taxis colectivos diesel Euro 1
70100806_PC	Polvo Calle_Top Down_Taxis colectivos gasolineros Euro 4
70100807_PC	Polvo Calle_Top Down_Taxis colectivos diesel Euro 3
70100808_PC	Polvo Calle_Top Down_Taxis colectivos diesel Euro 4
70100809_PC	Polvo Calle_Top Down_Taxis colectivos híbridos

70100810_PC	Polvo Calle_Top Down_Taxis colectivos diesel Pre Euro
70100811_PC	Polvo Calle_Top Down_Taxis colectivos diesel Euro 5
70100901_PC	Polvo Calle_Top Down_Buses licitados urbanos diesel sin norma
70100902_PC	Polvo Calle_Top Down_Buses licitados urbanos diesel Euro 1
70100903_PC	Polvo Calle_Top Down_Buses licitados urbanos diesel Euro 2
70100904_PC	Polvo Calle_Top Down_Buses licitados urbanos diesel Euro 3
70100912_PC	Polvo Calle_Top Down_Buses licitados urbanos diesel Euro 4
70101001_PC	Polvo Calle_Top Down_Camiones pesados diesel sin norma
70101002_PC	Polvo Calle_Top Down_Camiones pesados diesel Euro 1
70101003_PC	Polvo Calle_Top Down_Camiones pesados diesel Euro 2
70101004_PC	Polvo Calle_Top Down_Camiones pesados diesel Euro 3
70101005_PC	Polvo Calle_Top Down_Camiones pesados diesel Euro 4
70103701_PC	Polvo Calle_Top Down_Buses rurales diesel sin norma
70103702_PC	Polvo Calle_Top Down_Buses rurales diesel Euro 1
70103703_PC	Polvo Calle_Top Down_Buses rurales diesel Euro 2
70103704_PC	Polvo Calle_Top Down_Buses rurales diesel Euro 3
70103705_PC	Polvo Calle_Top Down_Buses rurales diesel Euro 4
70103801_PC	Polvo Calle_Top Down_Buses particulares e institucionales diesel sin norma
70103802_PC	Polvo Calle_Top Down_Buses particulares e institucionales diesel Euro 1
70103803_PC	Polvo Calle_Top Down_Buses particulares e institucionales diesel Euro 2
70103804_PC	Polvo Calle_Top Down_Buses particulares e institucionales diesel Euro 3
70103805_PC	Polvo Calle_Top Down_Buses particulares e institucionales diesel Euro 4
70103901_PC	Polvo Calle_Top Down_Vehículos livianos comerciales de uso de empresas gasolineros no catalíticos
70103902_PC	Polvo Calle_Top Down_Vehículos livianos comerciales de uso de empresas gasolineros Euro 1
70103903_PC	Polvo Calle_Top Down_Vehículos livianos comerciales de uso de empresas gasolineros Euro 3
70103904_PC	Polvo Calle_Top Down_Vehículos livianos comerciales de uso de empresas gasolineros Euro 4
70103905_PC	Polvo Calle_Top Down_Vehículos livianos comerciales de uso de empresas diesel sin norma
70103906_PC	Polvo Calle_Top Down_Vehículos livianos comerciales de uso de empresas diesel Euro 1
70103907_PC	Polvo Calle_Top Down_Vehículos livianos comerciales de

	uso de empresas diesel Euro 3
70103908_PC	Polvo Calle_Top Down_Vehículos livianos comerciales de uso de empresas diesel Euro 4
70103909_PC	Polvo Calle_Top Down_Vehículos livianos comerciales de uso de empresas diesel Euro 5
70103910_PC	Polvo Calle_Top Down_Vehículos livianos comerciales de uso de empresas a GNC Euro 1
70103911_PC	Polvo Calle_Top Down_Vehículos livianos comerciales de uso de empresas híbridos
70103912_PC	Polvo Calle_Top Down_Vehículos livianos comerciales de uso de empresas gasolineros Euro 2
70103913_PC	Polvo Calle_Top Down_Vehículos livianos comerciales de uso de empresas diesel Euro 2
70104001_PC	Polvo Calle_Top Down_Vehículos Medianos gasolineros Euro 1
70104002_PC	Polvo Calle_Top Down_Vehículos Medianos gasolineros Euro 3
70104003_PC	Polvo Calle_Top Down_Vehículos Medianos gasolineros no catalíticos
70104004_PC	Polvo Calle_Top Down_Vehículos Medianos diesel Euro 1
70104005_PC	Polvo Calle_Top Down_Vehículos Medianos diesel Euro 3
70104006_PC	Polvo Calle_Top Down_Vehículos Medianos a GNC Euro 1
70104007_PC	Polvo Calle_Top Down_Vehículos Medianos híbridos
70104008_PC	Polvo Calle_Top Down_Vehículos Medianos gasolineros Euro 4
70104009_PC	Polvo Calle_Top Down_Vehículos Medianos diesel sin norma
70104010_PC	Polvo Calle_Top Down_Vehículos Medianos diesel Euro 4
70104011_PC	Polvo Calle_Top Down_Vehículos Medianos diesel Euro 5
70104012_PC	Polvo Calle_Top Down_Vehículos Medianos gasolineros Euro 2
70104013_PC	Polvo Calle_Top Down_Vehículos Medianos diesel Euro 2
ASFALTO	Aplicacion de Asfalto
CIGARROS	Consumo de Cigarros
VIVIENDAS	Construccion de Viviendas
COMERCIO	Construccion de Comercio
SERVICIOS	Construccion de Servicios
ALOJ_BOVINOS	ALOJAMIENTO_BOVINOS
ALOJ_OVINOS	ALOJAMIENTO_OVINOS
ALOJ_CERDOS	ALOJAMIENTO_CERDOS
ALOJ_CAPRINOS	ALOJAMIENTO_CAPRINOS
ALOJ_CAMELIDOS	ALOJAMIENTO_CAMELIDOS
ALOJ_EQUINOS	ALOJAMIENTO_EQUINOS
ALOJ_GALLOS_POLLOS	ALOJAMIENTO_GALLOS_POLLOS
ALOJ_OTRAS_AVES	ALOJAMIENTO_OTRAS_AVES

SUELOS_BOVINOS	SUELOS_BOVINOS
SUELOS_OVINOS	SUELOS_OVINOS
SUELOS_CERDOS	SUELOS_CERDOS
SUELOS_CAPRINOS	SUELOS_CAPRINOS
SUELOS_CAMELIDOS	SUELOS_CAMELIDOS
SUELOS_EQUINOS	SUELOS_EQUINOS
SUELOS_GALLOSPOLLOS	SUELOS_GALLOS_POLLOS
SUELOS_OTRAS_AVES	SUELOS_OTRAS_AVES
PAST_BOVINOS	PAST_BOVINOS
PAST_OVINOS	PAST_OVINOS
PAST_CERDOS	PAST_CERDOS
PAST_CAPRINOS	PAST_CAPRINOS
PAST_CAMELIDOS	PAST_CAMELIDOS
PAST_EQUINOS	PAST_EQUINOS
PAST_GALLOSPOLLOS	PAST_GALLOS_POLLOS
PAST_OTRAS_AVES	PAST_OTRAS_AVES
F_GLP_COM	Fugas de GLP Comercial
F_GLP_IND	Fugas de GLP Comercial
F_GLP_RES	Fugas de GLP Residencial
ince_pino_0_10	incendio_pino_0_10_años
ince_pino_11_17	incendio_pino_11_17_años
ince_pino_mas_18	incendio_pino_mas_18_años
ince_eucal_0_10	incendio_eucal_0_10_años
ince_eucal_11_17	incendio_eucal_11_17_años
ince_eucal_mas_18	incendio_eucal_mas_18_años
ince_o_plant_0_10	incendio_o_plant_0_10_años
ince_o_plant_11_17	incendio_o_plant_11_17_años
ince_o_plant_mas_18	incendio_o_plant_mas_18_años
ince_arboleado	incendio_arboleado_años
ince_matorrales	incendio_matorrales_años
ince_pastizal	incendio_pastizal_años
urb_cocina_seca	urbano_cocina_seca
urb_cocina_semihum	urbano_cocina_semihúmeda
urb_cocina_hum	urbano_cocina_húmeda
urb_combl_seca	urbano_combl_seca
urb_combl_semihum	urbano_combl_semihúmeda
urb_combl_hum	urbano_combl_húmeda
urb_chim_seca	urbano_chim_seca
urb_chim_semih	urbano_chim_semihúmeda
urb_chim_hum	urbano_chim_húmeda
rur_cocina_seca	rural_cocina_seca

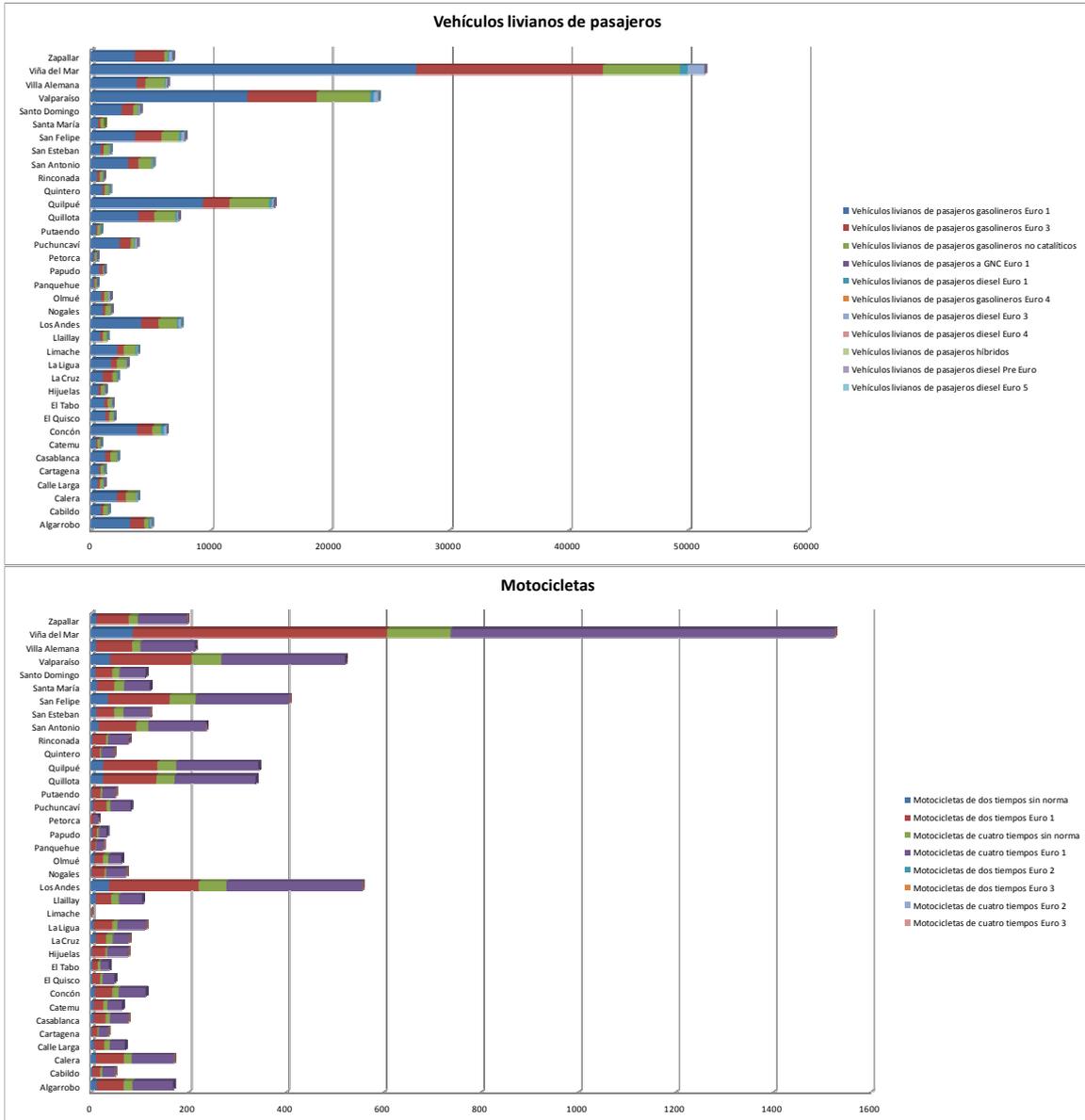
zur_cocina_semihum	rural_cocina_semihúmeda
zur_cocina_hum	rural_cocina_húmeda
zur_combl_seca	rural_combl_seca
zur_combl_semihum	rural_combl_semihúmeda
zur_combl_hum	rural_combl_húmeda
zur_chim_seca	rural_chim_seca
zur_chim_semih	rural_chim_semihúmeda
zur_chim_hum	rural_chim_húmeda
P_GEN	Panales Genero
P_DES	Panales Desechables
PERROS	Poblacion de Perros
GATOS	Poblacion de Gatos
CEREALES	Pesticidas Cultivo Cerales
FRUTALES	Pesticidas Cultivo Frutales
HORTALIZAS	Pesticidas Cultivo Hortalizas
PA1	Pint. Arquitectónico Base Agua
PA2	Pint. Arquitectónico Base Solvente
PA3	Diluyente
P1Q	MANIOBRA - CARGA PESADA
P2Q	MANIOBRA - CARGA GENERAL
P3Q	MANIOBRA - DE PASAJEROS
P4Q	MANIOBRA - CONTAINER/AUTOCARRIERS/REFRIGERADOS
P5Q	ESTANCIA - CARGA PESADA Y TANQUEROS
P6Q	ESTANCIA - CARGA GENERAL
P7Q	ESTANCIA - DE PASAJEROS
P8Q	ESTANCIA - CONTAINER/AUTOCARRIERS/REFRIGERADOS
P9Q	BAJO CRUCERO - CARGA PESADA Y TANQUEROS
P10Q	BAJO CRUCERO - CARGA GENERAL
P11Q	BAJO CRUCERO - DE PASAJEROS
P12Q	BAJO CRUCERO - CONTAINER/AUTOCARRIERS/REFRIGER
P1SA	MANIOBRA - CARGA PESADA
P2SA	MANIOBRA - CARGA GENERAL
P3SA	MANIOBRA - CONTAINER/AUTOCARRIERS/REFRIGERADOS
P4SA	ESTANCIA - CARGA PESADA Y TANQUEROS
P5SA	ESTANCIA - CARGA GENERAL
P6SA	ESTANCIA - CONTAINER/AUTOCARRIERS/REFRIGERADOS
P7SA	BAJO CRUCERO - CARGA PESADA Y TANQUEROS
P8SA	BAJO CRUCERO - CARGA GENERAL

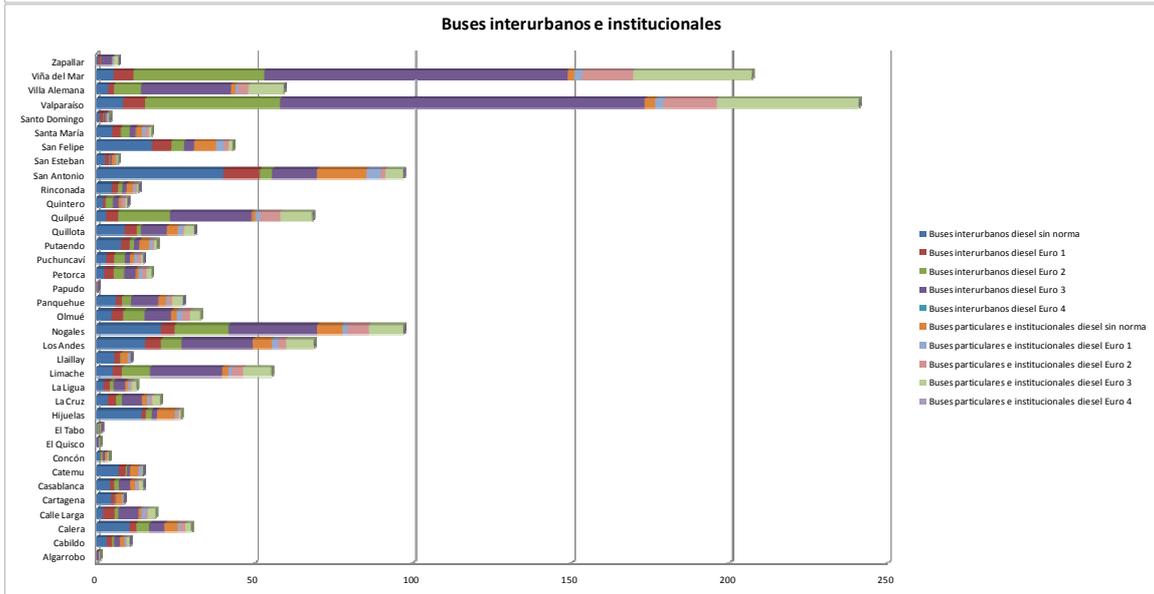
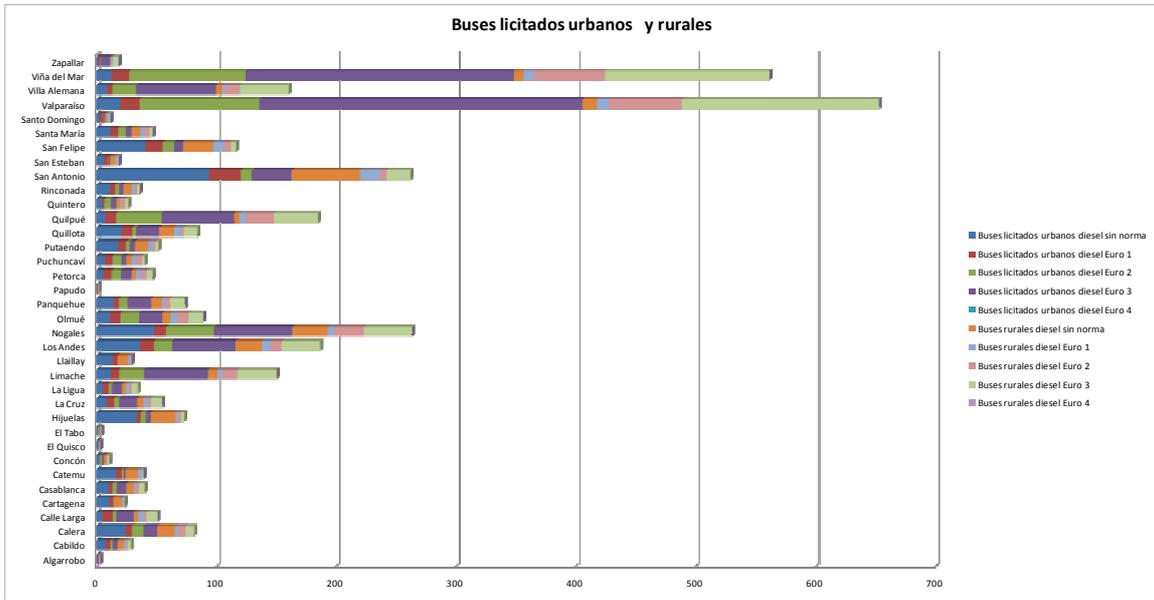
P9SA	BAJO CRUCERO - CONTAINER/AUTOCARRIERS/REFRIG
P1V	MANIOBRA - CARGA PESADA
P2V	MANIOBRA - CARGA GENERAL
P3V	MANIOBRA - DE PASAJEROS
P4V	MANIOBRA - CONTAINER/AUTOCARRIERS/REFRIGERADOS
P5V	ESTANCIA - CARGA PESADA Y TANQUEROS
P6V	ESTANCIA - CARGA GENERAL
P7V	ESTANCIA - DE PASAJEROS
P8V	ESTANCIA - CONTAINER/AUTOCARRIERS/REFRIGERADOS
P9V	BAJO CRUCERO - CARGA PESADA Y TANQUEROS
P10V	BAJO CRUCERO - CARGA GENERAL
P11V	BAJO CRUCERO - DE PASAJEROS
P12V	BAJO CRUCERO - CONTAINER/AUTOCARRIERS/REFRIGER
P13V	MANIOBRA - REMOLCADOR
P14V	MANIOBRA - PESQUERO
P15V	ESTANCIA - REMOLCADOR
P16V	ESTANCIA - PESQUERO
P17V	BAJO CRUCERO - REMOLCADOR
P18V	BAJO CRUCERO - PESQUERO
trigo	Quema_Agricola_trigo
avena	Quema_Agricola_avena
cebada	Quema_Agricola_cebada
maiz	Quema_Agricola_maiz
RIS1	Recubr.Ind.Superf.Pint. Base Agua
RIS2	Recubr.Ind.Superf.Pint. Base Solvente
RIS3	Recubr.Ind.Superf.Diluyente
RESP	Respiracion
TRANSP	Transpiracion
CASE	Caseras
SD1	Limpiador y desmanchadores
SD2	Cera para Pisos
SD3	Deso. Ambiental
SD4	Insecticidas, Fumigantes y Desinfectantes
SD5	Deso. General
PTA	Planta de tratamiento de aguas
AD_SIN_TRAT	ADULTO_SIN_TRATAMIENTO
UA1	Uso Adhesivo Pint. Base Solvente
CAMINOS	Construccion de Caminos
INC_URB	Incendios Urbanos

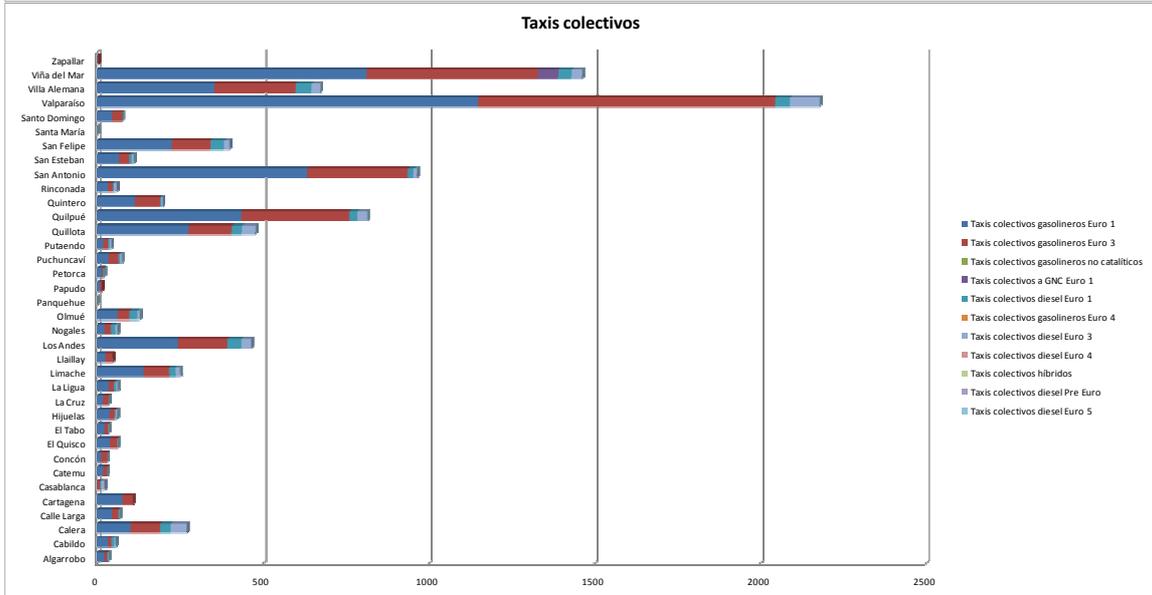
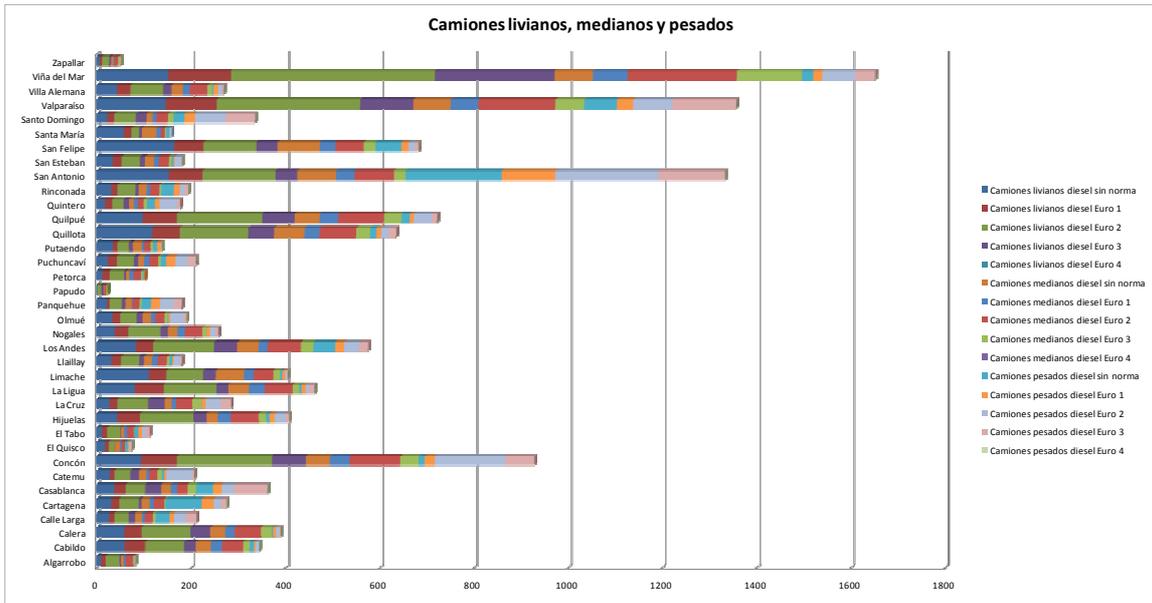
MAQUI_AGR	Maquinaria Agricola
MAQU_RELL	MAQU_RELL
HORTALIZAS	Terr.Agric_Hortalizas
CERE_CHACRAS	Terr.Agric_Cereales y Chacras
CULT_IND	Terr.Agric_Cultivo Industrial
RELLE_SANIT	Relleno Sanitario

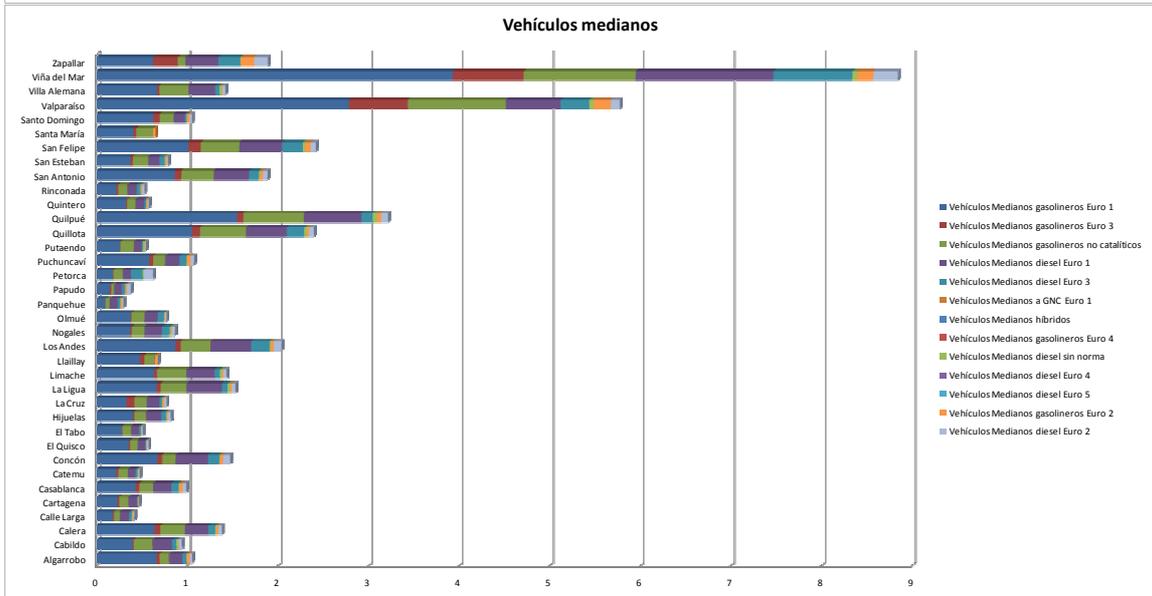
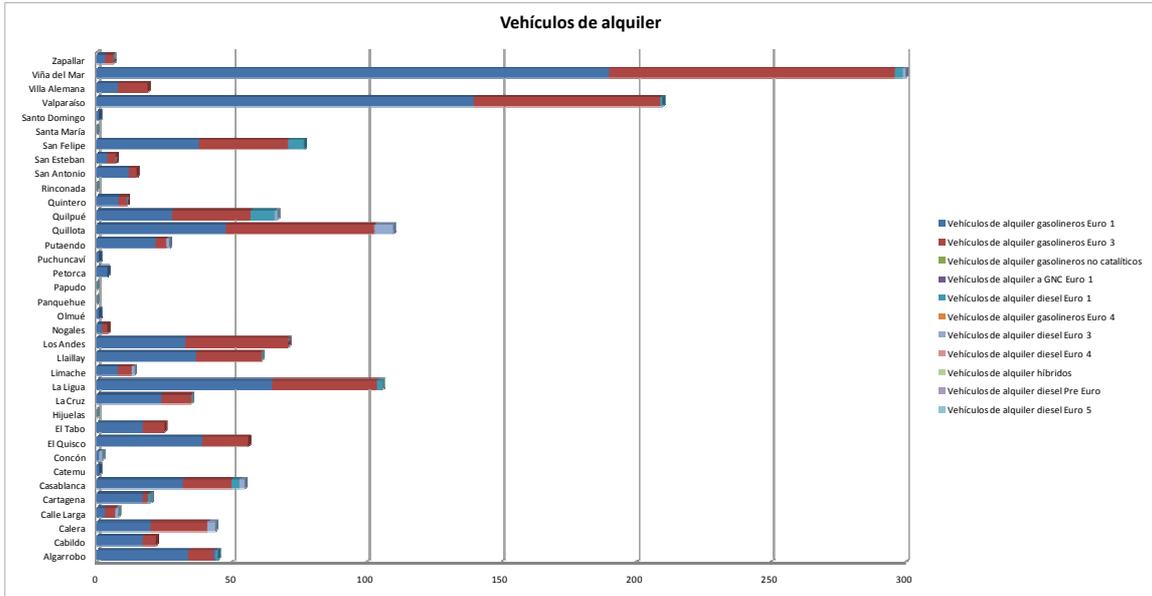
21 ANEXO N°9 COMPOSICIONES TOP DOWN

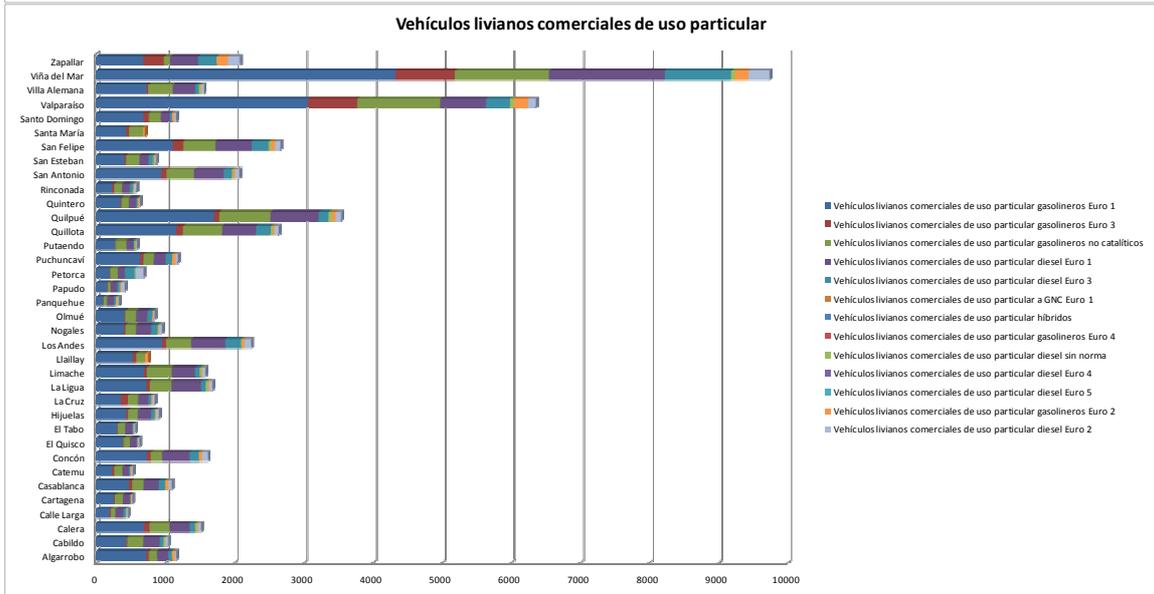
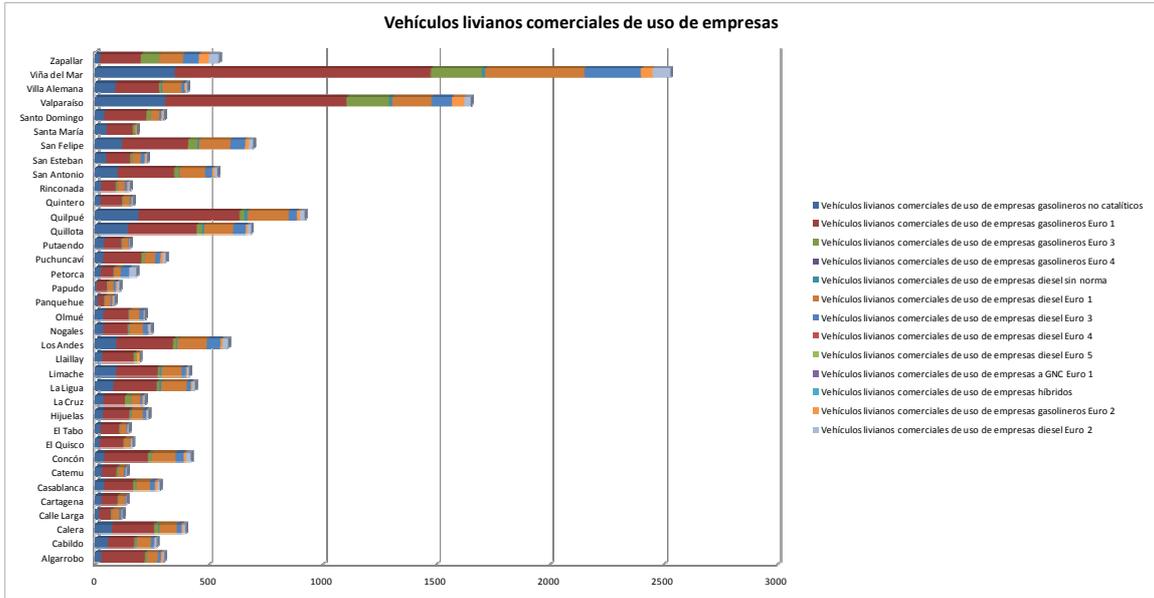
PARQUES VEHICULARES POR TIPO CFF6 Y DISTRIBUIDO EN TECNOLOGIA CCF8



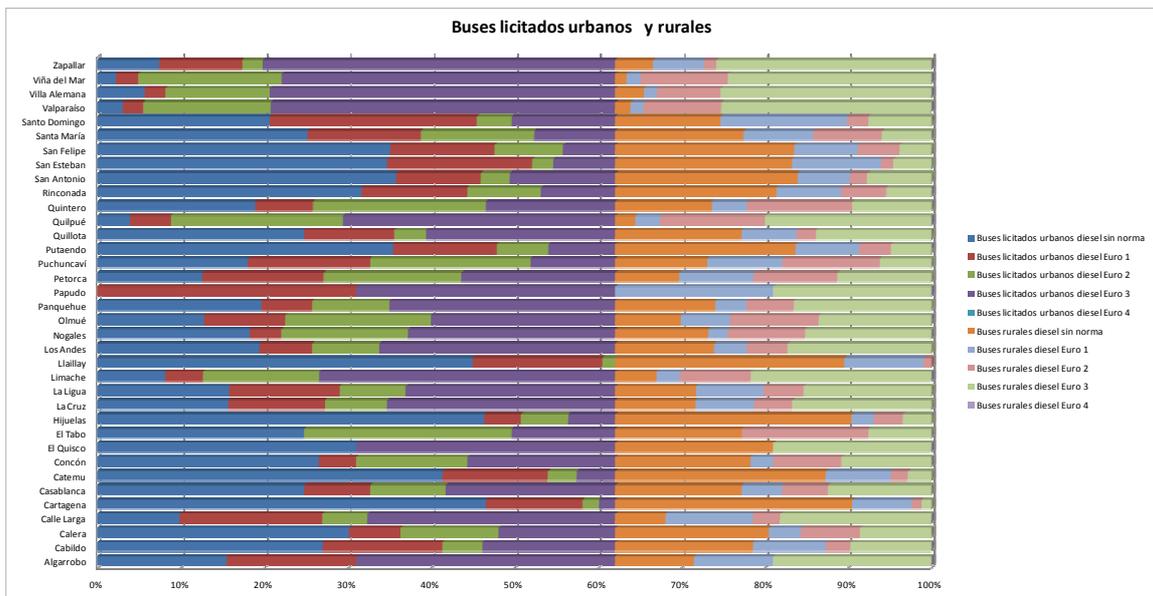
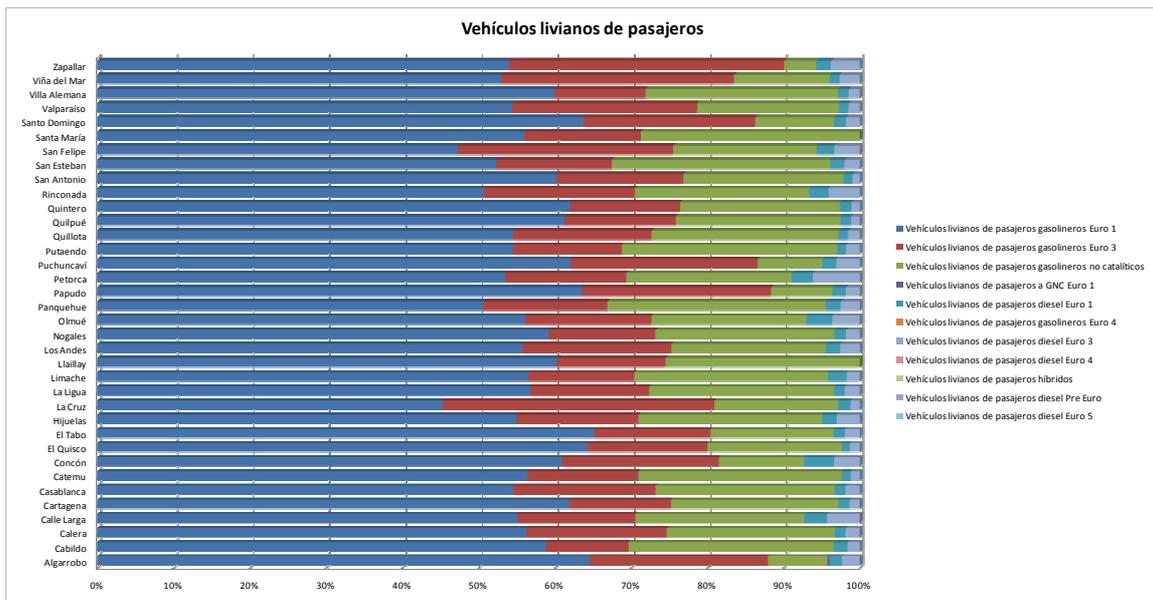


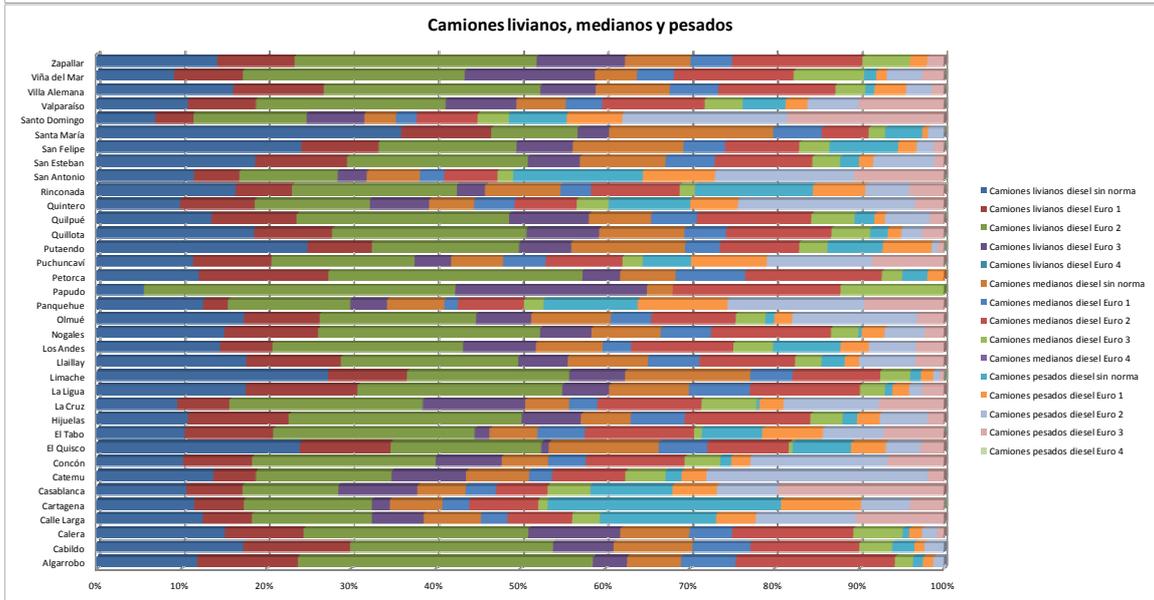
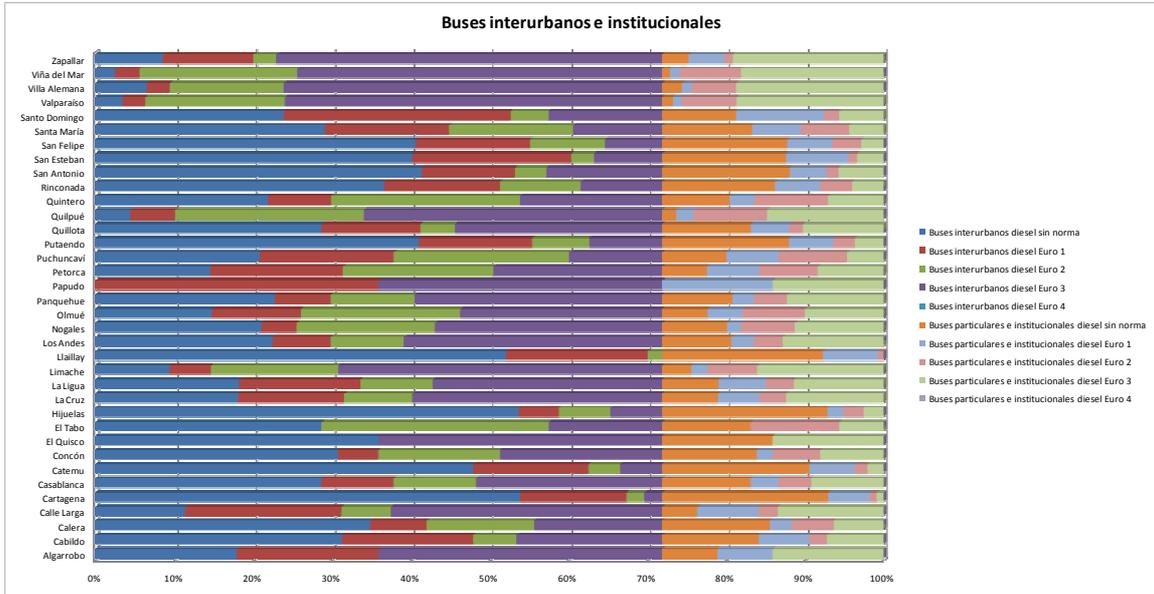


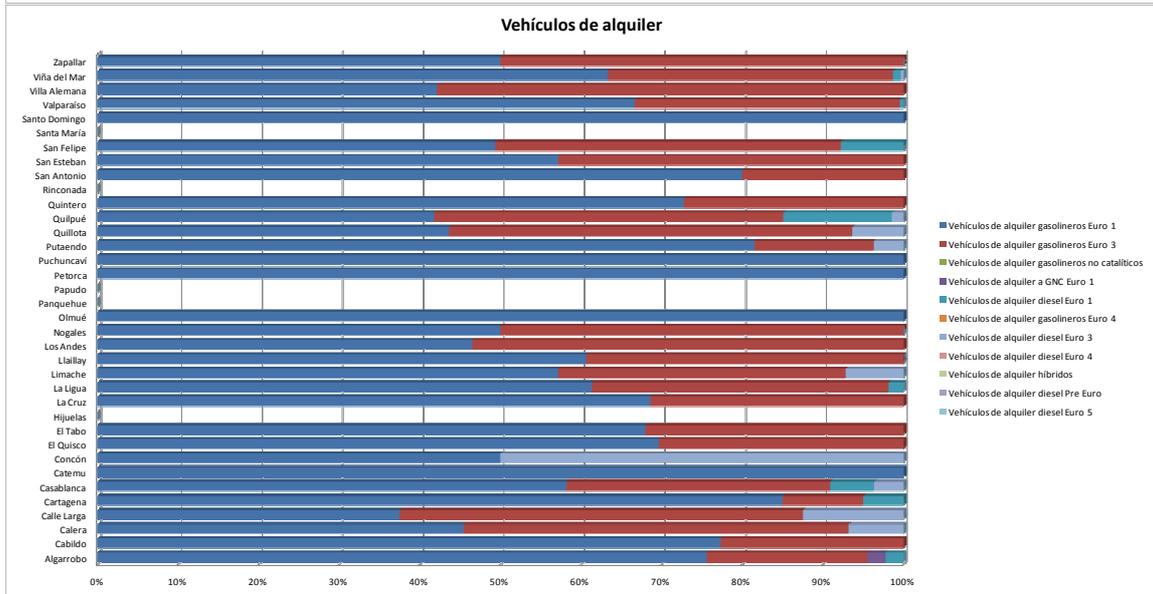
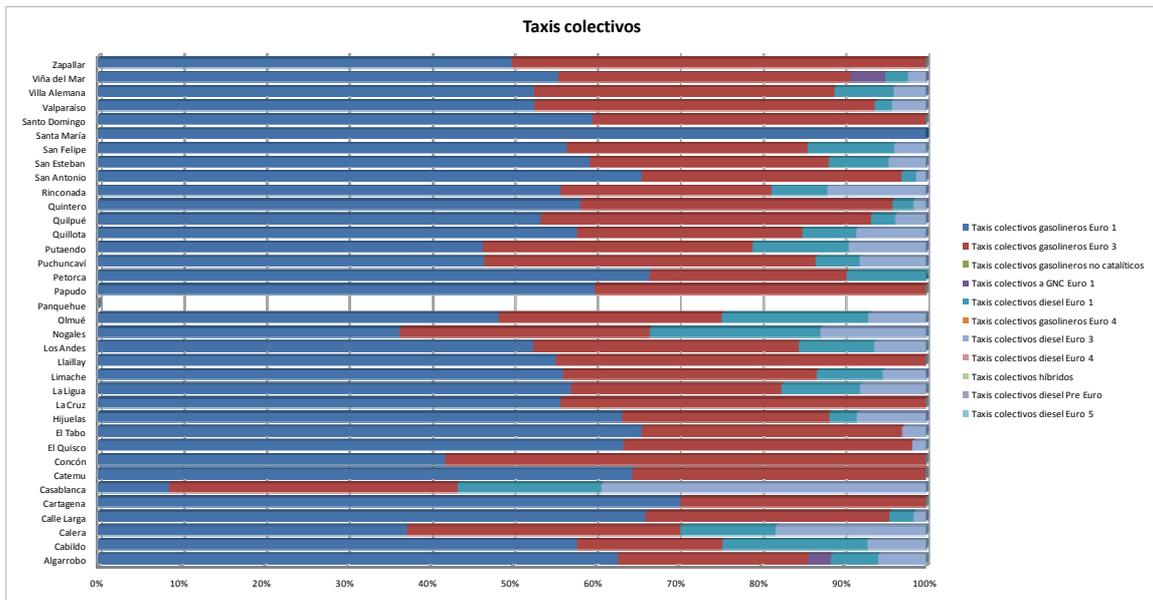


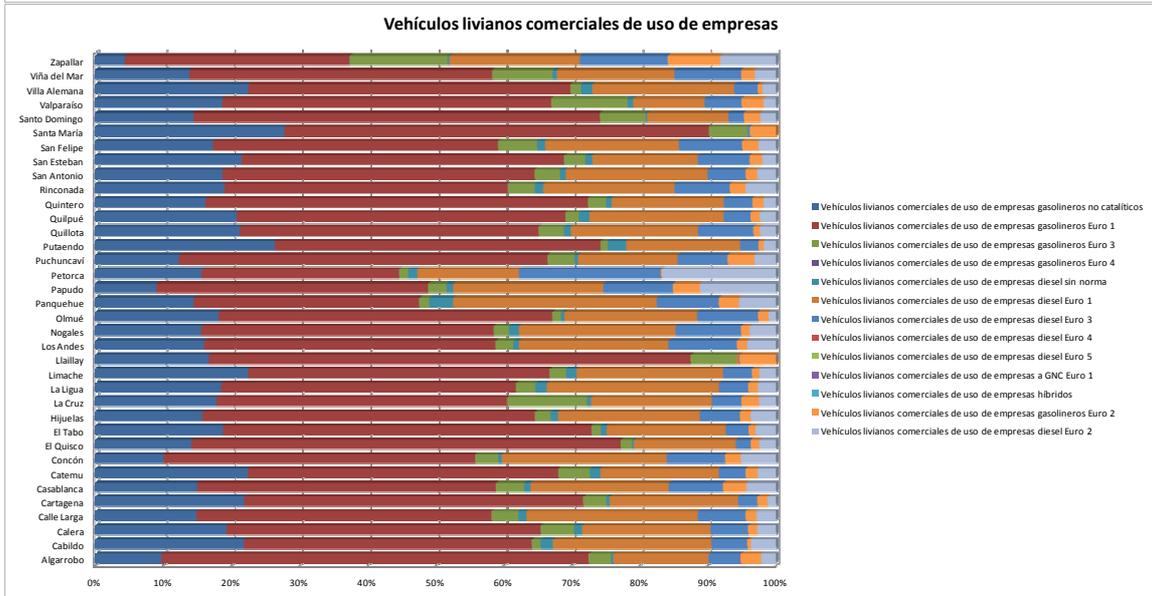
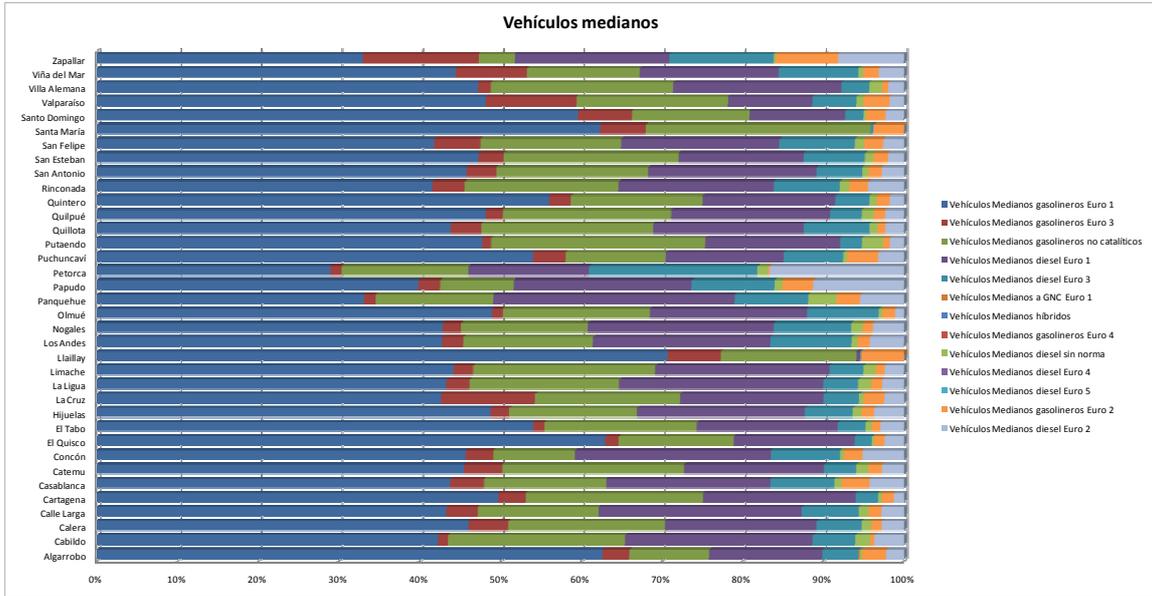


COMPOSICIONES VEHICULARES POR TIPO CFF6 Y DISTRIBUIDO EN TECNOLOGIA CCF8

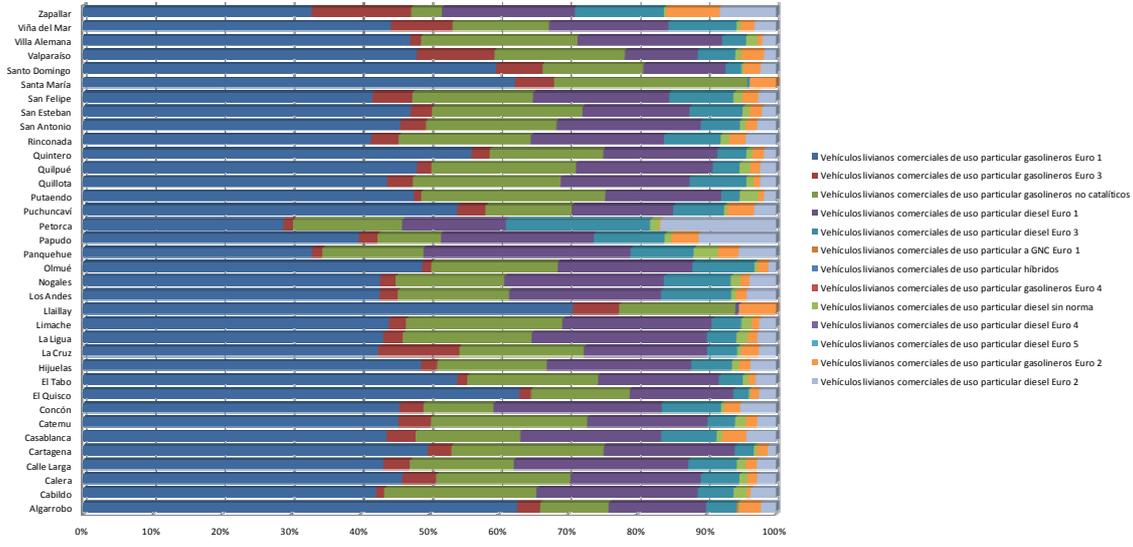








Vehículos livianos comerciales de uso particular



22 BIBLIOGRAFÍA.

Fuentes Fijas

- AP 42, Fifth Edition Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume 1: Stationary Point and Area Sources, October 14, 2009.
- Hojas de datos -Tecnologías de control de contaminantes del aire, EPA-452/F-03-005

Fuentes Móviles

- UNTEC (2008), "GENERACIÓN DE FACTORES DE EMISIÓN PARA VEHÍCULOS LIVIANOS, MEDIANOS Y PESADOS DE LA REGIÓN METROPOLITANA". Pág. 80
- DS319/2006, 17 Enero 2006.
- Copert III.
- Copert IV.
- "Mejoramiento del inventario de emisiones de la Región Metropolitana". Desarrollado por CENMA para CONAMA RM, (2001).
- "Análisis de Evaluaciones y Reevaluaciones ExPost, VI Etapa" Desarrollado por la Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas para MIDEPLAN (2000).
- "Actualización modelo de cálculo de emisiones vehiculares". Desarrollado por la Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas para MIDEPLAN (2001).
- 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 ".
- "Investigación Instrumentos de Planificación Ambiental para Ciudades Intermedias Etapa III". MIDEPLAN-SECTRA (2006).

- “Mejoramiento del Inventario de Emisiones Atmosférica de la Región Metropolitana” de CONAMA, año 2000, y resumidos y complementados por los estudios “Investigación de Instrumentos de Planificación Ambiental, para Ciudades Intermedias, Etapas I, II y III” desarrollados por SECTRA, hasta el año 2006.

Ver referencias bibliográficas de fuentes móviles a continuación de esta sección.

- “Generación de Factores de Emisión para Vehículos Livianos, Medianos y Pesados de la Región Metropolitana”, desarrollado por la Fundación para la Transferencia Tecnológica – UNTEC, para CONAMA RM, durante el año 2008
- “Actualización metodología MODEM – MODEC para el Gran Santiago. Actualmente en desarrollo por DICTUC S.A. para MIDEPLAN-SECTRA (2009)
- “Mejoramiento y desarrollo de inventario de emisiones atmosféricas (2ª parte)”. Desarrollado por AMBIOSIS S.A. para CONAMA (2009).

23 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS FUENTES MÓVILES.

La metodología de estimación de emisiones de fuentes móviles que fue utilizada en el presente proyecto comenzó a ser desarrollada en la elaboración del inventario de emisiones 1997 en el marco del Plan de Prevención y Descontaminación de la Región Metropolitana, para esto se utilizó como información base las salidas del modelo de transporte Etraus manejada por SECTRA, en combinación con la metodología COPERT Europea, la cual aportaba principalmente las ecuaciones de cálculo y los factores de emisión, lo cual se denominó finalmente como metodología MODEM en SECTRA y cuyos orígenes provienen de los estudios de inventarios de emisiones de CONAMA R.M.

Desde el año 1997 a la fecha, CONAMA, MIDEPLAN-SECTRA y Ministerio de Obras Públicas, han desarrollado una serie de inventarios de emisiones y mejoras a la metodología base. Dentro de estos estudios se tiene principalmente:

- "Mejoramiento del inventario de emisiones de la Región Metropolitana" CONAMA RM, (2001), desarrollado por CENMA. El cual sintetizó el resultado de varios estudios desarrollados por CENMA para CONAMA R.M. y en el cual se obtuvo el inventario oficial para el sector, contenido en la reformulación del PPDA del 29 de Enero del 2004. En el marco de estos estudios se creó el modelo de emisiones vehicular dentro de un sistema de administración de inventarios de emisiones, SAIE de CONAMA.
- "Análisis de Evaluaciones y Reevaluaciones ExPost, VI Etapa" Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas (2000). Proyecto desarrollado para MIDEPLAN y estudio: "Actualización modelo de cálculo de emisiones vehiculares" Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas (2001). Proyecto desarrollado para MIDEPLAN.

En estos estudios SECTRA, tomo como base la metodología desarrollada por CONAMA y generó el sistema MODEM, el cual incorporó un serie de mejoras en relación a la metodología de CONAMA, en cuanto a: mejor aprovechamiento de las salidas del modelo de transporte, actualización de la clasificación de vehículos, mejoras en la determinación de composiciones vehiculares y perfiles temporales de flujo por tipo de vehículos, actualización de factores de emisión, mejora de factores de consumo de combustible, entre otras.

- Estudio "Desarrollo de un sistema de actualización automático del inventario de emisiones del sector fuentes móviles, Primera parte" y estudio: "Desarrollo de un sistema de actualización automático del inventario de emisiones del sector fuentes móviles, Segunda parte" ambos desarrollados por CENMA para el MOPTT durante los años 2001 y 2002.

En estos estudios el MOPTT generó el sistema MODEM II que toma como base la misma metodología de CONAMA mejorada por SECTRA y se alimenta con el mismo archivo que genera SECTRA desde sus modelos de transporte para alimentar MODEM pero en este caso existe una versión larga de dicho archivo.

La herramienta desarrollada por MOTT permitió aplicaciones más complejas que las del MODEM de SECTRA, dado principalmente por el desarrollo de inventarios de fuentes móviles para modelación de calidad del aire, lo cual implicó mayores capacidades en cuanto a distribución espacial y temporal de las emisiones, manejo de especiación química de los contaminantes, posibilidad de generar los inventarios en distintos formatos, tal como, el sistema AIRVIRO y programas de modelación avanzados. Además incorpora una metodología de estimación y distribución espacial y temporal de emisiones evaporativas y partidas en frío, la cual fue adoptada posteriormente en forma íntegra por el modelo MODEM de SECTRA, incorporación de emisiones provenientes de polvo resuspendido por paso de los vehículos y la incorporación de un método de velocidades basada en el uso de la funciones BPR del modelo de transporte.

El modelo MODEM II desde su creación fue utilizado por CONAMA en la generación de inventarios de emisiones oficiales tanto para la Región Metropolitana y otras ciudades del país desde el año 2005 al año 2010, por ejemplo, el actual inventario de emisiones de fuentes móviles incluido en la última reformulación del PPDA de la R.M. en 16 de Abril del 2010 fue construido utilizando el modelo MODEM II, además destaca su utilización en el cálculo de emisiones de fuentes móviles para el RETC en sus tres primeros reportes. En el estudio actualmente sólo ha sido utilizado en forma parcial como preprocesador de información para el modelo Modem 5.0 implementado en el sistema I-AIRVIRO.

- Estudio "Investigación de Instrumentos de Planificación Ambiental para Ciudades Intermedias"(PACIN I) desarrollado por SECTRA el año 2004, estudio: "Investigación de Instrumentos de Planificación Ambiental para Ciudades Intermedias, Etapa II" (PACIN II) desarrollado por SECTRA el año 2005 y estudio: "Investigación Instrumentos de Planificación Ambiental para Ciudades Intermedias Etapa III" desarrollado por SECTRA el año 2006.

En el estudio PACIN I y II el modelo de emisiones MODEM de SECTRA se utilizó en forma directa sin incorporar cambios significativos en la metodología. En ellos se construyeron inventarios de emisiones de fuentes móviles en ruta para las siguientes ciudades intermedias en el caso de PACIN I: Antofagasta, La Serena-Coquimbo, Gran Valparaíso, Chillán y Osorno, para escenarios 2000 y 2005. En el caso de PACIN II este consideró las siguientes ciudades

intermedias: Calama, Copiapó, Talca, Los Ángeles, Temuco y Valdivia, para escenarios 2005 y 2010. En el caso de PACIN III este incluyó las siguientes ciudades: Arica, Iquique, Rancagua, Gran Concepción y Puerto Montt para escenarios 2005 y proyecciones 2010.

En el estudio PACIN III en forma adicional a las estimaciones de emisiones, se incorporaron las siguientes mejoras al sistema MODEM de SECTRA:

- Se agregaron factores de emisión de CO₂, SO₂ y MP_{2,5} asociados a combustión por tubo de escape
- Se incorporó la metodología de cálculo de emisiones de polvo resuspendido y factores de emisión para PTS, PM₁₀ y PM_{2,5} asociados a esta fuente.
- Se incorporaron emisiones por desgaste de frenos y neumáticos.
- Se incorporaron vehículos livianos a diesel (asociados a particulares, taxis básicos y colectivos)
- Estudio: "Actualización de Factores de Emisión para Vehículos Livianos y Medianos" e "Investigación de Factores de Emisión para Vehículos de Carga", ambos desarrollados por SECTRA el año 2007. "Actualización de Factores de Emisión para Buses y Transporte de Carga de la Región Metropolitana" y "Generación de Factores de Emisión para Vehículos Livianos, Medianos y Pesados de La Región Metropolitana", desarrollados por CONAMA RM, año 2007 y 2008, respectivamente.

En estos estudios se efectuó una completa revisión de la información internacional disponible asociada a factores de emisiones vehiculares, se efectuaron mediciones locales y como resultado se propuso una actualización de los factores de emisión para vehículos livianos, medianos y de carga que representen de mejor forma la realidad nacional. La base de esta actualización se basa principalmente en el uso de factores de emisión COPERT IV y algunos factores experimentales determinados en el 3CV.

- Estudio: "Actualización Metodológica MODEM – MODEC para el Gran Santiago", desarrollado por DICTUC S.A. para SECTRA.

Uno de los objetivos principales del estudio fue realizar una actualización metodológica y de implementación computacional de las actuales versiones del modelo cálculo de emisiones vehiculares MODEM de SECTRA. Dentro de las principales mejoras de este estudio destacan:

- Incorporación al sistema de los recientes factores de emisión determinados por los estudios de SECTRA y CONAMA años 2007 y 2008.
- Consideración de la información de velocidades de operación en corredores segregados del transporte público, entregados por los modelos de transporte (ESTRAUS o VIVALDI).
- Estimación de velocidades promedio por arco, para las distintas horas de un día laboral, un día Sábado y un día Domingo, tomando en consideración el uso de las funciones flujo-demora (BPR) de los modelos de transporte (ESTRAUS o VIVALDI).
- Adecuación del modelo MODEM, para que utilice información de velocidades promedio para los 5 tipos de vehículo (buses urbanos, buses rurales e interurbanos, camiones, taxis colectivos, vehículos livianos y medianos)
- Modificación de la estructura de sectorización que utiliza MODEM, de acuerdo a lo definido por el Plan de Transantiago, dividiendo la ciudad de Santiago en 10 áreas
- Adecuación de MODEM para utilizar, opcionalmente, información de flujos por arco y por unidad de negocio de los servicios Troncales y Alimentadores.
- Incorporación de nuevos formularios al sistema que permitan la administración de: factores de emisión, lista de contaminantes, tipos de vehículos entregados por el modelo de transporte (tipos de rutas en MODEM), administrador de perfiles temporales y composiciones vehiculares por sector, administrador de datos para el cálculo de emisiones evaporativas (Ingreso del parque vehicular, matriz EOD y RVP del combustible, administrador de datos meteorológicos).
- Incorporación de nuevas facilidades para cargar información de entrada al sistema mediante el uso de archivos en formato Excel y formatos shapelile,s en caso de información geográfica.
- Operación geográfica dentro del sistema para asignar arcos a polígonos (asignación automática de arcos a sectores geográficos dentro de una zona de estudio).

- Desde el punto de vista de información base, en este estudio se obtendrán nuevas composiciones vehiculares y perfiles temporales de flujo para el Gran Santiago.
- Generación en forma automática de archivos requeridos por el RETC.

En la actualidad este estudio se encuentra en su etapa de finalización y según el programa del estudio la metodología MODEM V 5.0 estará disponible para su aplicación en el presente estudio.

- Estudio: "Diseño de una metodología que permita el cálculo de emisiones con un método alternativo a los modelos de transporte y calcular emisiones de fuentes móviles en formatos requeridos por el RETC", desarrollado por AMBIOSIS S.A. para CONAMA año 2009.

El Objetivo General de este estudio fue diseñar una metodología que permitiera el cálculo de emisiones con un método alternativo a los modelos de transporte para 10 ciudades no consideradas en el MODEM y calcular emisiones de fuentes móviles en formatos requeridos por el RETC para las 17 ciudades que estaba contempladas en el RETC (17 ciudades para las cuales SECTRA cuenta con modelos de transporte).

Es importante señalar que desde el año 2007, SECTRA mediante el convenio firmado con CONAMA en el marco del RETC, ha venido entregando la información base (corridas prepara emisiones para los años 2005, 2006 y 2007) que han permitido a CONAMA mediante estudios específicos, desarrollar mediante el empleo de MODEM II los inventarios de emisiones del sector fuentes móviles en ruta para el RETC. Durante el próximo mes SECTRA procederá a hacer entrega de los archivos 2008 y destacando los archivos para el Gran Valparaíso los que serán utilizados en el presente estudio.

Con respecto a las ciudades que no cuentan con modelo de transporte, es importante señalar que en el marco de los estudios SINCA desarrollados por CONAMA se comenzó a desarrollar una metodología para estas ciudades, la cual fue actualizada en el estudio del RETC del año 2009, lo que se tradujo en la incorporación de 10 nuevas ciudades al RETC. Para el presente estudio esta metodología será tomada como base para el cálculo Top Down que aplicara a este sector en el inventario de emisiones.

- Estudio: "Generación de una guía metodológica para la estimación de emisiones de aquellas sustancias químicas y/o sectores no normados", desarrollado por RIALTO Consultores Ltda. para CONAMA año 2009.

El objetivo principal de este estudio fue generar una guía metodológica para la estimación de emisiones de aquellas sustancias químicas y/o sectores no normados de interés para el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes. En esta guía se incluyeron básicamente los sectores fuentes fijas (D.S. 138/2005 MINSAL) y fuentes móviles en ruta.

El resultado principal del estudio correspondió al desarrollo de la guía denominada: "Guía metodológica para la estimación de emisiones atmosféricas de fuentes fijas y móviles en el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes".

Es importante señalar que esta guía fue desarrollada en conjunto con el Ministerio de Salud para el caso de fuentes fijas y en conjunto con MIDEPLAN SECTRA para el caso de fuentes móviles y corresponden en la actualidad a la metodología base para la elaboración de estos inventarios para el RETC.

En el caso de fuentes móviles la guía recoge los resultados de los principales estudios señalados con anterioridad, incorporando el mejor estado del arte en el país al momento de su publicación, es decir en ella se incorporan los estados de avance de la metodología incorporada en MODEM v 5.0. a diciembre de 2009 obtenidas del cuarto informe de avance del estudio: "Actualización Metodológica MODEM – MODEC para el Gran Santiago", por tanto se está a la espera del informe final de dicho estudio para poder incorporar los últimos alcances de la actualización de la metodología base.

En términos generales la guía incluye una metodología para ciudades que cuentan con modelo de transporte, tomando como base principal el estudio de SECTRA: " Actualización Metodológica MODEM – MODEC para el Gran Santiago" y una metodología para ciudades que no cuentan con modelo de transporte, tomando como base principal el estudio de CONAMA: "Diseño de una metodología que permita el cálculo de emisiones con un método alternativo a los modelos de transporte y calcular emisiones de fuentes móviles en formatos requeridos por el RETC".

- Estudio: "Análisis y Desarrollo de una Metodología de Estimación de Consumos Energéticos y Emisiones para el Transporte", desarrollado por Sociedad Consultora Sistemas Sustentables Limitada para SECTRA año 2010.

El objetivo principal de este Estudio corresponde a elaborar una metodología para la determinación de los consumos energéticos y las emisiones de contaminantes generados por el sector transporte a nivel regional, contribuyendo así con un instrumento de análisis focalizado en los aspectos

energéticos y ambientales del transporte a nivel estratégico, satisfaciendo los requerimientos de información que hoy día existen en dichas materias.

Los resultados de este estudio fueron tomados en cuenta para el desarrollo de la metodología Top Down que fue aplicada en la V Región.

- Estudio: "Estudio Diagnóstico Plan de Gestión Atmosférica – Región de Valparaíso, construcción de un inventario de emisiones Regional", STUDIO DIAGNÓSTICO PLAN DE GESTIÓN ATMOSFÉRICA- REGIÓN DE VALPARAÍSO, CONSTRUCCIÓN DE UN INVENTARIO DE EMISIONES REGIONAL", desarrollado por Ambiosis S.A. para el Gobierno Regional de la V Región durante los años 2009, 2010 y 2011. (estudio actual)

En el marco de este estudio se abordaron aspectos que se encontraban pendientes para la actualización del modelo de emisiones, entre los elementos más destacados se encuentran:

- Aplicación de una metodología global, para abarcar un región extensa mediante el uso combinado de la metodología Bottom Up y Top Down que tomará en consideración la importancia de cada zona evaluada. Este enfoque es susceptible de ser aplicado para la elaboración de un inventario nacional, pero guardando las proporciones para la selección de las ciudades a ser abordadas con una metodología Bottom UP.
- Por otra parte, el uso combinado de ambos métodos permitió desarrollar las bases para un método de validación de los resultados de los inventarios del sector, existiendo la posibilidad en zonas que cuentan con suficiente información de efectuar en paralelo inventarios Bottom Up Y Top Down, comparar los resultado y efectuar ajustes.
- Generar un inventario que cubriera las principales ciudades y centros poblados así como la red interurbana utilizando la mejor información disponible.
- La incorporación de la metodología Modem 5.0 al sistema Airviro, ha implicado dotar al sector público de una herramienta actualizada que permita el desarrollo de inventarios del sector fuentes móviles para modelación de calidad del aire, considerando que MODEM 5.0 de Sectra no se encuentra habilitado ni diseñado para este tipo de aplicaciones.
- Incorporación de un modelo de deterioro para las emisiones de los vehículos a gasolina, lo cual viene a mejorar considerablemente los

inventarios de emisiones del sector e incorporar dentro de los inventarios variables que permitan evaluar distintos escenarios normativos, lo cual no había sido abordado en forma satisfactoria en los estudios del pasado.

- Generación de la primera EDB estructurada en SINCA que permita la actualización periódica de los inventarios y desarrollo de escenarios. Pudiendo la Autoridad con esto, sacar el mejor provecho al sistema AIRVIRO que posee.