



Asesoría en Ambiente y Recursos Naturales



INFORME FINAL

Servicio de consultoría:

Elaboración de la Fase 1 para la Implementación
de Segunda Cuenta Ambiental Priorizada: Cuentas
Ambientales de Emisiones a la Atmósfera

Sud-Austral Consulting SpA
www.sud-austral.cl
+56 9 94493730
patricio.emanuelli@sud-austral.cl
La Reina – Santiago- Chile

Informe Final

País:	CHILE
Título del Programa/Proyecto:	Elaboración de la Fase I para la Implementación de Segunda Cuenta Ambiental Priorizada. CUENTAS AMBIENTALES DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA
Entidad Implementadora:	Subsecretaría del Medio Ambiente – Ministerio del Medio Ambiente
Entidad Ejecutora:	Sud-Austral Consulting SpA
Equipo Técnico Sud-Austral:	Patricio Emanuelli Avilés Karen Farias Proschle Natalia von Kunowsky Fischer Efraín Duarte Castañeda Fabián Milla Araneda Patricio Jara Roxana Jeldres Felipe Jara Alfonso Quiroz H. (Diseño Gráfico)
Contraparte Técnica MMA:	Álvaro Shee Smith Cristian Zúñiga González Marcos Serrano Ulloa Rodrigo Pizarro Gariazzo
Mercado Público Licitación ID:	608897-143-LE15

MARZO DE 2016

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE ACRÓNIMOS	10
---------------------------	-----------

INTRODUCCIÓN	14
---------------------	-----------

OBJETIVOS	16
------------------	-----------

1 METODOLOGÍA Y ESTRUCTURA PARA LA ELABORACIÓN DE CUENTAS DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA EN EL MARCO DEL SCAE 2012	20
--	-----------

1.1 ESTRUCTURA CONTABLE GENERAL DEL SCAE 2012	21
--	-----------

1.1.1 CUADROS DE OFERTA Y UTILIZACIÓN	23
---------------------------------------	----

1.1.1.1 Cuadros de oferta y utilización en unidades físicas (COU-F)	24
---	----

1.1.2 CUENTAS DE ACTIVOS	26
--------------------------	----

1.1.2.1 Principios de contabilidad de los activos	28
---	----

1.1.3 SECUENCIA ECONÓMICA DE CUENTAS	30
--------------------------------------	----

1.1.4 CUENTAS POR FUNCIÓN	32
---------------------------	----

1.2 CUENTAS AMBIENTALES DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA	33
--	-----------

1.2.1 DEFINICIONES	33
--------------------	----

1.2.2 PRINCIPIOS PARA LA CONTABILIDAD DE FLUJOS FÍSICOS	35
---	----

1.2.3 CONTABILIDAD DE LAS EMISIONES A LA ATMÓSFERA	36
--	----

1.2.4 PROBLEMAS EN LA MEDICIÓN DE EMISIONES	38
---	----

1.2.5 RELACIÓN CON OTROS MARCOS CONTABLES	39
---	----

2 EXPERIENCIA RELEVANTE EN ELABORACIÓN DE CUENTAS AMBIENTALES	41
--	-----------

2.1 EXPERIENCIA PAÍSES OCDE	41
------------------------------------	-----------

2.1.1 PAÍSES DE LA UNIÓN EUROPEA	41
----------------------------------	----

2.1.1.1 España	52
----------------	----

2.1.2 PAÍSES FUERA DE LA UNIÓN EUROPEA	56
--	----

2.1.2.1 Corea	57
---------------	----

2.1.2.2 Noruega	57
-----------------	----

2.1.2.3 Suiza	57
---------------	----

2.1.2.4 Australia	57
-------------------	----

2.1.2.5 Canadá	58
----------------	----

2.1.2.6 China	61
---------------	----

2.1.2.7	Japón	61
2.1.2.8	Nueva Zelanda	61
2.1.2.9	India, Israel, Rusia, Estados Unidos	61
2.1.2.10	México	62
2.2	EXPERIENCIA OTROS PAÍSES	64
2.2.1	COLOMBIA	64
2.2.2	GUATEMALA	71
2.3	EXPERIENCIA NACIONAL	76
3	<u>ANÁLISIS RESPECTO DE LOS DISTINTOS TIPOS DE MEDICIONES DE EMISIONES AL AIRE</u>	<u>79</u>
3.1	REGISTRO DE EMISIONES Y TRANSFERENCIAS DE CONTAMINANTES (RETC)	80
3.1.1	CARACTERIZACIÓN	80
3.1.2	RECOLECCIÓN DE LOS DATOS	81
3.1.3	FUENTES DE EMISIÓN CONTABILIZADAS EN EL RETC	82
3.1.3.1	Fuentes Fijas de Emisión (Puntuales)	82
3.1.3.2	Fuentes Difusas (No puntuales)	84
3.1.4	LISTADO DE SUSTANCIAS PRESENTES EN EL RETC	84
3.1.5	RUBROS DE INVENTARIOS INCLUIDOS EN EL RETC	85
3.1.6	CLASIFICACIÓN CIIU POR ACTIVIDAD ECONÓMICA	88
3.2	INVENTARIO DE EMISIONES GASES EFECTO INVERNADERO (INGEI)	89
3.2.1	TERCERA COMUNICACIÓN NACIONAL	92
3.3	INVENTARIOS DE EMISIONES LOCALES	98
3.3.1	ACTUALIZACIÓN DEL INVENTARIO DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS EN LA REGIÓN METROPOLITANA	98
3.3.2	ACTUALIZACIÓN DEL INVENTARIO DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS EN LAS COMUNAS DE TEMUCO Y PADRE LAS CASAS	108
3.4	REGISTROS DEL DS 138/05 DEL MINISTERIO DE SALUD	114
4	<u>IDENTIFICACIÓN DE INFORMACIÓN ESTADÍSTICA BÁSICA NECESARIA PARA CUENTAS SCAE</u>	<u>115</u>
4.1	CUENTAS DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA	115
5	<u>RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN ESTADÍSTICA DISPONIBLE</u>	<u>117</u>
5.1	REGISTRO DE EMISIONES Y TRANSFERENCIA DE CONTAMINANTES (RETC)	118
5.2	INVENTARIOS GEI	118
5.3	INVENTARIOS DE EMISIONES LOCALES	119

5.4	REGISTROS DEL DS 138/2005 DEL MINISTERIO DE SALUD	120
5.5	UTILIZACIÓN DE ESTADÍSTICAS RECOPIADAS PARA EL SCAE 2012	120
6	<u>METODOLOGÍA PARA LA SISTEMATIZACIÓN DE INFORMACIÓN DISPONIBLE</u>	<u>125</u>
6.1	MARCO CONCEPTUAL SCAE 2012 vs RETC/INGEI	125
6.2	HOMOLOGACIÓN DE SUSTANCIAS A SCAE 2012	126
6.3	AJUSTES PARA LA ELABORACIÓN DE CUENTAS AMBIENTALES CON DATOS RETC	127
6.3.1	INDUSTRIA	129
6.3.2	HOGARES	129
6.3.3	ACUMULACIÓN	130
6.3.4	REQUIERE DETALLE	130
6.4	AJUSTES PARA LA ELABORACIÓN DE CUENTAS AMBIENTALES CON DATOS INGEI	130
6.4.1	ACUMULACIÓN	133
6.4.2	HOGARES	133
6.4.3	INDUSTRIA	133
7	<u>OBSERVACIONES BD RETC PARA CUENTAS AMBIENTALES DE AIRE</u>	<u>135</u>
7.1	VACÍOS DE INFORMACIÓN	135
7.2	CLASIFICACIÓN INDUSTRIAL INTERNACIONAL UNIFORME CIIU	141
7.3	ASIGNACIÓN DE REGISTROS AL CUADRO SCAE	147
8	<u>OBSERVACIONES BD INGEI PARA CUENTAS AMBIENTALES DE AIRE</u>	<u>148</u>
8.1	CLASIFICACIÓN POR SECTORES INGEI	149
8.2	ASIGNACIÓN DE REGISTROS AL CUADRO SCAE	149
9	<u>RESULTADOS EJERCICIO ELABORACIÓN DE CUENTAS AMBIENTALES DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA</u>	<u>151</u>
9.1	EJERCICIO ELABORACIÓN DE CUENTAS AMBIENTALES DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA	151
9.2	VISUALIZACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS	151
10	<u>DISEÑO Y POBLAMIENTO DE BASE DE DATOS</u>	<u>159</u>
11	<u>RECOMENDACIONES</u>	<u>163</u>

11.1 CUENTAS EN BASE A DATOS RETC	163
11.2 CUENTAS EN BASE A DATOS INGEI	164
11.3 RECOMENDACIONES GENERALES	164
<u>12 CONCLUSIONES</u>	<u>166</u>
<u>REFERENCIAS</u>	<u>168</u>
<u>ANEXOS</u>	<u>173</u>
ANEXO I. ESTADÍSTICAS DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA RECOPIADAS (FORMATO DIGITAL)	173
ANEXO II. ESTADÍSTICAS DE EMISIONES A LA ATMOSFERA PROCESADAS (FORMATO DIGITAL)	173
ANEXO III. DISEÑO DE BASE DE DATOS (FORMATO DIGITAL)	173
ANEXO IV. EJERCICIOS DE ELABORACIÓN DE CUENTAS AMBIENTALES DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA (FORMATO DIGITAL)	174
ANEXO IV.1. CUENTAS AIRE CON DATOS RETC	174
ANEXO IV.2. CUENTAS AIRE CON DATOS INGEI	174

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Flujos físicos de insumos naturales, productos y residuos	23
Figura 2. Relación entre activos ambientales y económicos	27
Figura 3. Diagramación principios de residencia y de territorialidad	43
Figura 4. Esquema representativo del enfoque a partir de los inventarios	49
Figura 5. Asignación de clasificaciones de los inventarios en actividades de producción de emisiones o consumo de hogares	50
Figura 6. Esquema representativo del enfoque a partir de datos de energía	51
Figura 7. Esquema representativo del enfoque a partir de sistemas datos multipropósito	52
Figura 8. Gases efecto invernadero – Total emisiones, cuentas de emisiones a la atmósfera 2008-2012.	55
Figura 9. Emisiones de gases efecto invernadero por ramas de actividad económica y hogares, cuentas de emisiones a la atmósfera 2008-2012	55
Figura 10. Emisiones de gases de efecto invernadero – estructura porcentual en 2012, Cuentas de emisiones a la atmósfera 2008-2012.....	56
Figura 11. Balances y flujos de los recursos naturales en unidades físicas (2003 y 2013)	63
Figura 12. Estructura porcentual de las emisiones por fuentes móviles 2013	63
Figura 13. Emisiones al aire de GEI por grandes ramas de actividad económica y sector hogares (Gigagramos de CO ₂ -eq).....	66
Figura 14. Emisiones de GEI, consumo de energía intermedio y final de hogares por grandes ramas de actividad económica. Año 2013p.....	66
Figura 15. Emisiones de GPOT, en COVDM-Eq	67
Figura 16. intensidad de co ₂ -eq por grandes ramas de actividad económica (A-B-C). Índice 2005=100	68
Figura 17. intensidad de co ₂ -eq por grandes ramas de actividad económica (D-E-F). Índice 2005=100	68
Figura 18. intensidad de Co ₂ -eq por grandes ramas de actividad económica (G-H-I). Índice 2005=100	69
Figura 19. intensidad de emisiones de co ₂ -eq por PIB a precios constantes base 2005	69
Figura 20. intensidad de emisiones de co ₂ -eq por PIB a precios constantes. índice 2005=100	70
Figura 21. Estructura contable y temática del SCAE de Guatemala. Énfasis Cuenta de Energía y Emisiones ..	71
Figura 22. Esquema de fuentes de información para la cuenta de energía y emisiones	72
Figura 23. Adaptación del balance energético a las cuentas ambientales de Guatemala	73
Figura 24. Principales emisores de gases efecto invernadero.....	74
Figura 25. Homologación de categorías IPCC con la clasificación CIU.....	77
Figura 26. Instituciones que alimentan la base de datos del RETC.	81
Figura 27. Categorías principales de fuentes y sumideros de las directrices del IPCC de 1996 y 2006.....	90
Figura 28. Resumen de alcances y emisiones a través de la cadena de valor (inventario de GEI).	91
Figura 29. Estructura del Sistema Nacional de Inventarios de GEI de Chile	92
Figura 30. Proceso para la actualización del inventario nacional de gases de efecto invernadero de Chile. ..	93
Figura 31. Sectores en los cuales se categorizan las emisiones GEI de Chile.	94
Figura 32. Enfoque Metodológico para la ejecución del estudio.	99
Figura 33. Estructura general del inventario.	100
Figura 34. Esquema del sistema de administración de inventarios de emisiones de la RM (SAIE).....	101
Figura 35. Esquema general del sistema MODEM.	101
Figura 36. Enfoque metodológico general de DICTUC para el desarrollo del inventario.	109

Figura 37. Ejemplo inconsistencias BD RETC: Rut.....	137
Figura 38. Ejemplo inconsistencias BD RETC: Rut y comunas	138
Figura 39. Ejemplo inconsistencias BD RETC: comunas.....	139
Figura 40. Ejemplo inconsistencias BD RETC: Rubro	140
Figura 41. Ejemplo inconsistencias BD RETC: CIU	142
Figura 42. Ejemplo inconsistencias BD RETC: Clasificación Rubro.....	143
Figura 43. Ejemplo inconsistencias BD RETC: CIU O9199	144
Figura 44. Ejemplo inconsistencias BD RETC: Rubro y CIU	145
Figura 45. Ejemplo inconsistencias BD RETC: CIU I6021.....	146
Figura 46. Ejemplo Inconsistencias BD RETC: Fuente difusa.	146
Figura 47. Ejemplo Inconsistencias DB INGEI: sector energía	149
Figura 48. Modelo entidad-relación de base de datos cuentas de emisiones a la atmósfera	162

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Estructura básica del cuadro de oferta y utilización en unidades físicas.....	25
Tabla 2. Marco central del SCAE 2012: Clasificación de los activos ambientales.....	26
Tabla 3. Estructura básica de la cuenta de activos	28
Tabla 4. Secuencia básica de las cuentas económicas del SCAE 2012.....	31
Tabla 5. Clasificación de actividades: resumen de grupos y categorías	32
Tabla 6. Componentes típicos por grupo de residuos	34
Tabla 7. Cuenta de emisiones al aire (toneladas), marco central SCAE 2012	37
Tabla 8. Sustancias gaseosas o particuladas consideradas en la metodología de cuentas de emisiones al aire.	44
Tabla 9. Detalle elementos de cuadratura o “bridging items”	45
Tabla 10. Breve descripción de los elementos de cuadratura o “Bridging items”	46
Tabla 11. Situación de cuentas de emisiones al aire para Países fuera de la Unión Europea	56
Tabla 12. Estructura tipo para cuentas relacionadas a las cuentas de emisiones al aire	61
Tabla 13. Estructura de la cuenta de emisiones por tipo de gas y unidad de medida para el esquema oferta- utilización	65
Tabla 14. Oferta de CO ₂ , N ₂ O y CH ₄ de los grupos de actividad económica y de consumo, producto de la combustión de energéticos (Ton de Co ₂ -eq).Año 2006.....	75
Tabla 15. Normativa asociada a las sustancias incluidas en el RETC.....	83
Tabla 16. Sustancias contempladas por el RECT.	85
Tabla 17. Lista de rubros de inventarios fuentes fijas incluidos en el RECT.	86
Tabla 18. Lista de rubros de inventarios fuentes móviles incluidos en el RETC.	87
Tabla 19. Sustancias identificadas y contabilizadas en los INGEI.	95
Tabla 20. Potenciales de calentamiento global.	96
Tabla 21. Principales fuentes de datos de actividad del INGEI de Chile.	97
Tabla 22. Tipos de vehículos contemplados en el inventario.....	103
Tabla 23. Tipo de descargas totales incorporadas en el cálculo de emsiiones de fuentes móviles en ruta...	103
Tabla 24. Tipos de emisiones y modelos usados.	110

Tabla 25. Tipos de vehículos contemplados en el inventario.....	111
Tabla 26. Categorías del inventario.....	113
Tabla 27. Clasificación de la información estadística necesaria para la elaboración de cuentas físicas de las cuentas de emisiones a la atmósfera	115
Tabla 28. información estadística necesaria para la elaboración de cuentas físicas de las cuentas de emisiones a la atmósfera.....	116
Tabla 29. Datos base y fuente de información utilizada	117
Tabla 30. Disponibilidad estadística para cuenta de emisiones a la atmósfera	124
Tabla 31. Homologación sustancias a RETC e INGEI a clasificación SCAE 2012.....	126
Tabla 32. Asignación de registros del RETC para elaboración de cuentas ambientales de emisiones a la atmósfera.	128
Tabla 33. Asignación de registros del INGEI para elaboración de cuentas ambientales de emisiones a la atmósfera.	132
Tabla 34. Campos contenidos en la BD del RETC	135
Tabla 35. Campos de la base de datos RETC con y sin información.	136
Tabla 36. Registros con y sin información de CIU.....	141
Tabla 37. Asignación de registros RECT a cuadro SCAE.....	147
Tabla 38. Campos contenidos en la BD del INGEI.....	148
Tabla 39. Cantidad de registros asignados por sectores de acuerdo al SCAE	150
Tabla 40. Ejercicio de elaboración de cuentas ambientales de emisiones a la atmósfera con datos RETC ...	152
Tabla 41. Ejercicio de elaboración de cuentas ambientales de emisiones a la atmósfera con datos INGEI ..	152

LISTA DE MAPAS

Mapa 1. Emisiones de dióxido de carbono por regiones (2005).....	153
Mapa 2. Emisiones de dióxido de carbono por regiones (2010).....	154
Mapa 3. Emisiones de dióxido de carbono por regiones (2014).....	155
Mapa 4. Emisiones de dióxido de carbono por comunas (2005)	156
Mapa 5. Emisiones de dióxido de carbono por comunas (2010).....	157
Mapa 6. Emisiones de dióxido de carbono por comunas (2014)	158

LISTA DE ACRÓNIMOS

ABS	Australian Bureau of Statistics
AEA	Cuentas de Emisiones al Aire (Air Emissions Accounts)
AFOLU	Agriculture, Forestry and Other Land Use
ALC	América Latina y el Caribe
AMM	Administración del Mercado Mayorista (Guatemala)
BANGUAT	Banco de Guatemala
BD	Base de Datos
CARB	Agencia Ambiental de California
CEE	Cuenta de Energía y Emisiones (Guatemala)
CENMA	Centro Nacional del Medio Ambiente
CEPAL	Comisión Económica para Latino América y el Caribe (Naciones Unidas)
CIB	Centro de Ingeniería Bioquímica (Guatemala)
CIU	Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas
CLRTAP	Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution
CMA	Contabilidad Medioambiental Integrada
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático
CN	Comunicaciones Nacionales
CNUMAD	Conferencia de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y el Desarrollo
CO2-EQ	CO2 Equivalente
COCHILCO	Comisión Chilena del Cobre
CONAF	Corporación Nacional Forestal (Chile)
CONAMA	Comisión Nacional del Medio Ambiente (Chile)
COP	Contaminantes Orgánicos Persistentes
COU	Cuadro Oferta-Utilización
COU-F	Cuadro Oferta-Utilización en unidades físicas
COV	Compuestos Orgánicos volátiles
COVDM	Compuestos Orgánicos Volátiles Diferentes del Metano
COVNM	Compuestos Orgánicos volátiles no metálicos
CPC	Clasificación Central de Productos
CSA	Cuenta Satélite Ambiental (Colombia)
DA	Datos de Actividad
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística (Colombia)
DEIA	Departamento de Estadísticas e Información Ambiental
DGE	Dirección General de Energía (Guatemala)
DICTUC	Dirección de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Pontificia Universidad Católica de Chile
DIRECTEMAR	Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante

DS	Decreto Supremo
EDMS	Emissions and Dispersion Modeling System
ENIA	Encuesta Nacional Industrial Anual
EPA	Agencia de Protección Ambiental
ESA	Sistema Europeo de Contabilidad (European System of Accounts)
ESRI	Instituto de Investigación Económica y Social (Japón)
EUROSTAT	Oficina Estadística Europea
FAO	La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FE	Factores de Emisión
FSO	Oficina Federal de Estadísticas
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GLP	Gas licuado
GN	Gas Natural
GPD	Gas de ciudad – gas propano diluido
GPOT	Gases Precursores de Ozono Troposférico
GR	Gestión de Recursos
IARNA	Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente (Guatemala)
IBA	Informes Bienales de Actualización
IDE	Infraestructura de Datos Espaciales (Chile)
INE	Instituto Nacional de Estadísticas (Guatemala, España, Chile)
INEGI	Instituto Nacional de Estadísticas, Geografía e Informática (México)
INFOR	Instituto Forestal
INGEI	Inventario de Emisiones de Gases Efecto Invernadero
INIA	Instituto de Investigaciones Agropecuarias
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IPPU	Industrial Processes and Product Use
ISGEI	Inventario Sectorial Gases Efecto Invernadero
IVA	Impuesto al Valor Agregado
MEGS	Midiendo Bienes y Servicios Ambientales
MEM	Ministerio de Energía y Minas (Guatemala)
MER	Modelo Entidad Relaciones
MINAGRI	Ministerio de Agricultura (Chile)
MINENERGIA	Ministerio de Energía (Chile)
MINSAL	Ministerio de Salud (Chile)
MINSEGPRES	Ministerio Secretaría General de la Presidencia (Chile)
MINVU	Ministerio de Vivienda y Urbanismo (Chile)
MMA	Ministerio de Medio Ambiente (Chile)
MODEM	Metodología para el Cálculo de Emisiones Vehiculares
MOP	Ministerio de Obras Públicas (Chile)
MP	Material particulado

N.A.	No aplica
n.c.p.	No clasificado previamente
NACE	Nomenclatura Estadística de Actividades Económicas de la Comunidad Europea (Nomenclature statistique des activités économiques dans la Communauté européenne)
NBD	Nueva Base de Datos RETC para Cuadro SCAE
NBS	National Bureau of Statistics (China)
NOREEA	Cuentas Económicas y Ambientales de Noruega
NPRI	Inventario Nacional de Emisión de Contaminantes (Canadá)
OCC MMA	Oficina de Cambio Climático de MMA
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
ODEPA	Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (Chile)
ONG	Organización No Gubernamental
PA	Protección Ambiental
PCG	Potenciales de Calentamiento Global
PDA	Plan de Descontaminación Atmosférico
PEFA	Cuentas de Flujos Físicos de Energía
PI	Procesos Industriales
PIB	Producto Interno Bruto
PIN	Producto Interno Neto
PINE	Producto Interno Neto Ajustado Ambientalmente
PPDA	Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica
RETC	Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes
Rev.	Revisión
SAO	Sustancias Agotadoras de Ozono
SAR	Segundo Informe de Evaluación del IPCC
SCAE (SEEA)	Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica (System of Environmental-Economic Accounting)
SCAEI	Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica Integrada
SCC	Source Classification Code
SCEEM	Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas de México
SCN	Sistema de Cuentas Nacionales
SCNM	Sistema de Cuentas Nacionales de México
SECTRA	Secretaría Interministerial de Planificación de Transporte (Chile)
SEEA	System of Environmental-Economic Accounting (Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica)
SEREMI	Secretaría Regional Ministerial
SESMA	Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente
SIDREP	Sistema de Declaración de y Seguimiento de Residuos Peligrosos (Chile)
SIDREP-MINSAL	Servicio Nacional de Aduanas, Sistema de Declaración de y Seguimiento de Residuos Peligrosos
SIG	Sistemas de Información Geográfica

SII	Sistema de Impuestos Internos (Chile)
SIIA	Sistema Integrador de Información Ambiental (Chile)
SISS	Superintendencia de Servicios Sanitarios
SMA	Superintendencia del Medio Ambiente (Chile)
SNAP	Selected Nomenclature for Air Pollution
SOFOFA	Sociedad de Fomento Fabril
UDOP	Utilización de Disolventes y Otros Productos
UTCUTS	Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura
UV	Radiación Ultravioleta
VPN	Valor Presente Neto

INTRODUCCIÓN

El interés por elaborar cuentas ambientales en los países de América Latina y El Caribe surge a comienzo de los años 90's ante la necesidad de conocer en forma más explícita y coherente las interrelaciones entre el medio ambiente y la economía (Isa, 2003).

La incorporación de valores ambientales a los cálculos económicos, se ha dirigido básicamente a llamar la atención de los que toman decisiones a nivel nacional, sobre la importancia que tiene la base de recursos naturales en asegurar que el aparato productivo del país pueda seguir funcionando en el futuro (Chapela, 2006). Esta incorporación de aspectos ambientales constituyó un nuevo enfoque a los sistemas de evaluación de la eficacia económica: se empezó a explorar el uso de la "economía ecológica" para la evaluación de proyectos (Abaza, 1993), o sea se incorporó el análisis económico de los proyectos considerados ambientales. De esta manera, se evaluó inicialmente sectores como el de saneamiento (Norse y Saigal, 1993), o el de desarrollo de fuentes de energía (Meier y Munashinge, 1993); y también se desarrollaron a nivel piloto sistemas de "cuentas nacionales ambientales" en México (Van Tongeren et al., 1993) y Uruguay (Recalde, 1993), entre otros países.

En el caso de Chile, la elaboración de cuentas ambientales es una obligación legal del Ministerio del Medio Ambiente (MMA), ya que la Ley 19.300 modificada por la Ley 20.417¹ que "Crea el Ministerio, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente" establece en su Artículo 70 letra "k" que corresponde especialmente al Ministerio "Elaborar los estudios necesarios y recopilar toda la información disponible para determinar la línea de base ambiental del país, elaborar las cuentas ambientales, incluidos los activos y pasivos ambientales, y la capacidad de carga de las distintas cuencas ambientales del país".

Adicionalmente, esta tarea es un compromiso país ya que Chile se comprometió ante la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) a desarrollar las cuentas ambientales nacionales en virtud de sus recomendaciones sobre registro de los flujos de materiales y productividad de los recursos C(2004)79² y C(2008)40³. Por ello, el Programa de Gobierno de Michelle Bachelet 2014-2018⁴ en la sección Medio Ambiente establece que "Avanzaremos en un Plan Nacional de Cuentas Ambientales, para que ejerciendo las facultades que entregamos al Ministerio del Medio Ambiente, éste coordine la elaboración y construcción progresiva de las cuentas ambientales, incluidos los activos y pasivos ambientales, y la capacidad de carga de las distintas cuencas ambientales del país. Producción limpia, cuentas ambientales, educación ambiental, ciencia y tecnología".

El desarrollo de las cuentas ambientales requiere contar con una gran variedad de estadísticas e información y trabajar en coordinación con sus generadores, entre los cuales se encuentran las instituciones públicas sectoriales, el Sistema Estadístico Nacional, academia y sector privado. La experiencia nacional en trabajos previos, relacionados con indicadores y estadísticas, ha enseñado que la disponibilidad y acceso a la

¹ MINSEGPRES, 2010.

² OECD, 2004.

³ OECD, 2008.

⁴ Bachelet, 2013.

información es uno de los más importantes obstáculos. Debido a esto, el Departamento de Estadísticas e Información Ambiental (DEIA) de la División de Información y Economía Ambiental del MMA creó, y actualmente lidera, el Comité Interinstitucional de Información Ambiental (Resolución N° 179 aprobada el 15 de marzo del año 2012), compuesto por más de 50 instituciones y servicios públicos, cuyo objetivo general es proveer y validar la información ambiental, requerida para dar cumplimiento a los deberes que en esta materia corresponden al MMA realizar, de acuerdo con lo establecido en la Ley N°19.300 (como los indicadores para los Informes y Reportes del Estado del Medio Ambiente), así como en los distintos Acuerdos, Convenios, y Tratados internacionales suscritos por el país en materia ambiental (compromisos con OCDE principalmente). La elaboración de las cuentas ambientales entra dentro de estas obligaciones y, por ende, debiese constituir parte del trabajo del Comité Interinstitucional de Información Ambiental. Adicionalmente, el DEIA, creó el Sistema Integrador de Información Ambiental (SIIA) (<http://sii.mma.gob.cl/>), herramienta informática con funcionalidades para la captura de datos, generación de un repositorio de datos y elaboración y publicación de indicadores y cuentas ambientales, y la Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) (<http://ide.mma.gob.cl/>), sistema para acceder vía web a información georreferenciada de carácter ambiental y herramientas de análisis, edición y descarga de información especializada.

En este marco de referencia, el MMA establece que es necesario e imprescindible dar cumplimiento a los mandatos y compromisos internacionales referidos a Cuentas Ambientales.

En este contexto, Sud-Austral Consulting SpA se adjudicó la licitación “Elaboración de la Fase 1 para la Implementación de la Segunda Cuenta Ambiental Priorizada: Cuentas Ambientales de Emisiones a la Atmósfera” cuyos resultados se detallan en los siguientes capítulos.

El capítulo 1 analiza el marco central del Sistema de Cuentas Ambientales y Económicas (SCAE) 2012. En una primera parte se revisa la estructura contable general del SCAE, mientras que la segunda parte se enfoca en los aspectos metodológicos para la elaboración de las cuentas de emisiones a la atmósfera específicamente.

El capítulo 2 hace una breve revisión de la experiencia internacional en cuanto a implementación de cuentas ambientales de emisiones a la atmósfera. Asimismo, se incluye un breve análisis de lo realizado por Chile hasta la fecha en esta materia.

El capítulo 3 revisa en detalle los distintos tipos de mediciones de emisiones al aire que existen en el país, enfocándose en el Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC), Inventario de Emisiones de Gases Efecto Invernadero (INGEI), los Inventarios de Emisiones Locales y los Registros del DS 138/05 del Ministerio de Salud.

En el capítulo 4 se identifica la información estadística básica necesaria para la elaboración de las cuentas ambientales de emisiones a la atmósfera siguiendo los lineamientos establecidos en el marco central del SCAE 2012.

El capítulo 5, por su parte, recopila la información estadística que fue identificada en el capítulo anterior, evidenciando cuáles se encuentran disponibles y dónde existen vacíos de información.

El capítulo 6 presenta los ajustes metodológicos que fue necesario realizar para sistematizar la información disponible en la base de datos del RETC y en el INGEI.

El capítulo 7 y 8, se presentan las principales observaciones que surgieron al hacer el ejercicio del Cuadro SCAE para cuentas ambientales de aire, con las bases de datos RETC e INGEI respectivamente.

En el capítulo 9 se presentan los resultados del ejercicio de elaboración de cuentas ambientales de emisiones a la atmósfera.

El capítulo 10 explica el diseño y poblamiento de las bases de datos para la elaboración de cuentas ambientales de emisiones a la atmósfera.

En los capítulos 11 y 12 se presentan recomendaciones generales y las conclusiones, respectivamente.

A continuación, se presenta el objetivo general y los objetivos específicos de la consultoría, junto con enumerar las actividades asociadas a cada uno de ellos.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Sistematizar la información estadística básica necesaria y disponible para facilitar el futuro desarrollo en Chile de las Cuentas Ambientales físicas de emisiones al aire, según la metodología del Marco Central del SCAE 2012.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- a) Efectuar una breve revisión sobre la estructura y metodología propuesta por el sistema de Cuentas Ambientales y Económicas (SCAE) 2012, específicamente en lo concerniente a las cuentas de emisiones al aire, centrándose en la información necesaria para su elaboración.
- b) Efectuar un análisis de los distintos tipos de mediciones de emisiones al aire (inventarios de gases de efecto invernadero (GEI), y otros no GEI, inventarios de emisiones locales, RETC, considerando sus metodologías, alcances y especialmente la información estadística y datos o registros que utilizan.
- c) Identificar la información estadística básica necesaria, la disponible y los vacíos existentes, a partir del análisis de los objetivos específicos a) y b).
- d) Recopilar la información estadística básica necesaria y disponible con su máximo nivel de detalle y desagregación (ej.: por tipo de gas y contaminante, por actividad económica (clasificación industrial internacional uniforme (CIIU)), regional/provincial/comunal, serie histórica disponible) que permita a futuro la elaboración de las cuentas ambientales con aquellos niveles de desagregación.
- e) Diseñar bases de datos (estructura) de la información estadística necesaria y disponible, compatible con el SIIA, permitiendo de esta forma al MMA establecer la futura carga periódica en los formatos requeridos por el sistema.

- f) Poblar las bases de datos diseñadas, con la información disponible recopilada
- g) Elaborar un breve documento con una metodología práctica para sistematizar la información necesaria y disponible, considerando los antecedentes, experiencia y resultados obtenidos en el desarrollo de los objetivos específicos a) al f).
- h) Elaborar un informe final que contenga todos los desarrollos y resultados, considerando la revisión de experiencias, los lineamientos seguidos, metodología práctica para sistematizar la información y las bases de datos estructuradas y pobladas.

El presente documento contiene los resultados de la ejecución de las actividades desarrolladas por Sud-Austral Consulting SpA para la “Elaboración de la Fase 1 para la Implementación de Segunda Cuenta Ambiental Priorizada: Cuentas Ambientales de Emisiones a la Atmósfera”.

Las actividades solicitadas para la presente consultoría son las siguientes:

Actividad 1. Revisar la metodología y estructura de las tablas mencionadas en el objetivo específico a), que establece el Marco Central del SCAE 2012.

Actividad 2. Revisar la experiencia internacional más relevante y reciente en la elaboración de las cuentas ambientales señaladas, orientando la búsqueda a la adaptación de las cuentas propuestas por el SCAE 2012, o sus versiones anteriores, a la realidad de cada país, enfocándose en los requerimientos específicos de información y metodologías de sistematización de ésta. Realizar lo propio también para la experiencia nacional y finalmente proponer estructuras de tablas para distintos niveles de desagregación pertinentes para el país (ej.: a nivel regional, selección de gases y contaminantes, actividad económica, tipo de fuente emisora, etc.)

Actividad 3. Elaborar un análisis respecto de los distintos tipos de mediciones al aire (inventarios de gases de efecto invernadero (GEI) y otros no GEI que Chile reporta ante la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático, inventarios de emisiones locales, RETC, Registros del DS 138/05 del Ministerio de Salud), considerando sus metodologías, alcances y especialmente la información estadística y datos o registros que utilizan en el caso chileno, para conocer la realidad chilena, la desagregación de la información, las consideraciones metodológicas a tener en cuenta y saber qué información es la adecuada para cada información requerida para las cuentas, facilitando la identificación de información necesaria y específica del país a recopilar, y con ellos la futura elaboración de las cuentas ambientales con desagregación especial y pertinente para la realidad del país.

Actividad 4. Identificar la información estadística básica necesaria, la disponible y los vacíos existentes, a partir del análisis de los objetivos específicos a) y b), realizando una investigación de la información del sistema estadístico nacional y diversas fuentes de información pública y privada. En los casos necesarios, se deberá generar contacto y realizar entrevistas con el apoyo del MMA y del Comité Interinstitucional de Información Ambiental, con los principales generadores de información y actores relevantes en la materia, tales como: MMA, Ministerio

de Salud (Registros del DS 138/05), Banco Central, Servicio Nacional de Aduanas, Servicio de Impuestos Internos (SII), Instituto Nacional de Estadísticas (INE), representaciones del sector privado (Sociedad de Fomento Fabril (SOFOFA)), Universidades, Centros de Investigación, ONGs, entre otras que el consultor proponga.

Actividad 5. Recopilar la información estadística disponible identificada en la actividad 4, con el mayor nivel de detalle o desagregación útil para las cuentas del país y en formatos y estructura que permitan su estructuración en bases de datos (Excel, Access, SQLServer, PostgreSQL, etc.). Para la solicitud formal de la información se contactará al MMA y el Comité Interinstitucional de Información Ambiental, siendo el consultor el encargado de realizar el trabajo y seguimiento necesarios con los principales generadores de información y actores relevantes en la materia, señalados en la actividad 4 y adicionalmente el consultor proponga, con el fin de asegurar la obtención de la información con un nivel de detalle (desagregación), formato y estructura adecuados.

Actividad 6. En base a los antecedentes obtenidos y la información recopilada, en las actividades 1 a 5, se deberá diseñar una base de datos (estructura) de la información estadística necesaria (incluido lo que pueda constituir un vacío) y disponible. Se deberá considerar tanto la información necesaria para las tablas estándar del SCAE 2012, como también las desagregaciones pertinentes y disponibles adicionales para la realidad chilena. La base de datos debe permitir generar las planillas en formato compatible con el SIIA, facilitando así al MMA la futura carga periódica en los formatos requeridos por el sistema (servicio web para la carga automatizada a partir de base de datos y/o planillas Excel si no es factible por el servicio web). Este formato del SIIA, básicamente consiste en generar una tabla por cada variable, con un campo que contiene los registros del valor o medida (ej.: emisiones en toneladas métricas) y campos adicionales para tiempo (ej.: año, mes, día) y propiedades de la variable (ej.: desagregaciones, tales como tipo de gas y contaminante, actividad económica, tipo de fuente emisora, región/provincia/comuna). La información cargada en el SIIA se almacena en un repositorio de datos (Data Warehouse), a partir del cual es posible obtener fácilmente tablas dinámicas (cubos), mediante una herramienta de inteligencia de negocios incorporada, que pueden ser guardarlas en el sistema y posteriormente actualizadas automáticamente si se ingresa una nueva carga de información. Esta herramienta (SIIA) permite así generar indicadores y cuentas ambientales de manera automática).

Actividad 7. Poblar las bases de datos diseñadas en la actividad 6 con la información disponible recopilada en la actividad 5. Se deberá tener especial atención en el proceso de carga de la información en la base de datos y realizar una validación de ésta con los proveedores identificados en las actividades 4 y 5. Finalmente, a partir de estas bases de datos, se deberá generar planillas Excel para cada variable y cargarlas en el SIIA en su formato compatible mencionado en la actividad 6.

Actividad 8. En base a todas las actividades desarrolladas (1 a 7), elaborar un breve documento con la metodología práctica para sistematizar la información necesaria y disponible, considerando los antecedentes, experiencia y resultados obtenidos en el desarrollo de los objetivos

específicos a) a f). Esta metodología debe incluir al menos: diagramas de flujo y/o diagramas PERT de los procesos y sus pasos, identificando la información y los roles de sus responsables (generadores/proveedores) y posibles participantes (ej.: apoyo o asesoría técnica, validación, etc.).

Actividad 9. Elaborar un informe final que contenga todos los desarrollos y resultados de las actividades 1 a 8. Este debe incluir la revisión de las cuentas del SCAE 2012 mencionadas en el objetivo específico a), experiencias internacionales y nacionales, los lineamientos seguidos en las actividades, la metodología práctica para sistematizar la información y las bases de datos estructuradas y pobladas. Este informe debe incluir un resumen del tipo *policy brief* (5 a 6 páginas) del informe final.

1 METODOLOGÍA Y ESTRUCTURA PARA LA ELABORACIÓN DE CUENTAS DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA EN EL MARCO DEL SCAE 2012

En el presente capítulo se muestra una breve revisión de las principales componentes que establece el Marco Central del Sistema de Cuentas Ambientales y Económicas, SCAE 2012 (Naciones Unidas *et al.*, 2014)⁵, para la elaboración de cuentas ambientales, específicamente para las relacionadas a las emisiones a la atmósfera.

La primera parte de este capítulo (1.1) se centra en explicar los elementos de base asociados a la estructura contable propuesta por el SCAE 2012. La segunda parte (1.2) aborda la descripción en detalle de la metodología para elaborar las cuentas ambientales asociadas a las emisiones a la atmósfera.

⁵Todas las definiciones, cuadros, y la información en general de este capítulo está basada en el informe del marco central del SCAE 2012. Para hacer más fácil su lectura sólo se cita al comienzo de este capítulo, pues es la única referencia utilizada.

1.1 ESTRUCTURA CONTABLE GENERAL DEL SCAE 2012

La principal misión de este estándar estadístico internacional es organizar e integrar la información sobre el stock y los diversos flujos de la economía y el ambiente en una serie de cuadros y cuentas (en unidades físicas y monetarias), que se detallan a continuación:

- a) **cuadros de oferta y utilización expresados en unidades físicas y monetarias**, que describen los flujos de insumos naturales, productos y residuos (sección 1.1.1);
- b) **cuentas expresadas en unidades físicas y monetarias de activos ambientales individuales**, que muestran el stock de activos ambientales al comienzo y al final de cada período contable, y sus variaciones (sección 1.1.2);
- c) **secuencia económica de cuentas** que destaca los agregados económicos ajustados por agotamiento (sección 1.1.3; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**); y
- d) **cuentas por función** que registran las transacciones y otra información sobre actividades económicas realizadas con propósitos ambientales (sección 1.1.4).

El análisis de estos datos también puede ampliarse vinculando los cuadros y las cuentas con información demográfica, social y sobre empleo.

Para poder elaborar estos cuadros y cuentas, el SCAE 2012 se basa en tres tipos de mediciones (las cuales serán explicadas en mayor detalle dentro de las secciones anteriormente descritas, a medida que sea necesario):

- a) Flujos físicos de materiales y energía entre la economía y el ambiente
- b) Stocks de activos ambientales y sus variaciones
- c) Actividades y otras transacciones ambientales

Tal como se especifica en el informe del marco central del SCAE 2012, para la implementación del sistema no es obligatorio elaborar simultáneamente todos los cuadros y cuentas para todos los activos y aspectos relacionados al medio ambiente, ya que se puede hacer por fases, priorizando los aspectos ambientales que son más relevantes para el país.

La finalidad del SCAE radica en ampliar el marco contable para comprender de mejor manera las implicaciones de largo plazo de las políticas públicas. Junto con esto, la estandarización de la información permite poder compararla a nivel internacional. Además, al seguir una estructura contable similar al Sistema de Cuentas Nacionales (SCN), las estadísticas ambientales pueden ser integradas con las económicas (CEPAL, 2013). De igual manera que del SCN se deducen agregados macroeconómicos (como el PIB, PIN y el ahorro), del SCAE también se pueden deducir nuevos indicadores ajustados por el agotamiento de los recursos naturales, los cuales se pueden clasificar en:

- *Indicadores de productividad e intensidad*: Los indicadores de productividad se forman como relaciones de agregados económicos con flujos físicos (p. ejemplo contenido de productos / PIB). Por su parte, los de intensidad se forman como relaciones de flujos físicos con agregados económicos (al

inverso de los anteriores). Ambos se centran en el proceso productivo y señalan los cambios en la cantidad de recursos e insumos naturales usados.

- *Indicadores de desacoplamiento:* Su finalidad es mostrar cuánto del crecimiento del ingreso y consumo ocurre con menos recursos naturales. Para estimarlo se divide un agregado económico relevante (como el consumo de hogares o el PIB) por un flujo físico relevante (como las emisiones aéreas). Son indicadores de productividad, pero se enfocan en la divergencia entre los agregados ambientales y económicos.
- *Indicadores de pago de contaminación:* Indicadores que relacionan ciertos pagos con información física sobre emisiones (por ejemplo, gastos en protección ambiental e impuestos ambientales relacionados con esas emisiones). Su finalidad es cuantificar la internalización de los costos de protección ambiental, y si la tributación y otros esquemas de pago están influyendo en la cantidad de emisiones (por ejemplo, impuestos a la energía divididos por joules de energía usada).

1.1.1 CUADROS DE OFERTA Y UTILIZACIÓN

Los cuadros de oferta y utilización representan los flujos (físicos y económicos) entre el ambiente y la economía.

Los flujos físicos se refieren a actividades económicas de producción, consumo y acumulación, representando los efectos recíprocos entre economía y ambiente. Existen tres tipos de flujos físicos: insumos naturales, productos y residuos.

- a) Los **insumos naturales** son todos los elementos materiales del ambiente que cambian de ubicación en este como resultado de procesos económicos de producción, o que se utilizan en ella directamente.
- b) Los **productos** son bienes o servicios resultantes de un proceso de producción en la economía. Para efectos contables, en general, se registra solo los flujos de productos entre unidades económicas y no se consideran los flujos internos de la operación de un establecimiento.
- c) Los **residuos** son flujos de energía o de materiales sólidos, líquidos o gaseosos que se descartan, se descargan o se emiten al ambiente (por ejemplo, las emisiones al aire) por establecimientos u hogares en los procesos de producción, consumo o acumulación, o que también pueden fluir dentro de la economía.

La Figura 1 muestra de manera gráfica cómo se relacionan estos flujos en la economía y el ambiente.

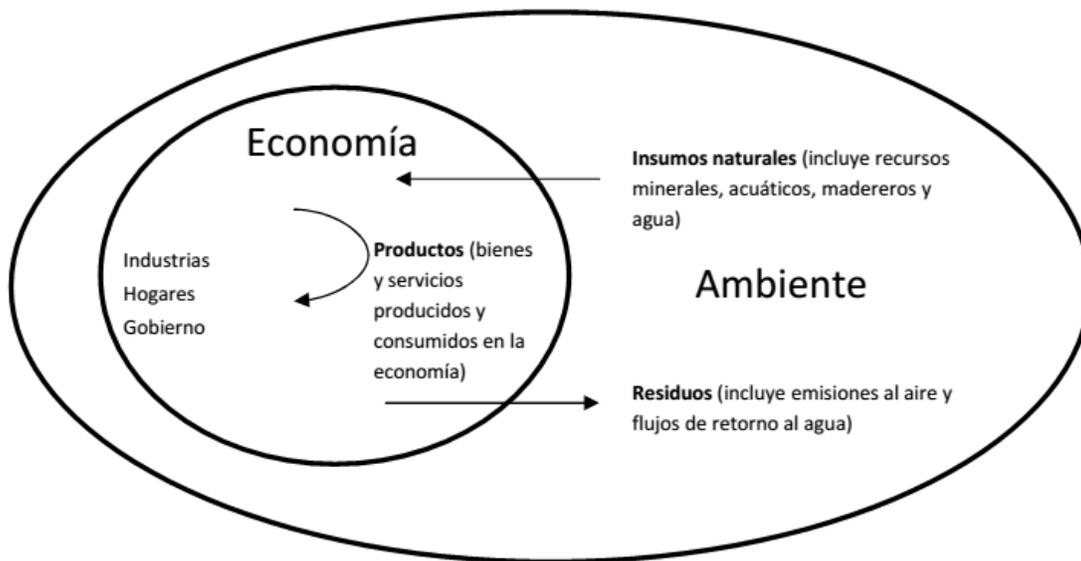


FIGURA 1. FLUJOS FÍSICOS DE INSUMOS NATURALES, PRODUCTOS Y RESIDUOS

Fuente: Naciones Unidas et al. 2014.

Un flujo importante en términos físicos, relacionado con los activos ambientales, es el **agotamiento**. Éste consiste en la extinción física de un recurso natural causada por la extracción y cosecha, a cargo de unidades económicas, que resulta en una menor disponibilidad futura del recurso, a su ritmo actual de extracción.

1.1.1.1 CUADROS DE OFERTA Y UTILIZACIÓN EN UNIDADES FÍSICAS (COU-F)

Los flujos físicos se representan en **cuadros de oferta y utilización en unidades físicas**, los cuales son una extensión de los cuadros de oferta y utilización en unidades monetarias, lo que lo hace concordante con el SCN. Su propósito es registrar los flujos físicos que respaldan las transacciones registradas en los cuadros de oferta y utilización en unidades monetarias, partiendo por los bienes (productos), pero ampliándolos a los flujos físicos del ambiente hacia la economía (insumos naturales) y de la economía hacia el ambiente (residuos).

En la Tabla 1 se puede apreciar su estructura básica. El cuadro está dividido en dos, la parte de arriba se refiere a la oferta y la de abajo a la utilización, puesto que se parte de la premisa que todo producto ofertado debe ser utilizado. Los flujos físicos están representados en las filas. Por su parte, las columnas corresponden a las unidades económicas (industrias y hogares) y el resto del mundo. La columna “Acumulación” se refiere a los flujos que si bien son ofertados durante el período contable, la utilización no ocurre en el mismo (se acumulan como existencias o activos fijos). La columna “Ambiente” representa los flujos desde y hacia el ambiente.

1.1.1.1.1 DIFERENCIAS

Existen dos grandes diferencias con respecto al cuadro de oferta y utilización en unidades monetarias.

- El gobierno no se considera como una unidad económica aparte, todo su consumo intermedio, producción y generación de residuos se registra en la industria correspondiente.
- Con respecto a la estructura, agrega la columna “Ambiente” y las filas “Insumos naturales” y “Residuos”.

1.1.1.1.2 EQUILIBRIOS

En los cuadros de oferta y utilización en unidades monetarias, se parte de la premisa que la oferta total de cada producto debe ser igual a su utilización total, lo cual es conocido como **balance o equilibrio oferta y utilización**.

Los COU-F además de considerar el equilibrio oferta-utilización, incorporan otro equilibrio para los flujos entre el ambiente y la economía, el cual es conocido como **identidad insumo-producto**. Dicho equilibrio exige que el total de flujos hacia la economía, una empresa o un hogar, durante un período contable, sean acumulados en la economía o devueltos al ambiente. Esto se basa en la ley de la conservación de la materia y energía, que plantea que la materia y energía permanecen constantes en un sistema cerrado.

	Industrias	Hogares	Acumulación	Resto del mundo	Ambiente	Total
Cuadro de oferta						
Insumos naturales					Flujos procedentes del ambiente	Oferta total de insumos naturales
Productos	Producción			Importaciones		Oferta total de productos
Residuos	Residuos generados por las industrias	Residuos generados por el consumo final de los hogares	Residuos de la fragmentación y demolición de activos producidos			Oferta total de residuos
Cuadro de utilización						
Insumos naturales	Extracción de insumos naturales					Utilización total de insumos naturales
Productos	Consumo intermedio	Consumo final de los hogares	Formación bruta de capital	Exportaciones		Utilización total de productos
Residuos	Recolección y tratamiento de residuos y otros residuos		Acumulación de residuos en vertederos controlados	Flujos directos de residuos al ambiente		Utilización total de residuos

TABLA 1. ESTRUCTURA BÁSICA DEL CUADRO DE OFERTA Y UTILIZACIÓN EN UNIDADES FÍSICAS

Nota: Las celdas sombreadas oscuras son nulas por definición, las sombreadas blancas pueden contener flujos relevantes
Fuente: Naciones Unidas et al. 2014.

1.1.2 CUENTAS DE ACTIVOS

En términos físicos, el stock indica la cantidad total de activos en un momento determinado del tiempo. Los activos ambientales son elementos naturales de la Tierra, vivos o inertes, que en conjunto constituyen el ambiente biofísico que puede proveer beneficios a la humanidad. En el marco central del SCAE 2012 la medición se enfoca en el registro del stock físico de activos ambientales individuales, como toneladas de carbón, metros cúbicos de madera y hectáreas de tierra.

La Tabla 2 presenta la clasificación de los activos ambientales en el marco central del SCAE 2012.

1	Recursos minerales y energéticos
1.1	Recursos del petróleo
1.2	Recursos de gas natural
1.3	Recursos del carbón y turba
1.4	Recursos minerales no metálicos (con exclusión del carbón y de la turba)
1.5	Recursos minerales metálicos
2	Suelo
3	Recursos de la tierra
4	Recursos madereros
4.1	Recursos madereros cultivados
4.2	Recursos madereros naturales
5	Recursos acuáticos
5.1	Recursos acuáticos cultivados
5.2	Recursos acuáticos naturales
6	Otros recursos biológicos (excepto los madereros y los acuáticos)
7	Recursos de agua
7.1	Agua superficial
7.2	Agua subterránea
7.3	Agua de la tierra

TABLA 2. MARCO CENTRAL DEL SCAE 2012: CLASIFICACIÓN DE LOS ACTIVOS AMBIENTALES

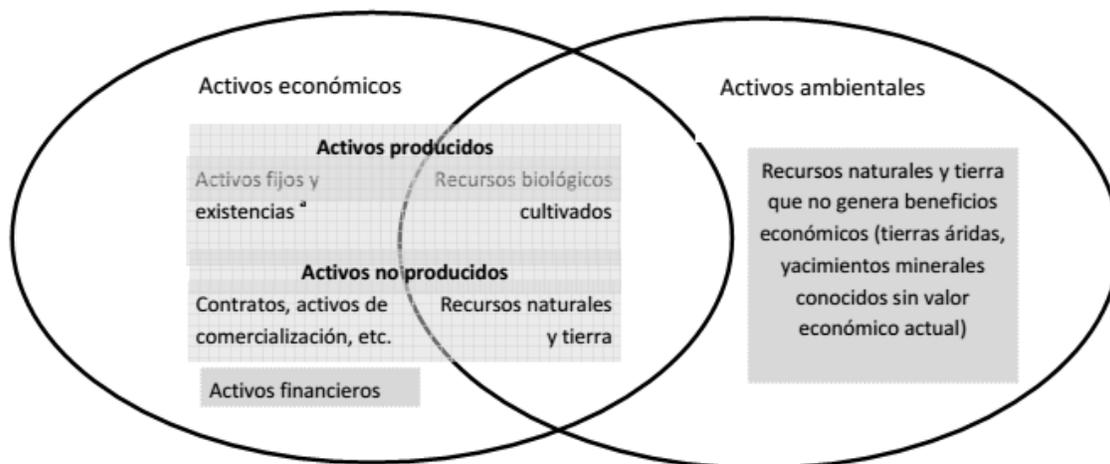
Fuente: Naciones Unidas et al. 2014.

Se distingue entre activos ambientales cultivados y recursos naturales. Los recursos naturales incluyen todos los recursos naturales biológicos (incluidos los recursos acuáticos y madereros), recursos minerales y energéticos, recursos de la tierra y recursos de agua. Se excluyen de este concepto los recursos biológicos cultivados (de cualquier tipo) y la tierra.

En teoría, la medición de cada activo ambiental abarca todo el stock que puede proveer beneficios a la humanidad; como esto representa una importante cantidad de datos, en la práctica, para cada activo ambiental se define una frontera de medición específica.

Un elemento importante a tener en consideración es **la relación entre activos económicos y ambientales**. Muchos activos ambientales son a su vez activos económicos. Tal es el caso de los recursos biológicos cultivados y los recursos naturales y tierra, que son activos producidos y no producidos, respectivamente. Los

activos ambientales que son clasificados como cultivados deben ser siempre catalogados como activos fijos o existencias. La Figura 2 presenta esta relación con un diagrama.



^a Excepto recursos biológicos cultivados.

FIGURA 2. RELACIÓN ENTRE ACTIVOS AMBIENTALES Y ECONÓMICOS

Fuente: Naciones Unidas et al. 2014.

En este sentido, bajo el marco central del SCAE 2012, la cobertura de los activos ambientales medidos en términos físicos puede ser mayor que su ámbito en términos monetarios, debido a que en términos físicos no se requiere que esos activos ambientales generen beneficios económicos. Es por esto que es factible encontrar activos ambientales que no poseen valor monetario. De ser así, las unidades físicas de esos activos deben registrarse de manera separada de los activos ambientales que sí generan beneficios económicos.

Para llevar un registro de los activos ambientales se utilizan las **cuentas de activos**, cuya finalidad es presentar en un período contable⁶ el stock inicial y final de éstos y sus diferentes variaciones. De esta manera, se puede evaluar si las tendencias actuales de la actividad económica están agotando o degradando los activos ambientales disponibles.

La Tabla 3 presenta la estructura básica de la cuenta de activos que propone el SCAE 2012. La primera y la última fila corresponden al stock inicial y final, respectivamente, del activo a medir durante el período contable. Las filas intermedias representan las variaciones de stock, como aumentos o disminuciones, registrando su naturaleza en la medida de lo posible. La fila de “Revalorización”, se utiliza solo en la contabilidad en términos monetarios, ya que representa un cambio en el valor del activo debido a un cambio de precio durante el período contable.

⁶ El período contable hace referencia al período de tiempo en el que ocurren las estadísticas económicas que se están evaluando. De esta manera, se puede establecer el inicio y el cierre de las mediciones. Como el SCAE 2012 se enmarca en el SCN, en general se utiliza el año (01 de enero a 31 de diciembre), pero también pueden realizarse estimaciones para otros períodos, siempre y cuando todos los datos sean consistentes en este aspecto.

Stock de apertura de activos ambientales
Adiciones al stock
Crecimiento del stock
Descubrimiento de nuevas reservas
Aumentos por reconsideración
Cambios de clasificaciones
<i>Total de aumentos del stock</i>
Disminuciones del stock
Extracciones
Pérdidas normales del stock
Pérdidas por catástrofes
Disminuciones por reconsideración
Cambios de clasificaciones
<i>Total de disminuciones del stock</i>
Revalorización del stock ^a
Stock de cierre de activos ambientales

TABLA 3. ESTRUCTURA BÁSICA DE LA CUENTA DE ACTIVOS

Nota: a) se aplica solo a las cuentas de activos en unidades monetarias
Fuente: Naciones Unidas et al. 2014.

1.1.2.1 PRINCIPIOS DE CONTABILIDAD DE LOS ACTIVOS

Tanto en términos físicos como en términos monetarios, la tarea de contabilizar los stocks y estimar el valor de los activos ambientales no resulta sencilla. Las siguientes secciones se centran en una gama de técnicas y conceptos, propuestos por el SCAE 2012, que posibilitan la compilación de cuentas de activos.

1.1.2.1.1 MEDICIÓN DEL AGOTAMIENTO EN UNIDADES FÍSICAS

El agotamiento de los recursos ambientales se refiere a la extenuación física de activos ambientales por medio de su extracción y cosecha por parte de unidades económicas, incluidos los hogares, que da lugar a una menor disponibilidad del recurso.

En términos físicos, el **agotamiento** es la disminución de la cantidad del stock de un recurso natural durante un período contable, debido a su extracción por parte de unidades económicas a un ritmo superior al de su regeneración.

Para los recursos biológicos naturales solo se registra como agotamiento la cantidad extraída que supera el nivel de regeneración. Generalmente los datos de las tasas de extracción son de fácil acceso, mientras que los de las tasas de regeneración requieren del apoyo de modelos biológicos. Estos modelos se basan en la estructura y tamaño de las poblaciones. En general una población pequeña tiene tasas de crecimiento pequeñas, las cuales aumentan conforme aumenta de tamaño la población. Al alcanzar la capacidad de carga la tasa de crecimiento decrecerá. El excedente que puede ser retirado, sin alterar la capacidad de regenerarse, es conocido como **extracción sostenible**.

El agotamiento se produce cuando la cantidad extraída es mayor que la extracción sostenible, para un tamaño y estructura de población dado.

Debido a que estas estimaciones son complejas de determinar, se plantea como normal obtener variaciones interanuales en el cálculo de la extracción sostenible. De esta manera, solo se considerará agotamiento cuando la extracción sobrepase considerablemente la variación normal de la extracción sostenible.

Además de las unidades físicas, el agotamiento también puede medirse en términos monetarios, donde su valor monetario va a ser equivalente al cambio de valor del recurso natural debido al agotamiento físico.

El marco central del SCAE 2012 no pretende medir la degradación ambiental en términos físicos y monetarios, puesto que es muy difícil atribuirla a un activo ambiental individual.

1.1.2.1.2 VALORACIÓN DE ACTIVOS

La gran ventaja de los métodos de valoración consiste en poder comparar activos ambientales que no son comparables en unidades físicas.

Por otra parte, la dificultad que presentan radica en que muchos activos ambientales no se adquieren en el mercado y no han sido producidos, por lo que no existen precios observados para determinar su valor. Por esta razón es que se debe recurrir a supuestos y modelos.

EL SCAE 2012 propone distintos métodos de valoración de activos, pero enfatiza el método de valoración neto, ya que no solo proporciona aproximaciones razonables a los precios observados en el mercado, sino que además son consistentes con el SCN.

El método del valor descontado de los rendimientos futuros, más conocido como valor presente neto (VPN), usa proyecciones de la tasa de extracción futura del activo, y proyecciones de su precio, para generar una serie de tiempo del rendimiento esperado. Posee cinco componentes principales:

- Medición del rendimiento de los activos ambientales
- Determinación de la tendencia esperada de la renta del recurso basada en los precios y en los perfiles de extracción esperados
- Estimación de la vida útil del activo
- Determinación de una tasa de rendimiento de los activos producidos
- Elección de una tasa de descuento

La fórmula para su cálculo es la siguiente:

$$V_t = \sum_{\tau=1}^{N_t} RR_{t+\tau} / (1 + r_t)^\tau$$

Donde:

V_t = Valor del activo, en el momento t

N_t = Número de período de extracciones restantes

$RR_{t+\tau}$ = Rentas futuras del recurso, en cada momento del tiempo

r_t = Tasa de descuento nominal, en el momento t

τ = Momento del tiempo de la extracción futura (1 a $N\tau$)

1.1.3 SECUENCIA ECONÓMICA DE CUENTAS

Si bien, en cuanto a la valoración monetaria, los cuadros de oferta y utilización y las cuentas de activos registran la mayor parte de la información que interesa para evaluar las interacciones entre la economía y el ambiente, existen otras transacciones y flujos de interés. Entre estos se encuentran: pagos de rentas por la extracción de recursos naturales, pagos de impuestos ambientales y pagos de subvenciones ambientales y donaciones de unidades del gobierno a otras unidades económicas en apoyo de actividades de protección ambiental. Estos flujos representan transacciones que no se sustentan en lo físico, por lo tanto, se compilan únicamente en unidades monetarias a través de la secuencia de cuentas económicas. Por encontrarse en términos económicos, esta secuencia de cuentas sigue la estructura general de la secuencia de cuentas del SCN.

La principal diferencia con las cuentas descritas en las secciones anteriores, es que, en general, no existe un equilibrio entre los flujos que entran y salen. Por esta razón, se introducen los saldos contables.

Cuenta de producción (elaborada en los cuadros de oferta y utilización)	
Transacciones principales	Producción, consumo intermedio, consumo de capital fijo, agotamiento
Saldos contables/agregados	Valor agregado bruto, producto interno bruto, valor agregado neto ajustado por agotamiento, producto interno neto ajustado por agotamiento
Cuentas de distribución y utilización del ingreso	
Transacciones principales	Remuneración de asalariados, impuestos, subsidios, intereses, alquileres, gasto de consumo final,
Saldos contables/agregados	Excedente neto de explotación ajustado por agotamiento, ingreso nacional neto ajustado por agotamiento, ahorro neto ajustado por agotamiento
Cuenta de capital	
Transacciones principales	Adquisiciones menos disposiciones de activos producidos y no producidos, consumo de capital fijo, agotamiento
Saldo contable/agregado	Préstamo /endeudamiento neto
Cuenta financiera	
Transacciones principales	Transacciones de activos y pasivos financieros
Saldo contable/agregado	Préstamo /endeudamiento neto

TABLA 4. SECUENCIA BÁSICA DE LAS CUENTAS ECONÓMICAS DEL SCAE 2012

Fuente: Naciones Unidas et al. 2014.

La Tabla 4 presenta la secuencia básica propuesta por el SCAE 2012 para la **secuencia de cuentas económicas**. Como se puede apreciar, la secuencia parte con la *cuenta de producción*, la cual se elabora en base a los cuadros de oferta y utilización en unidades monetarias. El segundo paso corresponde a las *cuentas de distribución y utilización del ingreso*, donde la idea principal es explicar cómo se asigna entre las unidades económicas el ingreso obtenido de la producción. La tercera cuenta corresponde a la *cuenta de capital* cuya finalidad es registrar cómo se usa el ahorro para adquirir activos producidos y ambientales. La última cuenta de la secuencia corresponde a la cuenta financiera, que registra las transacciones de préstamo y endeudamiento.

1.1.4 CUENTAS POR FUNCIÓN

Las cuentas por función corresponden a las **cuentas de actividades ambientales y transacciones asociadas** entre unidades económicas que se consideran ambientales.

Las actividades ambientales se dividen en dos grandes grupos: actividades de protección ambiental y de gestión de recursos naturales. Las primeras corresponden a aquellas cuya finalidad principal es la prevención, la reducción y la eliminación de la contaminación y otras formas de degradación del ambiente. Las segundas corresponden a las actividades que tienen por finalidad principal preservar y mantener el stock de recursos naturales y, en consecuencia, evitar su agotamiento.

La Tabla 5 resume las clases de actividades ambientales que existen.

Grupo	Clases
I: Protección ambiental (PA)	1 Protección de la atmósfera y el clima
	2 Gestión de aguas residuales
	3 Gestión de residuos
	4 Protección y recuperación de la tierra y aguas subterráneas y superficiales
	5 Reducción de ruidos y vibraciones (no incluye la protección de lugares de trabajo)
	6 Protección de la biodiversidad y de los paisajes
	7 Protección contra las radiaciones (no incluye la seguridad exterior)
	8 Investigación y desarrollo para protección ambiental
	9 Otras actividades de protección del ambiente
II: Gestión de recursos (GR)	10 Gestión de recursos minerales y energéticos
	11 Gestión de recursos madereros
	12 Gestión de recursos acuáticos
	13 Gestión de otros recursos biológicos (excepto los madereros y los acuáticos)
	14 Gestión de recursos de agua
	15 Actividades de investigación y desarrollo para la gestión de recursos
	16 Otras actividades de gestión de recursos

TABLA 5. CLASIFICACIÓN DE ACTIVIDADES: RESUMEN DE GRUPOS Y CATEGORÍAS

Fuente: Naciones Unidas et al. 2014.

Las cuentas de gastos de protección ambiental poseen un nivel de desarrollo mayor en comparación con las de gestión de recursos. Si bien la cuenta de gastos de protección ambiental posee una serie de cuadros que la componen, éstos no serán detallados en este capítulo, ya que escapan del alcance de la consultoría enfocada en las emisiones a la atmósfera. Para más información sobre este tema revisar el capítulo 4.3 y 4.4 del marco central del SCAE 2012.

1.2 CUENTAS AMBIENTALES DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA

En el marco central del SCAE 2012, las emisiones a la atmósfera están representadas principalmente en las cuentas de los flujos de materiales en unidades físicas. EL SCAE 2012 entiende a las emisiones a la atmósfera como una subcategoría de los flujos de materiales entre el ambiente y la economía, específicamente en lo concerniente a los flujos desde la economía hacia el ambiente, es decir sin abarcar el ciclo completo a lo largo de la economía.

En algunos casos, puede ser interesante contabilizar los flujos dentro o entre unidades económicas (ej. gas metano que se capta en un vertedero para producir energía o las emisiones de carbono), sin embargo, en la estructura contable básica propuesta por el SCAE 2012 no están considerados. De ser necesario, se deben seguir los mismos principios contables que se exponen en este capítulo.

1.2.1 DEFINICIONES

Tal como se definió en la sección (1.1.1), existen tres tipos de flujos físicos: insumos naturales, productos y residuos, siendo estos últimos los importantes al momento de elaborar las cuentas ambientales de emisiones a la atmósfera.

Los residuos son flujos de energía o de materiales sólidos, líquidos o gaseosos que se descartan, se descargan o se emiten al ambiente por establecimientos u hogares en los procesos de producción, consumo o acumulación.

Los vertederos controlados y administrados, las plantas de captación y almacenamiento de emisiones, las plantas de tratamiento y otros lugares para disponer residuos se consideran dentro de la economía. Por esta razón, los flujos de residuos que se dirigen a ese tipo de instalaciones son considerados como flujos dentro de la economía y no hacia el ambiente. Los posteriores flujos desde ellas pueden dirigirse directamente al ambiente como residuos o dar lugar a la creación de otros productos o residuos.

La atribución de residuos a determinados países es consistente con los principios aplicados para determinar la residencia de las unidades económicas. Siguiendo esta línea, los residuos se atribuyen al país del que es residente el hogar o la empresa que los ha desechado o emitido, es decir no se asume el problema de saber si el residuo ha sido emitido o desechado en el ambiente de un país o en el de otro.

Existen diversos tipos de residuos para los cuales no existe una clasificación única. Sin embargo, debido a la superposición que existe entre ellos, se hace necesario definir una clasificación. La Tabla 6 muestra los distintos grupos de residuos definidos en el SCAE 2012 y sus principales componentes. Como se aprecia en ella, las emisiones al aire son consideradas un grupo de residuos, dentro de las cuales se tiene a diversos compuestos y partículas.

Grupo	Componentes típicos
Residuos sólidos (incluidos los materiales recuperados) ^a	Residuos de productos químicos y sanitarios; residuos radiactivos; residuos metálicos; otros materiales reciclables; vehículos y equipo desechados; residuos animales y vegetales; residuos mixtos de origen residencial y comercial; residuos minerales y tierra; residuos de la combustión; otros residuos
Aguas residuales ^a	Agua destinada a tratamiento y eliminación; flujos de retorno; agua reutilizada
Emisiones al aire	Dióxido de carbono; metano; óxido nitroso; óxidos nitrosos; hidrofluorocarbonos; perfluorocarbonos; hexafluoruro de azufre; monóxido de carbono; compuestos orgánicos volátiles distintos del metano; dióxido de azufre; amoníaco; metales pesados; contaminantes orgánicos persistentes; partículas (por ejemplo, PM10)
Emisiones al agua	Compuestos de nitrogenados; compuestos fosforados; metales pesados; otras sustancias y compuestos (orgánicos)
Emisiones a la tierra	Fugas de tuberías; derrames de sustancias químicas
Residuos por dispersión en el uso de productos	Nutrientes de fertilizantes no absorbidos; sal extendida en carreteras
Pérdidas por dispersión	Abrasión (neumáticos, frenos); erosión o corrosión de infraestructuras (carreteras, etc.)
Residuos de recursos naturales	Sobreexplotación minera; residuos de la tala; capturas pesqueras descartadas

^a Esta lista de componentes típicos por grupos de residuos puede aplicarse igualmente a ciertos flujos definidos como productos.

TABLA 6. COMPONENTES TÍPICOS POR GRUPO DE RESIDUOS

Fuente: Naciones Unidas et al. 2014.

De acuerdo a lo que plantea el SCAE 2012, las emisiones a la atmósfera son sustancias gaseosas y en forma de partículas, las cuales son descargadas al aire por los establecimientos y los hogares como consecuencia de procesos de producción, consumo y acumulación. Su contabilidad se registra por unidad económica y por tipo de sustancia. Por convención, en las emisiones al aire no se incluye la liberación de vapor de agua ni la evaporación.

Algunos residuos generan presiones en el ambiente debido a su posibilidad de acumulación, es decir no solo los flujos del período corriente influyen, sino que también los correspondientes a períodos anteriores. La medición de los efectos que produce en el ambiente esta acumulación de residuos, en cuanto a estado y calidad de los ecosistemas se excluye de estas cuentas y se considera solo en las Cuentas Experimentales de Ecosistemas.

De esta misma manera, el daño causado por las concentraciones de residuos en el ambiente a menudo se incrementa de manera no lineal con respecto a la cantidad de residuos generados. Sin embargo, debido a que el SCAE utiliza al SCN como marco guía, los cuadros de oferta y utilización detallan solamente la cantidad de residuos generados en un período contable, dejando fuera de su alcance las consecuencias de la acumulación de cantidades pasadas o futuras del mismo residuo (o de otros). Además, es importante destacar que los efectos sobre el ambiente varían según el tipo de residuo y el tipo de ambiente que los recibe.

1.2.2 PRINCIPIOS PARA LA CONTABILIDAD DE FLUJOS FÍSICOS

Un punto importante a abordar antes de comenzar con la contabilidad de las emisiones a la atmósfera, tiene relación con el tratamiento de los flujos internacionales.

Tal como se mencionó, uno de los principios fundamentales del SCAE tiene relación con la atribución de los flujos físicos al país de residencia de la unidad productora o consumidora. En varios casos, esta residencia coincide con la territorialidad, es decir donde se encuentra la unidad productora o consumidora al momento en que ocurre. Sin embargo, hay casos particulares en que esto no ocurre, como por ejemplo con el transporte internacional, la actividad turística y los insumos de recursos naturales. De ellos solo los dos primeros tienen injerencia para las cuentas ambientales de emisiones a la atmósfera, tal como se detalla a continuación.

Con respecto al **transporte internacional**, el punto de análisis corresponde a la residencia del operador del equipo de transporte, que por lo general será el lugar de la sede de la empresa de transporte. De esto se desprende que, sin importar la distancia recorrida, el número de lugares donde opere, a quiénes les presta el servicio, todos los ingresos, insumos y emisiones son atribuidos al país de residencia del operador.

A continuación, se presentan dos ejemplos, uno para el caso del transporte marítimo y otro para el transporte aéreo.

El operador de un buque reside en el país A. Dicho buque transporta bienes del país B al país C y carga combustible antes de regresar en el país C. En este caso:

- Las compras son efectuadas por el país A, es decir, como importaciones del país A y exportaciones del país C.
- Los pagos realizados por el país C por servicios de transporte, son exportaciones del país A.
- Todas las emisiones del buque se atribuyen al país A, sin importar dónde fueron realizadas.

El operador de un avión de pasajeros reside en el país X. Dicho avión transporta personas del país X al país Y, para luego volver al país X. Los pasajeros provienen de los países X, Y y Z. En este caso:

- Cualquier compra de combustible se le atribuye al país X, registrándose como importación del país X y exportación del país Y de haberse adquirido en ese país.
- Los pagos efectuados por los pasajeros se registran como exportaciones de servicios del país X en los casos en que los pasajeros sean residentes de los países Y o Z.
- Todas las emisiones del avión son atribuidas al país X.

Siguiendo la misma línea, la **actividad turística** también se centra en el principio de residencia.

- Con respecto a las actividades de consumo, éstas son atribuidas al país de residencia del turista y no al país donde se encuentra de visita. Las compras se registran como exportaciones del país visitado y como importaciones del país de origen.
- Las emisiones generadas por el transporte local usado por el turista (taxis o buses) son atribuidas a la empresa local de transporte, lo mismo ocurre con las emisiones de los aviones u otro medio de transporte de larga distancia, es decir son atribuidas al país de residencia del operador, en ningún caso se le atribuyen al turista.
- Cuando se da el caso de que un turista arriende y conduzca un vehículo, éste pasa a ser el operador del mismo, por lo tanto, las emisiones son atribuidas al país de residencia del turista y no al país de residencia de la empresa arrendadora del vehículo.

1.2.3 CONTABILIDAD DE LAS EMISIONES A LA ATMÓSFERA

Debido a que las emisiones son flujos entre la economía y el ambiente, su contabilidad se realiza mediante los COU-F.

Sin embargo, no es necesario compilar un COU-F completo, ya que el énfasis está puesto en la generación y liberación de sustancias al ambiente. Por lo tanto, el foco está puesto en determinar un ámbito apropiado para la medición de las emisiones al aire, para que ésta se ajuste a las fronteras y ámbitos usados en la elaboración de cuentas económicas.

La Tabla 7 presenta la cuenta de emisiones al aire propuesta en el SCAE 2012. Como se puede apreciar, ésta corresponde a una versión reducida y simplificada del cuadro de oferta y utilización en términos físicos (Tabla 1). No están incluidos los insumos naturales, ni los productos, ya que las emisiones corresponden en su totalidad a residuos.

El COU-F de aire presenta la oferta y utilización a la izquierda y derecha, respectivamente. A diferencia del COU-F general, que presentaba la oferta arriba y la utilización abajo.

En el **cuadro de la oferta** se presenta la generación de emisiones por parte de la industria y los hogares por tipo de sustancia.

Para el caso específico del dióxido de carbono (CO₂) se sugiere que en lo posible se distinga si las emisiones provienen de las quemadas de combustibles fósiles o son resultantes de la biomasa.

Las emisiones procedentes de vertederos controlados, se presentan en la columna de Acumulación, pues corresponden a la liberación de emisiones provenientes de actividades de producción, consumo y acumulación de períodos anteriores. Asimismo, deben ser atribuidas a las unidades de gestión de residuos que operan esos vertederos.

Tipo de sustancias	Cuadro de oferta de emisiones al aire										Cuadro de utilización de emisiones al aire	
	Generación de emisiones									Acumulación	Flujos al ambiente	
	Industrias –Según CIU					Hogares			Emisiones de vertederos	Oferta total de emisiones	Emisiones descargadas al ambiente	Utilización total de emisiones
	Agricultura CIU A	Minería CIU B	Manufacturas CIU C	Transportes CIU H	Otras	Transporte	Calefacción	Otras				
Dióxido de carbono	10 610,3	2 602,2	41 434,4	27 957,0	82 402,4	18 920,5	17 542,2	1 949,1	701,6	204 119,6	204 119,6	204 119,6
Metano	492,0	34,1	15,8	0,8	21,9	2,4	15,5	1,7	222,0	806,3	806,3	806,3
Óxido nitroso	23,7		3,5	0,8	2,6	1,0	0,2	0,1	0,1	32,0	32,0	32,0
Óxidos nitrosos	69,4	6,0	37,9	259,5	89,0	38,0	12,1	1,3	0,3	513,6	513,6	513,6
Hidrofluorocarburos			0,3		0,4					0,7	0,7	0,7
Perfluorocarburos												
Hexafloruro de azufre												
Monóxido de carbono	41,0	2,5	123,8	46,2	66,2	329,1	51,2	5,7	1,1	666,9	666,9	666,9
Compuestos orgánicos volátiles distintos del metano	5,2	6,5	40,0	16,4	27,2	34,5	29,4	3,2	0,9	163,3	163,3	163,3
Dióxido de azufre	2,7	0,4	28,0	62,4	8,1	0,4	0,4	0,1	0,0	102,5	102,5	102,5
Amoniaco	107,9		1,7	0,2	0,9	2,3	11,4	1,2	0,2	125,9	125,9	125,9
Metales pesados												
Contaminantes orgánicos persistentes												
Partículas (incluido PM10 y polvo)	7,0	0,1	8,5	9,3	4,4	6,0	2,8	0,5	0,0	38,5	38,5	38,5

TABLA 7. CUENTA DE EMISIONES AL AIRE (TONELADAS), MARCO CENTRAL SCAE 2012

Fuente: Naciones Unidas et al. 2014.

Con respecto a las emisiones de los hogares, éstas deben ser desagregadas según su finalidad, a saber: transporte, calor y otros), pudiendo agregarse otras finalidades según la necesidad de análisis y la información disponible.

Como se mencionó, la parte de la derecha corresponde al **cuadro de utilización**, que presenta la descarga de emisiones al aire, en la columna de los flujos al ambiente.

1.2.4 PROBLEMAS EN LA MEDICIÓN DE EMISIONES

Los principales problemas que pueden aparecer al momento de elaborar las cuentas de emisiones a la atmósfera tienen relación con las fronteras ambientales y económicas y el ámbito de las cuentas ambientales.

A continuación, se señalan algunos de los problemas que se pueden enfrentar al elaborar las cuentas de aire.

a) Emisiones generadas por unidades económicas no residentes:

Cuando una unidad económica realiza actividades en otros países generará emisiones, las cuales deben ser consideradas en la contabilidad del país de residencia de quien las genere. Es decir, las emisiones generadas por unidades económicas no residentes deben ser excluidas de las cuentas de emisiones del país donde son emitidas. Asimismo, en las cuentas de ese país deben ser incluidas las emisiones generadas por unidades económicas residentes, aunque éstas hayan ocurrido en territorio extranjero.

b) Emisiones que cruzan fronteras de países:

Debido a la naturaleza de las emisiones en relación a sus características físicas y químicas, es posible que en algunos casos las emisiones descargadas en el aire de un país se trasladen a la atmósfera del territorio de otro país. Estos flujos quedan fuera del ámbito de las cuentas de emisiones al aire, pues ocurren dentro del ambiente, es decir, no cruzan la frontera económica.

c) Captación de carbono en el ambiente:

Siguiendo la línea de la frontera económica, las captaciones de gases en el ambiente, como por ejemplo el carbono fijado por la tierra o los bosques, no son incluidas en las cuentas de aire, pues ocurren dentro del ambiente, sin cruzar la frontera económica.

d) Alcance del ámbito de las cuentas de emisiones al aire:

Se incluyen en las cuentas las emisiones que son resultado directo de procesos de producción económica, tales como emisiones del ganado debido a la digestión (principalmente el metano), emisiones de la tierra como consecuencia del cultivo u otras perturbaciones, por ejemplo, como consecuencia de la construcción o limpieza de terrenos.

Se excluyen las emisiones derivadas de procesos naturales: tales como incendios forestales y de pastizales no intencionados, y los procesos metabólicos humanos que no son consecuencia directa de la producción económica.

e) Emisiones secundarias:

La combinación en la atmósfera de emisiones procedente de diversos procesos productivos queda excluida de las cuentas de emisiones al aire, siguiendo el principio de frontera económica, pues ocurren en su totalidad en el ambiente.

f) Emisiones provenientes de actividades económicas:

- Las quemaduras y fugas de partículas y residuos gaseosos al aire que forman parte del proceso de extracción de gas natural y petróleo crudo sí son incluidas en las cuentas de aire, pues ocurren dentro de la frontera de producción.
- Las emisiones de estiércol recogido y distribuido en tierras agrícolas también son incluidas en las cuentas, pues se considera una dispersión de un producto.
- Las emisiones al aire generadas por industrias y hogares deben medirse al momento en que salen del establecimiento, es decir, después de haber pasado cualquier filtro, proceso o tecnología reductora de emisiones.
- Con respecto a los vertederos, solamente corresponde registrar aquellas emisiones que salen del establecimiento, es decir los flujos que ocurran dentro del establecimiento, por ejemplo, captura de gas metano para producir energía, quedan fuera del alcance de las cuentas de emisiones.

g) Atribución de las emisiones al aire:

- En el caso de bienes durables como automóviles, las emisiones deben ser atribuidas según la naturaleza de la actividad en que son usados. Por ejemplo, un automóvil utilizado para transporte privado debe atribuirse a hogares, mientras que uno utilizado en la entrega de bienes por un minorista debe atribuirse al sector de comercio minorista.
- Las emisiones de residuos sólidos de los vertederos, en general, no se relacionan directamente con el ingreso de residuos sólidos y otros materiales durante el período contable en curso, sino que provienen de la acumulación a lo largo del tiempo. Por esta razón, puede ser de interés considerar solo las emisiones generadas por las actividades cotidianas de los vertederos (ej. quema de combustibles de camiones y maquinaria), dejando de lado las provenientes de residuos pues no pueden relacionarse directamente con el año en curso.

1.2.5 RELACIÓN CON OTROS MARCOS CONTABLES

Las emisiones al aire son de especial interés en diversos ámbitos debido principalmente a la relación de las emisiones de dióxido de carbono y otros GEI con el cambio climático. Por esta razón, ya existen otros marcos internacionales que contemplan su contabilidad y con los cuales existen estrechos paralelismos.

El primero corresponde a la contabilidad del volumen de emisiones auspiciada por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC). El principal ajuste que hay que hacer entre dichos datos recopilados y las cuentas de aire se relaciona con el principio de residencia que posee el SCAE 2012. En

este sentido, hay que hacer modificaciones para aplicar el principio de residencia con respecto a las emisiones realizadas por residentes en el extranjero y no residentes dentro del territorio nacional, específicamente en los siguientes temas: transporte terrestre, aéreo y acuático, y embarcaciones de pesca que operan en el extranjero.

El segundo tiene relación con otras cuentas del mismo SCAE 2012, a saber, las cuentas de energía. Esto debido a que la quema de combustibles fósiles es una de las principales fuentes de emisiones de dióxido de carbono y otros GEI. De esta manera, es habitual que la compilación de algunos elementos de las cuentas de emisiones al aire se base en datos de las cuentas de energía.

2 EXPERIENCIA RELEVANTE EN ELABORACIÓN DE CUENTAS AMBIENTALES

A nivel internacional existe una amplia gama de implementaciones de cuentas ambientales. Esto debido principalmente a dos razones:

- 1) El SCAE puede ser implementado de manera modular en base a los requerimientos de cada país, por lo tanto, no todas las implementaciones hasta la fecha son iguales.
- 2) Previo al establecimiento del SCAE como estándar internacional, existió el Manual de Contabilidad Ambiental y Económica Integrada, conocido como SCAEI (en sus versiones de 1993 y 2003) en los cuales se presentaba una estructura provisional de cómo se debían realizar las cuentas ambientales, para las cuáles además existían diversas alternativas metodológicas.

A continuación, se presentan los principales hallazgos con respecto a la implementación de cuentas ambientales de emisiones a la atmósfera a nivel internacional. El análisis parte con la experiencia de países de la OCDE (2.1), puesto que tienen bastante avanzado en la materia. Adicionalmente se incluye el caso de dos países latinoamericanos (2.2). Asimismo, se incluye un breve análisis sobre la experiencia que posee Chile en la elaboración de cuentas ambientales (2.3).

2.1 EXPERIENCIA PAÍSES OCDE

La OCDE (OECD, 2014) realizó una revisión en materia de cuentas de emisiones a la atmósfera en sus países miembro. Al respecto, evidenció que existen grandes diferencias, ya que los países de la Unión Europea están obligados a compilar cuentas ambientales, mientras que los países fuera de la Unión Europea poseen diversas realidades, algunos compilan de acuerdo a los estándares europeos, mientras que otros no han avanzado en el tema.

Asimismo, reconoce que las cuentas de emisiones a la atmósfera son relevantes para la estrategia de crecimiento verde de la OCDE y para el trabajo en desempeño ambiental e integración de políticas. De igual forma, los formularios de las cuentas de emisiones a la atmósfera deben ser construidos tomando en consideración datos existentes ya disponibles y/o enviados por los países miembro a la OCDE o a Eurostat⁷.

2.1.1 PAÍSES DE LA UNIÓN EUROPEA

En la comunidad europea existe una regulación sobre contabilidad económica ambiental europea (Regulación 691/2011), la cual establece un marco común para la recolección, compilación, transmisión y evaluación de cuentas económicas ambientales, con el fin de establecer cuentas económicas ambientales como cuentas satélite del Sistema Europeo de Contabilidad⁸. Para esto se establecen metodologías, estándares comunes, definiciones, clasificaciones y reglas de contabilidad para ser usadas al momento de compilar cuentas económicas ambientales.

⁷ Eurostat corresponde a la Oficina Estadística Europea.

⁸ El sistema europeo de contabilidad (ESA por sus siglas en inglés) incluye las cuentas nacionales y regionales de los países miembros y es totalmente compatible con el Sistema de Cuentas Nacionales (SNA por sus siglas en inglés) propuesto por las Naciones Unidas.

La Eurostat posee un **manual para la contabilidad de emisiones al aire**⁹. En su última versión (European Union, 2015) se explican las relaciones de este sistema con el propuesto por el SCAE 2012. En ella se reconoce que la metodología de las cuentas de emisiones al aire (AEA por sus siglas en inglés) está en la misma línea que la propuesta por el SCAE por lo tanto se encuentra dentro de la contabilidad de los flujos físicos. Asimismo, menciona que las cuentas de emisiones al aire constituyen una simplificación de la tabla de oferta que registra datos de flujos de residuos que se originan en las distintas actividades económicas (actividades de producción de la industria y actividades de consumo de hogares).

Fundamentos conceptuales

Con respecto a las emisiones a la atmósfera, la cuenta de emisiones al aire reconoce como emisiones a todos aquellos flujos físicos gaseosos o de material particulado que se originan en el sistema económico (procesos de producción, consumo y acumulación) que son liberados a la atmósfera y que se mantienen suspendidos en el aire por un período de tiempo sustancial. La mayoría de estos residuos están en estado gaseoso, salvo las partículas pequeñas (MP 2,5 y MP 10) y metales pesados que son sólidos suspendidos en la atmósfera y que tienen un comportamiento similar a los gases.

Al igual que en el SCAE, la cuenta de emisiones al aire se basa en el sistema de cuentas nacionales, sin embargo, aquí se hace referencia al Sistema de Contabilidad Europeo (ESA por sus siglas en inglés) en su versión del año 2010 (ESA 2010). Se utiliza la clasificación NACE para industrias, NACE Rev.2, la cual es un símil a la clasificación CIIU utilizada por el SCAE.

Las cuentas de emisiones al aire también utilizan el principio de residencia que usan las cuentas nacionales y el SCAE, es decir, se contabilizan las emisiones independientemente de donde ocurran, lo que implica que son adjudicadas al país donde reside la industria que la emita (Figura 3).

Es necesario destacar que los totales nacionales de las cuentas de emisiones al aire pueden diferir con los totales definidos en los inventarios de emisiones. Esto debido a dos aspectos: a) diferencias entre el principio de residencia y de territorialidad; y b) la definición y el alcance de los totales definidos en los inventarios de emisiones (por ejemplo, emisiones de transporte aéreo internacional son excluidas de los totales de los INGEI).

⁹ Manual for Air Emissions Accounts (AEA).

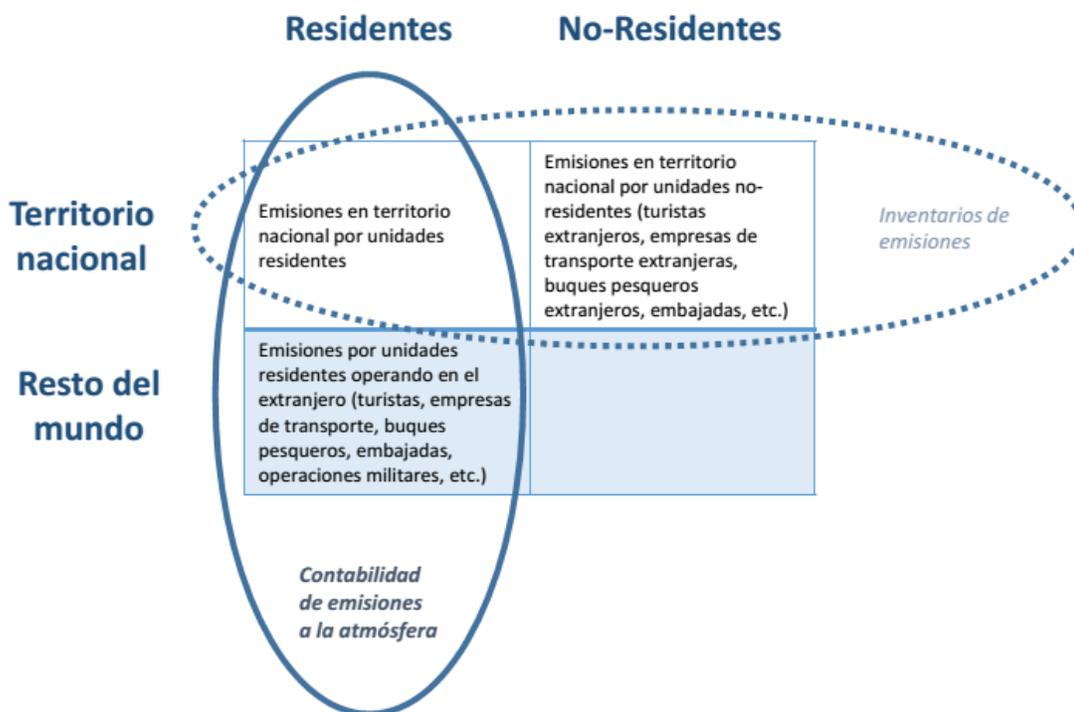


FIGURA 3. DIAGRAMACIÓN PRINCIPIOS DE RESIDENCIA Y DE TERRITORIALIDAD

Fuente: European Union, 2015

Si bien existen similitudes entre los inventarios de emisiones y las cuentas de emisiones a la atmósfera, tales como que ambos se enfocan en registrar emisiones antropogénicas (emisiones a la atmósfera provocadas por el hombre), dejando excluidas las emisiones de fuentes naturales (volcanes, incendios forestales, etc.), existen también tres tipos de diferencias: el rango de las fuentes de emisiones que son consideradas y los principios subyacentes; la cobertura de sustancias; y la forma en que los totales nacionales son derivados o definidos.

Recolección de datos

Los **datos de emisiones al aire** se recogen a través de un cuestionario en formato Excel elaborado por Eurostat. El primer cuestionario fue enviado en el año 2000. En ese entonces se preguntaron datos sobre 14 contaminantes, 60 industrias (clasificación NACE rev. 1) y tres categorías de consumo de hogares, para datos desde el año 1995. El año 2002 el cuestionario fue mejorado, priorizando contaminantes: 1) GEI (CO₂, N₂O, CH₄, HFC, PFC and SF₆), 2) contaminantes del aire (NO_x, CO, COVNM, SO₂, NH₃) y 3) metales pesados en el aire.

La última actualización de este cuestionario¹⁰ corresponde al año 2015, y en la actualidad recopila información sobre 14 sustancias (GEI y contaminantes del aire) y 64 industrias (clasificación NACE rev. 2), a partir del año 2008. De esta manera, los datos de la industria publicados por Eurostat están clasificados según NACE rev. 1 para el período 1995-2008, y según NACE rev. 2 para los años comprendidos entre el 2008 y 2014. La Tabla 8 presenta un resumen de las sustancias recopiladas y sus unidades de medida. Eurostat garantiza que los datos reportados como confidenciales, no serán publicados.

CÓDIGO	SUSTANCIAS GASEOSAS O PARTICULADAS	UNIDAD DE MEDIDA
CO ₂	Dióxido de carbono sin emisiones por biomasa	1000 toneladas métricas
CO ₂ de biomasa	Dióxido de carbono de biomasa utilizada como combustible	1000 toneladas métricas
N ₂ O	Óxido nitroso	Toneladas métricas
CH ₄	Metano	Toneladas métricas
HFC	Hidrofluorocarbonos	Toneladas métricas CO ₂ -eq
PFC	Perfluorocarbonos	Toneladas métricas CO ₂ -eq
SF ₆	Hexafluoruro de azufre	Toneladas métricas CO ₂ -eq
NO _x	Óxidos nitrosos	Toneladas métricas NO ₂ -eq
SO _x	Óxidos de azufre	Toneladas métricas SO ₂ -eq
NH ₃	Amoníaco	Toneladas métricas
COVNM	Compuestos orgánicos volátiles no metálicos	Toneladas métricas
CO	Monóxido de carbono	Toneladas métricas
PM 10	Material particulado < 10 µm	Toneladas métricas
PM 2,5	Material particulado < 2,5 µm	Toneladas métricas

TABLA 8. SUSTANCIAS GASEOSAS O PARTICULADAS CONSIDERADAS EN LA METODOLOGÍA DE CUENTAS DE EMISIONES AL AIRE.

Fuente: European Union, 2015

Es importante destacar que en las cuentas de emisiones al aire se separan las emisiones de **CO₂ comunes**, de las emisiones de CO₂ provenientes de biomasa, debido a que las últimas no están incluidas en los totales de los inventarios de la CMNUCC. Al tratarse el CO₂ proveniente de biomasa como una sustancia aparte, éste no es considerado en el total del CO₂ común.

Cada uno de los tres **grupos de gases F (HFC, PFC, SF₆)** incluye varios compuestos con distintos potenciales de calentamiento global. Por esta razón, estos tres grupos se reportan en toneladas métricas de CO₂ equivalentes, para poder compararlos.

¹⁰ Air Emissions Accounts Questionnaire 2015 (ver. 2 of 01/09/2015)
<http://ec.europa.eu/eurostat/web/environment/methodology>

Los **óxidos nitrosos** contienen al óxido nítrico (óxido de nitrógeno NO) y al dióxido de nitrógeno (NO₂).

Los **óxidos de azufre (SO_x)** comprenden todos los compuestos de azufre, expresados como el dióxido de azufre (incluidos el trióxido de azufre (SO₃), el ácido sulfúrico (H₂SO₄), y compuestos de azufre reducido, tales como el ácido sulfhídrico (H₂S), tioles y sulfuro de dimetilo, etc.).

El **material particulado** es un contaminante del aire que consiste en una mezcla de partículas suspendidas en el aire. Estas partículas difieren en propiedades físicas (tales como tamaño y forma) y su composición química.

Los **compuestos orgánicos volátiles no metálicos (COVNM)** corresponden a todos los compuestos orgánicos de naturaleza antropogénica, distintos del metano, que son capaces de producir oxidantes fotoquímicos por reacciones entre óxidos nitrosos en la presencia de luz solar.

El **CO₂ de biomasa** incluye emisiones de las maderas, los residuos de la madera, carbón vegetal, bioalcohol, licor negro, gas de vertederos, residuos domiciliarios, etc. utilizados como combustible.

Como parte de las obligaciones se debe acompañar cada envío de datos con un reporte de calidad, el cual cubre al menos los siguientes aspectos: a) relevancia, b) precisión, c) actualidad y puntualidad, d) accesibilidad y claridad, e) comparabilidad y coherencia.

Al final del cuestionario que debe ser completado para la recolección de los datos, existen unas celdas denominadas "Bridging items" (Tabla 9), las cuales pueden ser traducidas como "elementos de cuadratura", cuya finalidad es poder vincular los totales de las cuentas de emisiones al aire con las emisiones reportadas a la CMNUCC (inventario de GEI) /CLRTAP (inventario de contaminantes al aire), según corresponda.

BRIDGING ITEMS		
1		Total cuentas emisiones al aire (industria + hogares)
1		Menos residentes nacionales en el extranjero
2		- Transporte terrestre
2		- Transporte marino (incluidos buques pesqueros)
2		- Transporte aéreo
1		Más no-residentes en el territorio
2		+ Transporte terrestre
2		+ Transporte marino (incluidos buques pesqueros)
2		+ Transporte aéreo
1		(+ o -) Otros ajustes y discrepancias estadísticas
1		= Total de emisiones de contaminante X como reportadas a la CMNUCC/CLRTAP

TABLA 9. DETALLE ELEMENTOS DE CUADRATURA O "BRIDGING ITEMS"

Fuente: European Union, 2015

La Tabla 10 explica brevemente cada uno de estos elementos de cuadratura recién mencionados. Para mayor detalle se sugiere revisar el Anexo 3 del Manual para las Cuentas de Emisiones al Aire de Eurostat (European Union, 2015).

Elementos de cuadratura (bridging items)	Descripción
Total cuentas emisiones al aire (industria + hogares)	Esto cubre las emisiones de las unidades residentes, tanto de las actividades productivas como del consumo de hogares. Se incluye las emisiones causadas por actividades de residentes operando en el extranjero y se excluyen las emisiones causadas por no-residentes en el territorio nacional. Los totales de CO ₂ excluyen el CO ₂ por biomasa, el cual es tratado como un contaminante aparte en las cuentas de emisiones al aire.
Menos residentes nacionales en el extranjero - Buques pesqueros nacionales - Transporte terrestre - Transporte marino - Transporte aéreo	Emisiones por unidades residentes en el extranjero (por tipo de transporte) son descontadas
Más no-residentes en el territorio + Transporte terrestre + Transporte marino + Transporte aéreo	Todas las emisiones por unidades no-residentes en el territorio tienen que ser sumadas, ya que ellas son consideradas en los totales nacionales de los inventarios de emisiones (CMNUCC y CLRTAP). CMNUCC y CLRTAP excluyen en parte la aviación internacional y el transporte marítimo internacional, por lo que solo se debe registrar la diferencia.
(+ o -) Otros ajustes y discrepancias estadísticas	En caso de ser necesario, reportar cualquier otra diferencia. Esto podría ser por ejemplo el uso de factores de emisión distintos de los usados en el inventario nacional de emisiones o ciertos problemas de asignación.
= Total de emisiones de contaminante X como reportadas a la CMNUCC/CLRTAP	Los totales, tal como reportados en los inventarios nacionales y enviados a CMNUCC/CLRTAP. Los totales de CO ₂ en los inventarios CMNUCC excluyen las emisiones de CO ₂ por biomasa.
Año de envío a CMNUCC/CLRTAP	Año de envío del inventario CMNUCC/CLRTAP utilizado para completar los campos anteriores. Generalmente el mismo año en que es completado el cuestionario de las cuentas de emisiones al aire.

TABLA 10. BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE CUADRATURA O “BRIDGING ITEMS”

Fuente: European Union, 2015

Metodologías

Al momento de escoger datos primarios y metodologías para la compilación de cuentas de emisiones a la atmósfera, se debe dar prioridad a los conjuntos de datos y técnicas de compilación que posean la mejor calidad y la mayor precisión, tomando en consideración la disponibilidad, circunstancias nacionales y recursos disponibles. A los compiladores de cuentas se les incentiva ser selectivos, es decir que escojan y combinen bases de datos y metodologías en la medida que sean preferibles dadas las circunstancias nacionales. Se les aconseja además que cometan ninguna omisión ni doble contabilidad.

Sin importar la aproximación escogida, las emisiones deben ser reportadas para el período en que son emitidas.

En principio las emisiones al aire son estimadas y no medidas directamente. En general los modelos de emisión se centran en la idea de multiplicar cierto dato de actividad por un factor de emisión específico.

$$\text{Emisiones (E)} = \text{Datos de actividad (DA)} * \text{Factor de Emisión (FE)}$$

Las estadísticas de energía constituyen con creces la mayoría de las variables de actividad utilizadas. En Europa, cerca del 90% de las emisiones al aire más prominentes (e.g. CO₂, SO_x, NO₂), son consecuencia de la combustión de combustibles fósiles y renovables. Para algunos contaminantes, las emisiones no provenientes de la energía también son cuantitativamente significativas, por ejemplo, las emisiones de metano de la agricultura y las emisiones de COVNM de los procesos industriales. Para las emisiones al aire no relacionadas a la energía, se puede utilizar una variedad de estadísticas como variables de actividad, por ejemplo, cantidad de ganado, volúmenes de producción, etc. Muchos de estos datos de actividad potencial corresponden a estadísticas oficiales. Por lo tanto, es de suma importancia la cooperación entre los expertos en inventarios y los productores de estadísticas oficiales.

En algunos casos, en particular en las emisiones del transporte, es probable que los cálculos sean mucho más complejos que lo sugerido en el modelo básico presentado anteriormente. Los datos de actividad (uso de energía) tienen que ser desagregados en base a, por ejemplo, tipo de planta de energía, tipo de combustible, tecnología de combustión, clase de vehículo y tecnología de abatimiento (e.g. convertidor catalítico, filtros en plantas de energía e incineradores de residuos). Los datos de energía pueden entonces ser combinados con sus correspondientes factores de emisión, los cuales son específicos para un contaminante y por tipo de dimensión mencionada anteriormente (tipo de combustible, tecnología de combustión, clase de vehículo, etc.).

Los compiladores de las cuentas de emisiones al aire deben asegurarse que los datos de actividad son convertidos a una unidad compatible con el factor de emisión utilizado. Para datos de energía, es a menudo necesario convertir las unidades físicas en contenido energético, ya que muchos factores de emisión están basados en unidades de energía (TJ o TEP¹¹). Los factores de conversión debiesen estar disponibles en las estadísticas de energía.

En la medida de lo posible los compiladores de cuentas de emisiones al aire debiesen usar los mismos factores utilizados en los inventarios de emisiones nacionales. De lo contrario, ocurrirán errores sistemáticos al momento de intentar cuadrar los totales de las cuentas de emisiones al aire a los totales de los inventarios de emisiones nacionales.

¹¹ El valor de una tonelada equivalente de petróleo (TEP o TOE por sus siglas en inglés) equivale a la energía que rinde una tonelada de petróleo. Si bien ésta varía dependiendo de la composición química del mismo, se ha llegado al valor convencional de: 41.868.000.000 J (julios) = 11.630 kWh (kilovatios-hora).

Asimismo, hay que tener en cuenta que los factores de emisión están siendo actualizados regularmente, debido a las mejoras en el conocimiento y a los cambios en la composición de los combustibles y en las técnicas de combustión.

Si se utilizan datos de actividad de energía, se debe prestar especial atención al uso de combustibles para fines no energéticos, por ejemplo, como catalizadores en procesos industriales (i.e. todas las variables de actividad de energía usadas más allá del código 1A de la clasificación CRF/NFR¹²). La cantidad precisa de energía debe ser separada y sustraída del set de datos. Debido a que este puede ser un proceso muy complicado, es necesario trabajar de cerca con el personal a cargo de los inventarios de emisiones nacionales, para evitar introducir problemas las cuentas de emisiones al aire, como la doble contabilidad, omisión u otro error sistemático.

Las emisiones fugitivas (código 1B de la clasificación CRF/NFR¹³) aparecen de los usos de combustibles y los inventarios. Generalmente solo existe estadística de energía proveniente de datos de usos de combustible. Para esto se debe investigar cuidadosamente las circunstancias nacionales con los compiladores de estadísticas de energía e inventarios de emisiones, con el fin de asegurar que se están considerando para las cuentas de emisiones al aire todas las emisiones fugitivas de los usos de combustibles y los inventarios/stocks de combustible.

Para compilar las cuentas de emisiones al aire, se pueden utilizar 3 enfoques distintos, los cuales en la práctica generalmente se mezclan:

1. A partir de datos de los inventarios
2. A partir de datos de energía
3. A partir de sistemas de datos multipropósito

1. A partir de datos de los inventarios

Este enfoque parte de los datos existentes de los inventarios de emisiones reportados al CMNUCC (inventario de GEI)¹⁴ y CLRTAP (inventario de contaminantes del aire)¹⁵ y los reajusta y reacomoda al formato de las cuentas de emisiones al aire, tal como se representa en la Figura 4.

El CMNUCC utiliza la clasificación CRF (Common Reporting Format) y el CLRTAP utiliza la clasificación NFR (Nomenclature for Reporting). Si bien ambas son muy similares, no son completamente idénticas, por lo que

¹² Common Reporting Format y Nomenclature For Reporting, el primero utilizado por CMNUCC y el segundo por CLRTAP.

¹³ Common Reporting Format y Nomenclature For Reporting, el primero utilizado por CMNUCC y el segundo por CLRTAP.

¹⁴ CMNUCC: Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático. Mide las siguientes sustancias: CO₂, N₂O, CH₄, HFCs, PFCs, SF₆, y NF₃

¹⁵ CLRTAP: Convention on Long-range Transboundary Air Pollution, Convención de Contaminación Atmosférica Transfronteriza a Gran Distancia. Mide las siguientes sustancias: NO_x, CO, COVNM, SO_x, NH₃, material particulado, 9 metales pesados y 17 contaminantes orgánicos persistentes (COPs)

los compiladores de cuentas de emisiones al aire deben tratar ambas clasificaciones como variables separadas. Para esto existen tablas de equivalencias establecidas por Eurostat¹⁶.

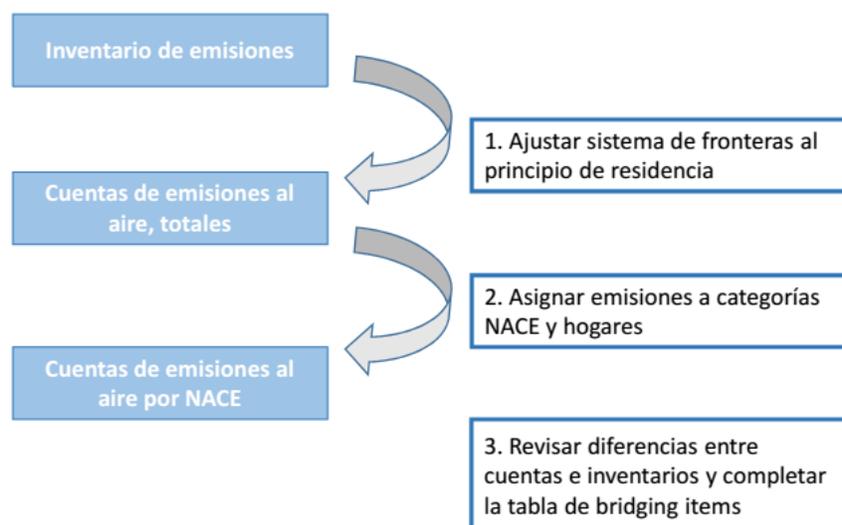


FIGURA 4. ESQUEMA REPRESENTATIVO DEL ENFOQUE A PARTIR DE LOS INVENTARIOS

Fuente: European Union, 2015.

El primer paso en este caso, corresponde a ajustar el sistema de fronteras para poder obtener los totales de las cuentas de emisiones al aire.

El segundo paso (Figura 5) corresponde a asignar cada categoría de fuente del inventario (código CFR o NFR según corresponda) a una actividad de producción de emisiones y/o actividades de consumo privado de hogares.

¹⁶ Annex I (Correspondence between CRF/NFR – NACE Rev.2) to Manual of Air Emissions Accounts (2015 edition) <http://ec.europa.eu/eurostat/web/environment/methodology>

A) Entender la estructura y clasificación de datos de la fuente original de datos

B) Entender cómo se definen y registran las actividades de producción en las tablas de oferta del Sistema Europeo de Contabilidad

C) Desarrollar claves de correspondencia (tablas de homologación) con la ayuda de información auxiliar

FIGURA 5. ASIGNACIÓN DE CLASIFICACIONES DE LOS INVENTARIOS EN ACTIVIDADES DE PRODUCCIÓN DE EMISIONES O CONSUMO DE HOGARES

Fuente: European Union, 2015

La tercera etapa por su parte, corresponde a determinar en detalle las diferencias entre los totales de los inventarios y los totales de las cuentas, junto con asignar a los elementos de cuadratura o bridging ítems. Los pasos 1 y 3 están estrechamente relacionados.

2. A partir de datos de energía

Algunos países toman como punto de partida las estadísticas y balances de energía para compilar las cuentas de emisiones a la atmósfera (Figura 6).

Explicado de manera simple, los compiladores de cuentas de emisiones al aire ajustan y reacomodan los datos de energía de acuerdo a los principios y reglas de cuentas nacionales para obtener las cuentas de energía.

El primer ajuste es realizado para el total de la economía; luego los datos de uso de energía son clasificados según NACE y actividades de consumo de hogares privados. Las cuentas resultantes de energía según NACE son muy similares a las cuentas de flujos físicos de energía¹⁷ (PEFA por sus siglas en inglés). La Tabla C de PEFA es la más adecuada para partir si se considera un enfoque a partir de estadísticas de energía. En caso que esta Tabla esté disponible, no es necesario realizar los puntos 1 y 2 del esquema.

En un tercer paso, las emisiones de la utilización de productos de energía son calculadas según el modelo presentado anteriormente. Para este paso es crucial aplicar el mismo factor de emisión que fue empleado por los compiladores del inventario de emisiones nacionales.

¹⁷ Las cuentas de flujos físicos de energía (PEFA por sus siglas en inglés) constituyen las estadísticas de energía reacomodadas para seguir los principios y reglas contables de las cuentas nacionales. El cuestionario PEFA de Eurostat incluye la Tabla C “Tabla de uso relevante de emisiones”, la cual muestra el uso relevante de emisiones de productos y residuos de energía clasificados por NACE y hogares particulares. Las PEFA han sido desarrolladas siguiendo los principios de marco central de SCAE 2012, y pertenecen al área general de las cuentas de flujos físicos.

En un sentido estricto este enfoque es válido para estimar emisiones provenientes de la combustión de productos de energía. Por esta razón, el paso 4 se preocupa de las emisiones de no combustible. Las emisiones por no-combustión (procesos industriales, agricultura, residuos, etc.) son muy probablemente tomadas de los inventarios de emisiones nacionales y asignadas a actividades económicas en la misma manera que en el enfoque a partir del inventario.

El paso 5 combina ambos, las emisiones por la combustión de combustible y no-combustión.

En un sexto paso, se revisan en detalle las diferencias entre los totales de los inventarios (principio de territorialidad) y los totales de cuentas de emisiones al aire (principio de residencia), y se asignan a los bridging ítems.

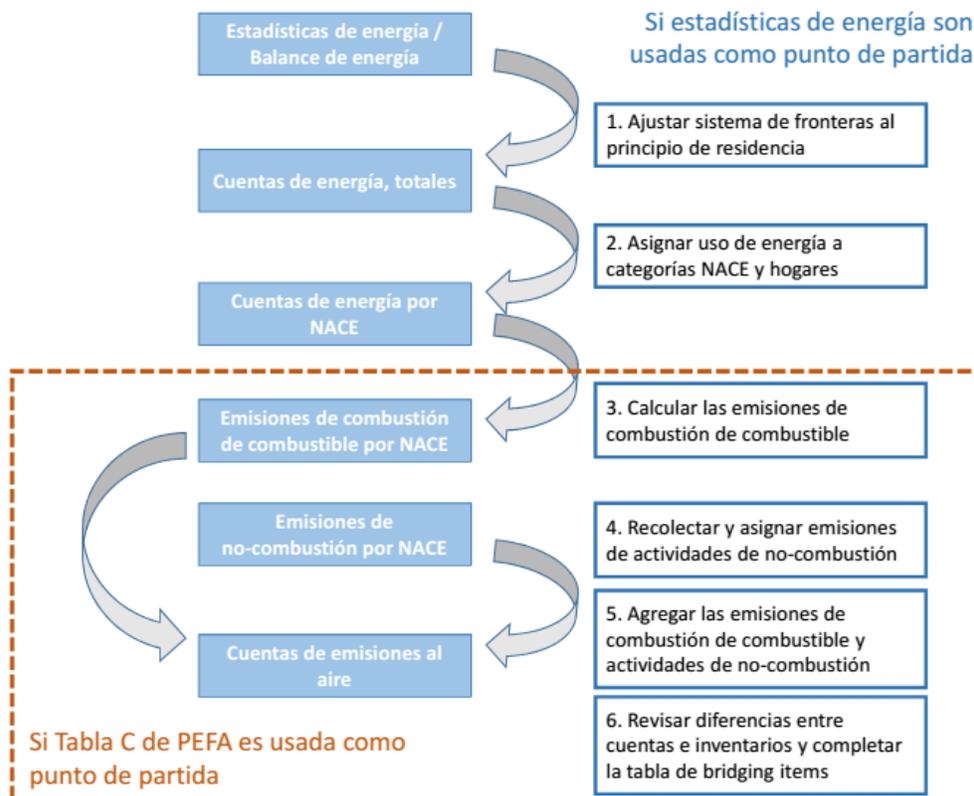


FIGURA 6. ESQUEMA REPRESENTATIVO DEL ENFOQUE A PARTIR DE DATOS DE ENERGÍA

Fuente: European Union, 2015.

3. A partir de sistemas de datos multipropósito

Algunos países, tales como Alemania, Francia y Noruega, han desarrollado un enfoque para partir de sistemas de datos multipropósito. Como se puede apreciar en la Figura, se utilizan sistemas de datos centrales (bases de datos) con datos de emisiones de todo tipo a un nivel muy detallado para poder completar tanto los inventarios de emisiones nacionales y las cuentas de emisiones al aire.

Este sistema permite combinar diferentes partes de la base de datos para cumplir con un principio u otro (Figura 7).

En el caso que las entradas de los datos estén clasificadas según NACE (y hogares) el proceso de elaborar las cuentas de emisiones al aire puede ser bastante sencillo.

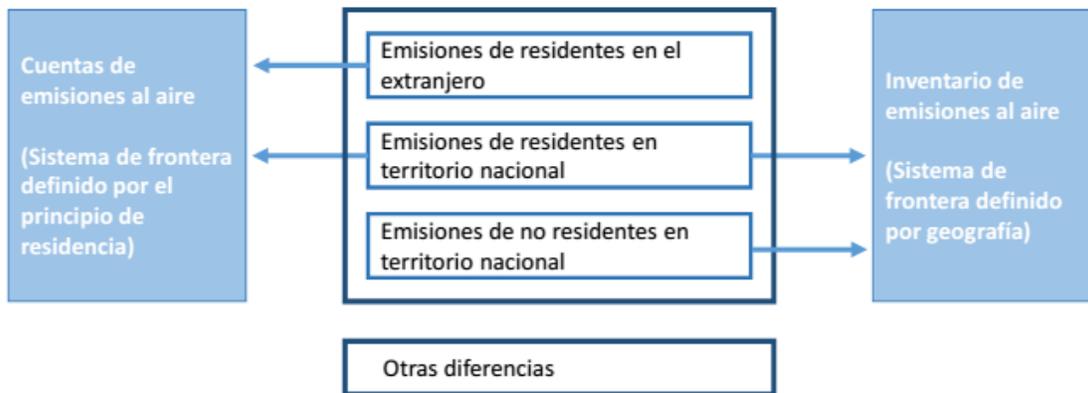


FIGURA 7. ESQUEMA REPRESENTATIVO DEL ENFOQUE A PARTIR DE SISTEMAS DATOS MULTIPROPÓSITO

Fuente: European Union, 2015.

2.1.1.1 ESPAÑA

El caso español se inserta en el contexto regional europeo, en el cual, la política adoptada por el Consejo de la Unión Europea en 2010, contempló la reducción de emisiones de GEI en un mínimo de un 20% al 2020 (a partir de los niveles de 1990). Para lograrlo, se vuelve fundamental contar con una estadística fiable de las emisiones atmosféricas.

En este sentido, la “Estrategia Europea de Contabilidad Ambiental”, planteó necesario hacer la implementación de Cuentas de Emisiones a la Atmósfera, las cuales debían ser producidas con regularidad, de tal manera de ser un sustento para la adopción de políticas en esta materia.

Para esto, la Oficina Estadística Europea (EUROSTAT) desarrolló las Cuentas de Emisiones a la Atmósfera, como parte del Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica Integrada (SCEAI). De esta forma, las Cuentas de Emisiones son consistentes con las Cuentas Económicas Nacionales, utilizando similares conceptos y normas contables, desagregados por ramas de actividad económica y sector Hogares.

La metodología aplicada corresponde a la del SCEAI desarrollado por Naciones Unidas, que constituye el marco conceptual de la Contabilidad Medioambiental (CMA). Asimismo, el Reglamento (UE) N° 691/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo de 6 de julio de 2011 relativo a las cuentas económicas europeas medioambientales, constituyó el marco de referencia de conceptos, definiciones, clasificaciones y normas contables comunes destinado a la elaboración de las Cuentas Medioambientales e incorporó un módulo de esta cuenta, para transmisión anual.

Como una forma de preparar el Sistema Estadístico Español a los requerimientos previstos en el Sistema Estadístico Europeo, el INE (España) elaboró en 2002 las primeras pruebas piloto en la materia, con la serie 1995-2000, y en el año 2006 se publicaron unas nuevas estimaciones, base 2000, de la serie 1990, y 1995-2003.

En cuanto a la metodología, las estimaciones de las Cuentas de emisiones a la atmósfera se realizan a partir de los Inventarios Nacionales de Emisiones a la Atmósfera, elaborados por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, que utilizan la metodología EMEP/CORINAIR desarrollada por la Agencia Europea de Medio Ambiente, con la nomenclatura SNAP (Selected Nomenclature for Air Pollution), que agrupa las emisiones funcionalmente por procesos.

Estos inventarios están constituidos por las emisiones de todas las fuentes en el territorio nacional, independientemente de que se trate de actividades económicas nacionales (principio de residencia) o no. Además, se incluyen las emisiones de agentes no económicos (naturaleza) y la absorción de sustancias por la naturaleza (carbono por la biomasa).

Esto deja en evidencia, que existen considerables diferencias entre los datos del Inventario de Emisiones y los que se necesitan para la elaboración de las Cuentas de Emisiones a la Atmósfera.

De forma general, las características más relevantes de los Inventarios de Emisiones son:

- Los datos sobre emisiones están relacionados con el territorio geográfico del país de referencia
- Los datos de las emisiones se desglosan en clasificaciones orientadas a procesos técnicos

Por el contrario, las características básicas de las Cuentas de Emisiones a la Atmósfera son:

- Deben estar relacionadas con las actividades económicas residentes
- El desglose de los datos debe ser consistente con las clasificaciones adoptadas para las actividades económicas.

Por lo tanto, a la hora de elaborar las Cuentas de Emisiones a la Atmósfera utilizando como fuente de información principal los datos del Inventario Nacional de Emisiones es necesario hacer dos ajustes básicos con los datos del Inventario:

- Las emisiones generadas por las unidades económicas residentes tienen que ser estimadas a partir de las emisiones generadas por todas las fuentes de emisión en el territorio geográfico;
- Los datos de las emisiones del Inventario clasificados conforme a la nomenclatura SNAP deben ser asignados a las ramas de actividades económicas.

De igual forma, para la elaboración de las estimaciones de la Cuenta de Emisiones es necesario adaptar las emisiones a los principios del Sistema de Cuentas Nacionales. En cuanto a la distribución por ramas de actividad y Hogares como consumidores finales, la mayor parte de las categorías de los inventarios se corresponden con una única actividad económica registrada en una rama de actividad, pero en ciertos casos las emisiones deben dividirse en varias ramas (plantas de combustión, transporte y otras). Como las emisiones atmosféricas se distribuyen por ramas de actividad económica siguiendo las normas del sistema de Cuentas Nacionales, las originadas por las actividades secundarias y auxiliares se agrupan con las de la actividad principal de las unidades económicas. En los Hogares como consumidores finales, se consideran las emisiones directas correspondientes al transporte propio, calefacción y otras de carácter secundario.

Teniendo en consideración lo anterior, es que España ha desarrollado sus Cuentas de Emisiones a la Atmósfera, presentando resultados a través de la plataforma virtual del Instituto Nacional de Estadísticas. En su última Nota de Prensa, presentada en Noviembre de 2014, registra la serie contable 2008-2012. Los resultados más relevantes muestran lo siguiente:

- La economía española emitió 341,9 millones de toneladas de gases de efecto invernadero en 2012, un 1,4% menos que en 2011 (Figura 8).
- En el periodo comprendido entre 2008 y 2012 las emisiones se han reducido un 14,7% (Figura 17).
- Los sectores que más redujeron sus emisiones en 2012 fueron Transporte y almacenamiento (-7,9%), Construcción (-6,7%) y Otros servicios (-5,3%). Los hogares, como consumidores finales, disminuyeron un 4,2% sus emisiones (Figura 9).
- Las emisiones de gases de efecto invernadero se debieron, principalmente, al Suministro de energía eléctrica, gas, vapor, aire acondicionado y agua, que concentró el 26,7% del total de emisiones en 2012. Por su parte, la Industria manufacturera emitió un 24,1% del total, y los hogares un 18,8% (Figura 10).

Unidad: millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente (tCO₂e)

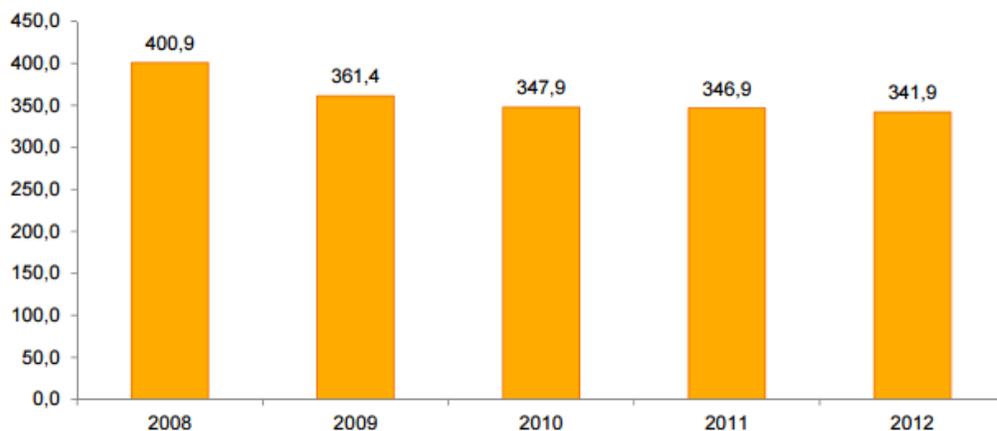


FIGURA 8. GASES EFECTO INVERNADERO – TOTAL EMISIONES, CUENTAS DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA 2008-2012.

Fuente: INE, 2014a.

Unidad: miles de toneladas de dióxido de carbono equivalente (tCO₂e)

	2012	% sobre el total	%variación interanual
Agricultura, ganadería, selvicultura y pesca	43.769,3	12,8	-1,1
Industrias extractivas	3.308,4	1,0	-2,1
Industria manufacturera	82.503,0	24,1	-2,1
Suministro de energía eléctrica, gas, vapor, aire acondicionado y agua	91.298,8	26,7	5,2
Construcción	1.037,7	0,3	-6,7
Transporte y almacenamiento	38.765,4	11,3	-7,9
Otros servicios	17.027,5	5,0	-5,3
Hogares	64.203,6	18,8	-4,2
TOTAL	341.913,7	100,0	-1,4

FIGURA 9. EMISIONES DE GASES EFECTO INVERNADERO POR RAMAS DE ACTIVIDAD ECONÓMICA Y HOGARES, CUENTAS DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA 2008-2012

Fuente: INE, 2014a.

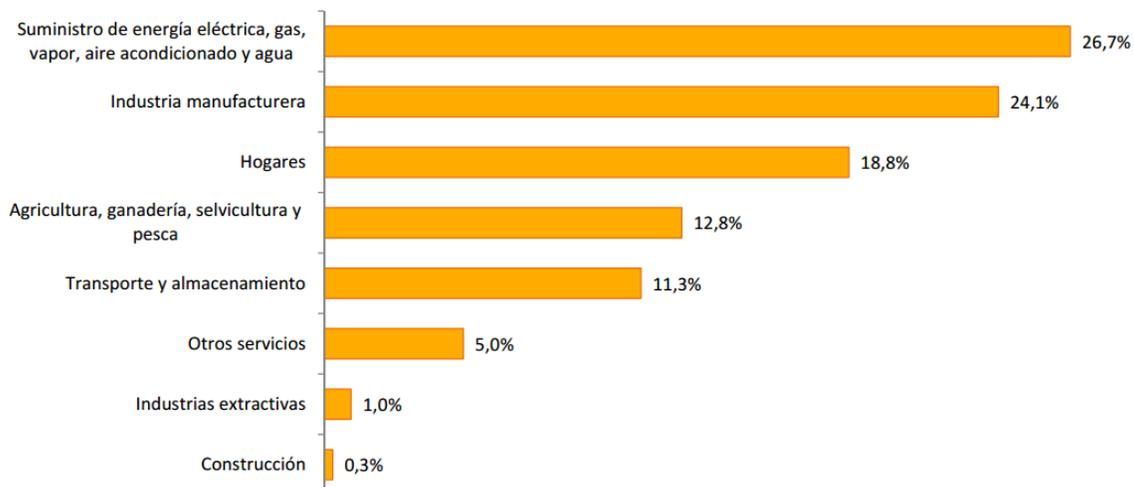


FIGURA 10. EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO – ESTRUCTURA PORCENTUAL EN 2012, CUENTAS DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA 2008-2012

Fuente: INE, 2014a.

2.1.2 PAÍSES FUERA DE LA UNIÓN EUROPEA

En la revisión realizada por la OCDE a sus países miembro pero que no son parte de la comunidad europea, la OCDE reconoce que algunos sí han comenzado a implementar la contabilidad económica ambiental. Ellos los clasifican en tres grupos (Tabla 11): 1) los que siguen los lineamientos propuestos por Eurostat, 2) los que siguen sus propias metodologías para compilar cuentas de emisiones al aire compatibles con el marco central del SCAE, y 3) los que aún no compilan cuentas de emisiones al aire.

GRUPO 1 Países que siguen los lineamientos del Eurostat	GRUPO 2 Países que siguen metodologías propias compatibles con el SCAE	GRUPO 3 Cuentas emisiones al aire no disponibles
Corea Noruega Suiza (solo GEI) Turquía	Australia (solo GEI) Canadá (solo GEI) China (solo SO ₂) Japón	Chile India Israel México Nueva Zelanda* Rusia Estados Unidos

TABLA 11. SITUACIÓN DE CUENTAS DE EMISIONES AL AIRE PARA PAÍSES FUERA DE LA UNIÓN EUROPEA

* Nueva Zelanda aparece en este listado, puesto que si bien realizó un primer ejercicio de cuentas ambientales de aire, éste quedó solo en eso y no fue actualizado.

Fuente: OECD, 2014

2.1.2.1 COREA

Corea es uno de los países que sigue los lineamientos propuestos por Eurostat. De esta manera, en 2007 publicaron sus tablas NAMEA- Aire, donde seleccionaron 12 contaminantes (CO₂, N₂O, CH₄, HFCs, PFCs, SF₆, SO_x, NO_x, CO, COV, PM₁₀ and NH₃) para las principales industrias (manufacturas, electricidad y gas y transporte). Este trabajo fue actualizado el año 2011. Corea utiliza los inventarios como punto de partida para la compilación de las cuentas de emisiones al aire. Estas cuentas son consideradas estadísticas oficiales del país.

2.1.2.2 NORUEGA

Statistics Norway tiene un proyecto llamado NOREEA (Cuentas Económicas y Ambientales de Noruega) centrado en desarrollar cuentas económicas y ambientales integradas en Noruega. Como parte de este proyecto, se han computado las cuentas de emisiones al aire para el período 1995-2011, basados en un enfoque a partir de sistema de datos multipropósito (energía/inventarios), disponibles en el sitio web de Eurostat¹⁸.

2.1.2.3 SUIZA

La Oficina Federal de Estadísticas (FSO por sus siglas en inglés) compiló las cuentas de emisiones al aire siguiendo los lineamientos de Eurostat. Estas cuentas están disponibles solo para GEI, y los datos están disponibles desde el año 2000 en adelante, con un alto nivel de desagregación industrial, y desde el año 1990 en adelante, para datos con mayor nivel de agregación¹⁹.

2.1.2.4 AUSTRALIA

La Oficina de Estadísticas de Australia (Australian Bureau of Statistics - ABS) reunió un amplio grupo de investigaciones, herramientas y cálculos realizados por ministerios australianos y agencias internacionales. El objetivo central fue combinar esas investigaciones para determinar la disponibilidad de datos compatible con el marco central del SCAE 2012 con el fin de medir el crecimiento verde en Australia.

La ABS está enfocada principalmente en cuentas de agua y tierra. Sin embargo, las cuentas de emisiones de GEI, basadas en el enfoque a partir de datos de energía y que siguen el marco central del SCAE, son parte de las Cuentas Ambientales y Económicas de Australia 2014. No existe disponibilidad de datos para desagregación por tipo de GEI²⁰.

¹⁸ http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/environmental_accounts/data/database

¹⁹ <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/fr/index/themen/02/05/blank/data/03/02.html>

<http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/en/index/themen/02/22/publ.html?publicationID=3869>

²⁰ [http://www.ausstats.abs.gov.au/ausstats/subscriber.nsf/0/9240F3B9C3E389BDCA257CAE0013A001/\\$File/46550_2014.pdf](http://www.ausstats.abs.gov.au/ausstats/subscriber.nsf/0/9240F3B9C3E389BDCA257CAE0013A001/$File/46550_2014.pdf)

2.1.2.5 CANADÁ

Canadá es uno de los países que más ha avanzado en la implementación de cuentas ambientales bajo el marco central del SCAE 2012. Este país desarrolló e implementó un comprensivo programa de trabajo en contabilidad ambiental. El proyecto MEGS (Midiendo Bienes y Servicio Ambientales) es una iniciativa separada enfocada en desarrollar cuentas ecosistémicas e indicadores. Canadá produce cuentas de GEI siguiendo el SCAE, las cuales están disponibles a nivel total en la Tabla CANSIM 153-0034 y desagregadas por gas a pedido²¹. El Inventario Nacional de Emisión de Contaminantes (NPRI por sus siglas en inglés) puede ser utilizado como fuente de datos para desarrollar cuentas compatibles con el SCAE para otros contaminantes atmosféricos.

El organismo encargado de elaborar las cuentas ambientales es Statistics Canada, generando cuentas de stocks de combustibles fósiles, minerales, madera; y cuentas de flujos para GEI y energía. Los resultados de las cuentas son difundidos a través de publicaciones y bases de datos electrónicas en su sitio web (Statistics Canada, 2015c).

Las cuentas ambientales y de recursos presentan estadísticas que describen 1) el tamaño del stock de recursos naturales de Canadá y su contribución a la riqueza nacional; 2) la extracción de esos recursos y su disposición entre las industrias, los hogares, el gobierno y el resto del mundo; 3) la generación de residuos (líquidos, sólidos y gaseosos) por industria, hogares, el gobierno y el manejo de esos residuos; 4) los gastos por industria, hogares y el gobierno con propósitos de protección ambiental. Todas estas cuentas son compatibles con el SCN en la medida de lo posible (Statistics Canada, 2015c).

Tal como están definidas por Statistics Canada (2015c), las **cuentas de stock de recursos naturales** miden la cantidad disponible de recursos naturales (combustible, gas natural, minerales y madera) y el cambio anual de esos stocks debido a procesos naturales y la actividad humana. Están medidas en unidades físicas y monetarias y constituyen la base para estimar la riqueza natural del país. No se contabiliza la totalidad de recursos naturales, sino que solo aquella que se tiene un alto nivel de seguridad de existencia y aquella que puede ser extraída con fines comerciales. En el caso de la madera, se consideran aquellos bosques que son accesibles para explotación, donde crecen especies comerciales en períodos de tiempo razonables, y donde la tala está permitida.

En cuanto a las cuentas de flujos de materiales y energía, éstas miden los flujos de recursos naturales y residuos entre la economía y el ambiente, en términos físicos solamente. Estas cuentas están relacionadas directamente con las cuentas input-output, lo que permite calcular importantes indicadores de la intensidad en el uso de recursos y generación de residuos provocada por la actividad económica. Se mide la cantidad física de recurso utilizado o residuo producido por unidad de actividad económica (p.ej. toneladas de dióxido de carbono emitido por miles de dólares de electricidad producida), de esta manera se puede identificar la carga que se genera en el medio ambiente por actividad económica.

En cuanto a las **cuentas de flujos físicos**, éstas están divididas en cinco secciones: cuentas de energía, cuentas de gases efecto invernadero, cuentas de agua, flujos físicos por categoría de demanda final, e intensidad directa e indirecta (Statistics Canada, 2014). Este conjunto de cuentas reúne datos anuales de los flujos de

²¹<http://www5.statcan.gc.ca/cansim/a26?lang=eng&retrLang=eng&id=1530034&paSer=&pattern=&stByVal=1&p1=1&p2=50&tabMode=dataTable&csid=>

recursos naturales, productos y residuos entre la economía canadiense y el ambiente. Los datos son presentados para reflejar las actividades de la industria, los hogares y el gobierno, siguiendo la clasificación del sistema utilizado en las cuentas input-output de Canadá (Statistics Canada, 2015a).

La implementación de las cuentas de flujos físicos se ha centrado principalmente en algunos elementos del cuadro de oferta y utilización en términos físicos (COU-F), en vez de elaborarlo en detalle siguiendo la estructura propuesta por el SCAE 2012. Dependiendo del tema, se puede enfocar en la producción de estadística de la oferta (en el caso de las emisiones de CO₂) o de la utilización (en el caso del uso de agua y energía). Se tomó esta opción en vista de producir estadísticas de manera más eficiente y maximizar la utilidad de los datos (Statistics Canada, 2015a).

En la actualidad, estos datos se utilizan para modelación ambiental-económica, estudios de eco-eficiencia e intensidad de recursos y residuos, indicadores ambientales, y para negociaciones comerciales relacionadas a impactos ambientales. Su compatibilidad con el sistema de cuentas nacionales facilita en gran medida la integración de los datos ambientales con modelos y análisis macroeconómicos (Statistics Canada, 2015a).

Con respecto a las cuentas de GEI, éstas son revisadas cada vez que se realiza un inventario nacional de gases efecto invernadero, generalmente relacionadas a modificaciones en los métodos por parte de la CMNUCC, o cambio en los modelos o en los datos utilizados para la compilación del inventario nacional.

Finalmente, en cuanto a las **cuentas de gastos en protección ambiental**, éstas identifican los gastos corrientes y de capital de la industria y el gobierno con propósitos de protección ambiental. Estas cuentas descomponen el marco de las cuentas nacionales para mostrar el alcance y la distribución de estos gastos.

Los datos utilizados en ellas provienen de fuentes internas y de otras agencias de niveles federales y provinciales. Con respecto a los datos internos, éstos corresponden a clasificaciones, límites geográficos, balances de energía, datos finales de industrias de recursos y tablas input-output. Otras agencias gubernamentales y el Ministerio del Ambiente contribuyen con datos de emisiones, humedales, calidad del agua, minerales, combustibles fósiles y forestales (Ridgeway, 2012). Dentro de las encuestas que utilizan para recopilar información se encuentran: encuesta de bienes y servicios ambientales y encuesta de gastos en protección ambiental (Statistics Canada, 2015c).

Un punto importante a considerar corresponde a la precisión de los datos. En este ámbito, Statistics Canada reconoce que no se puede calcular el margen de error en las estimaciones. La calidad de éstas puede ser inferida del análisis de las revisiones y por el análisis subjetivo de las fuentes de datos y metodología usada en la preparación de las estimaciones. En general se considera que los datos provenientes de encuestas y tablas finales de input-output son confiables (Statistics Canada 2015a).

Entre los problemas que han enfrentado Ridgeway (2012) reconoce que los usuarios aún necesitan bastante apoyo y asistencia al momento de interpretar los resultados.

Dentro de los elementos que han funcionado al momento de elaborar las cuentas ambientales se reconocen los siguientes:

- Integración y trabajo cercano del personal que trabaja en la elaboración de estadísticas ambientales y cuentas ambientales. Los encargados de las estadísticas tienen un conocimiento profundo sobre los datos que existen y los que faltan, y los encargados de las cuentas saben qué información se requiere y cómo se integra en las cuentas.
- Buena relación con proveedores de datos, usuarios y comunidad internacional, ya que la colaboración regular es fundamental.

Dentro de los puntos a mejorar destacan la frecuencia de la publicación de los datos. Si bien actualmente los datos se publican anualmente, algunos están desactualizados en cuatro años, por lo que se ha planteado aumentar esta frecuencia a una publicación trimestral, ya que esto permitiría tener una respuesta más rápida a los temas contingentes. Junto con esto, se podría mejorar la integración de las cuentas ambientales con el SCN. (p.ej. considerar la riqueza nacional en los balances trimestrales). La cobertura geográfica de los datos es otro punto a mejorar, puesto que actualmente sólo se realiza con las áreas disponibles. De esta manera se podría mejorar el nivel de detalle de datos subnacionales.

También se encuentran colaborando a nivel mundial en los trabajos para llegar a una metodología consensuada para la elaboración de cuentas de ecosistemas y un SCAE para agricultura, silvicultura y pesca.

Para el caso específico de la contabilidad de emisiones al aire, se utilizan las estadísticas de consumo de energía y de emisiones de gases efecto invernadero.

Para el caso de las primeras, estas cuentas están referidas a describir el uso anual de productos energéticos. Cubre las siguientes fuentes de energía: carbón, gas natural, gasolina, diésel, combustible de aviación, combustibles livianos (incluidos el kerosene), combustibles pesados, refinería de gas, gas licuado, electricidad, coke, vapor, madera. La unidad de medida es terajoule (Statistics Canada, 2015b).

Las segundas, por su parte, presentan las estadísticas de emisiones en equivalentes de dióxido de carbono, cubriendo las emisiones de tres gases: CO₂, CH₄ y NO (Statistics Canada, 2012).

La Tabla 12 presenta a modo de ejemplo la estructura de las cuentas de energía y de emisiones de gases efecto invernadero. Debido a la extensión y el detalle de la cuenta original se optó por presentar una simplificación de la misma. Ambas cuentas (energía y emisiones de GEI) poseen la misma estructura, donde la información está dividida por sector industrial, sector no industrial y hogares. El nivel de desglose es por subcategorías dentro de cada sector, a nivel nacional, es decir, sin presentar desagregación territorial. La unidad de medida de las cuentas de energía es terajoule y de las cuentas de emisiones a la atmósfera es toneladas de CO₂ equivalente (Statistics Canada, 2012 y 2015b).

	2004	2005	2006	2007	2008
Total, todos los sectores					
Industria					
<i>Desgloce subcategorías</i>					
Sector no industrial					
<i>Desgloce subcategorías</i>					
Hogares					
<i>Desgloce subcategorías</i>					

TABLA 12. ESTRUCTURA TIPO PARA CUENTAS RELACIONADAS A LAS CUENTAS DE EMISIONES AL AIRE

Fuente: Elaboración propia en base a Statistics Canada (2012)

2.1.2.6 CHINA

La Oficina Nacional de Estadísticas de China (National Bureau of Statistics (NBS) y Statistics Canada trabajaron en un Proyecto conjunto de estadísticas ambientales que finalizó en octubre de 2012. El resultado principal de este proyecto relacionado a las emisiones a la atmósfera corresponde a una compilación de una cuenta de contaminante para el SO₂.

2.1.2.7 JAPÓN

En 1998, el Departamento de Cuentas Nacionales, y el Instituto de Investigación Económica y Social (ESRI por sus siglas en inglés) publicaron un reporte explicando el borrador de ensayo de estimaciones para la contabilidad integral ambiental y económica de Japón²². Sin embargo, no existe información detallada para cada tipo de contaminante. En el año 2004, el mismo departamento buscó un enfoque apropiado al SCAE para identificar las relaciones entre la economía y el medio ambiente japonés²³.

2.1.2.8 NUEVA ZELANDA

Statistics New Zealand publicó estadísticas de energía y emisiones al aire en el año 2007, cubriendo el período 1997-2003. En ese entonces se utilizó el enfoque a partir de datos de energía. Las series no han sido actualizadas desde entonces²⁴.

2.1.2.9 INDIA, ISRAEL, RUSIA, ESTADOS UNIDOS

En estos países hasta ahora no existen cuentas de emisiones al aire disponibles. En este grupo también se encuentra nuestro país.

En el caso de **India**, un grupo de expertos organizado por el gobierno recomendó el desarrollo de un plan a largo plazo (10 años) para recolectar y compilar datos de evaluación y preparación de las emisiones a la atmósfera.

²² <http://www.esri.cao.go.jp/en/sna/satellite/1998/19980714g-eco-e.html>

²³ <http://www.esri.cao.go.jp/en/sna/satellite/2004/kankyoku.html>
http://www.esri.cao.go.jp/en/sna/satellite/2004/pdf/reference2_4.pdf

²⁴ http://www.stats.govt.nz/browse_for_stats/industry_sectors/Energy/energy-economy-emissions-1997-2003.aspx

2.1.2.10 MÉXICO

Isa *et al.* mencionaban el 2005, que México junto con Colombia, eran los países latinoamericanos que estaban a la vanguardia en cuentas ambientales, elaborándolas con una periodicidad anual.

El Instituto Nacional de Estadísticas y Geografía de **México** (INEGI) está a cargo de la contabilidad ambiental y está recolectando registros en unidades físicas y monetarias de las emisiones. Aún no existe una cuenta de emisiones al aire disponible, sin embargo, México publicó en el año 2012 un Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas en México para el período 2006-2010.

Con el objetivo de generar y proveer información confiable y eficiente sobre el agotamiento de los recursos naturales y la degradación del medio ambiente vinculado a las principales variables macroeconómicas del país, y estimar, a través de la valoración de sus costos, el Producto Interno Neto Ajustado Ambientalmente (PINE), es que se crea el Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas de México (SCEEM), elaborado como una extensión del Sistema de Cuentas Nacionales de 1993 (SCN 93).

Los ítems que incluye el SCEEM son los siguientes:

- Petróleo
- Recursos forestales (maderables) y cambios en el uso de suelos
- Recursos hídricos (agua subterránea)
- Erosión del suelo
- Contaminación del agua
- Contaminación del suelo
- Contaminación del aire

Incorpora adicionalmente, los dos temas de carácter económico incluidos implícitamente en el Sistema de Cuentas Nacionales de México (SCNM):

- Balances de los activos económicos producidos
- Gastos de protección ambiental

Dado lo anterior, el INEGI de México, como institución responsable de realizar las cuentas satélites del país, ofrece la información actualizada a través del SCEEM, con su última actualización al año 2013. En dicho documento, se presentan los principales resultados conformados por los balances y flujos físicos de los recursos naturales, variables monetarias e indicadores derivados, referentes al agotamiento de los recursos naturales, degradación del medio ambiente y los gastos en protección ambiental, como fueran mencionados previamente y expuestos en la Figura 11.

Recurso	Unidad de medida	2003	2013 ^P	TMCA ¹	Observaciones
Forestal (Existencia de bosques)	millones de metros cúbicos de madera en rollo	3 962.6	3 816.8	-0.37	Balance Apertura +/- Cambios = Balance de Cierre
Hidrocarburos (Reservas totales)	millones de barriles	48 040.6	42 157.2	-1.30	Balance Apertura +/- Cambios = Balance de Cierre
Agua subterránea (Sobreexplotación)	millones de metros cúbicos	5 704.0	5 985.0	0.48	Flujo
Contaminación del aire (Emisiones)	millones de toneladas	19.1	19.0	-0.05	Flujo
Contaminación del suelo por residuos sólidos urbanos	millones de toneladas	38.0	47.4	2.23	Flujo
Contaminación del agua (Descargas de agua residual no tratadas)	millones de metros cúbicos	8 689.5	21 078.0	9.27	Flujo
Degradación del suelo (Superficie afectada)	millones de hectáreas	73.4	75.6	0.30	Flujo

¹ Tasa Media de Crecimiento Anual

^P Cifra preliminar.

FIGURA 11. BALANCES Y FLUJOS DE LOS RECURSOS NATURALES EN UNIDADES FÍSICAS (2003 Y 2013)

Fuente: INEGI, 2014.

De los resultados obtenidos en el SCEEM, México genera indicadores tales como la estructura porcentual de las emisiones por fuentes móviles (Figura 12).

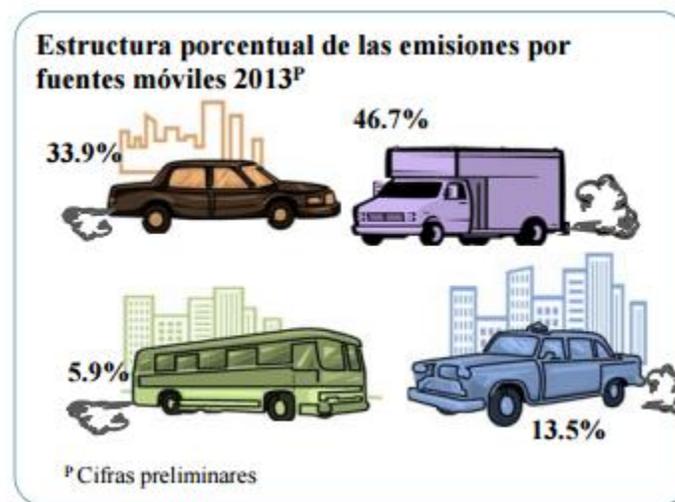


FIGURA 12. ESTRUCTURA PORCENTUAL DE LAS EMISIONES POR FUENTES MÓVILES 2013

Fuente: INEGI, 2014.

Asimismo, a través de los resultados del SCEEM, México estima los costos que se incurrirían para reducir y mitigar las emisiones contaminantes en relación al PIB (INEGI, 2014).

2.2 EXPERIENCIA OTROS PAÍSES

Isa *et al.* (2005) realizaron una revisión del estado en que se encontraban los países de América Latina con respecto a la implementación de cuentas ambientales. Entre las principales dificultades que han enfrentado los países de la región al momento de elaborarlas se encuentran: problemas de financiamiento, falta de capacidad técnica y falta de estadísticas básicas. Destacan también que es muy importante mejorar la coordinación entre las instituciones que se vinculan con los temas ambientales.

2.2.1 COLOMBIA

Junto con México es uno de los países que más ha avanzado en la implementación de cuentas ambientales. Ya en el año 2005, Isa *et al.* Señalaban que Colombia era de los países que elaboraba cuentas ambientales con una periodicidad anual.

Tal como lo reconoce el DANE (2015b), la Cuenta Satélite Ambiental (CSA) de Colombia tiene como objetivo general medir en unidades físicas y monetarias, de forma sistémica y para cada período contable, la variación de los stocks de los activos ambientales, las interacciones entre el ambiente y la economía, dentro de la economía y de la economía al ambiente. De forma paralela y en coherencia con el Sistema de Cuentas Nacionales (SCN), la cuenta satélite mide el esfuerzo de los diferentes sectores económicos para conservar, mitigar o proteger el medio ambiente.

El caso de las emisiones en Colombia se aborda en conjunto con el tema energético, generándose la Cuenta Ambiental y Económica de Energía y Emisiones (2005-2013), la cual se estructura bajo el marco conceptual del SCAE 2012 y del Sistema de Contabilidad Ambiental Económica para Energía (SCAE-Energía 2012).

Esta relación se debe principalmente a que las actividades de consumo de energía generan diferentes impactos al ambiente, entre ellos, residuos de carácter gaseoso que son liberados a la atmósfera alterando las concentraciones presentes en el recurso aire.

La cuenta de emisiones se constituye dentro de la contabilidad de flujos de residuos, y tiene como objetivo establecer los flujos netos de residuos gaseosos y material particulado al aire, originado por la economía nacional tanto por actividades de producción, consumo y procesos de acumulación. Tal como lo sugiere el SCAE 2012, en esta cuenta se registra y presenta los datos de emisiones al aire en forma compatible al SCN del país, agregando las emisiones primarias procedentes de la actividad económica, las emisiones al aire derivadas de los desechos sólidos entregados a gestores de residuos y/o depositados en instalaciones de tratamiento; y las emisiones que se vierten directamente al medio ambiente. Inicialmente se ha estructurado la cuenta de emisiones con los gases que son generados por procesos de combustión, los cuales se analizan para efectos de generación del efecto invernadero, cambio climático, formación de ozono troposférico (DANE, 2015a).

La cuenta de emisiones tiene cinco objetivos específicos:

- i. Establecer las emisiones de los diferentes gases y material particulado (GEI), acidificación, calidad del aire, gases precursores de ozono troposférico (GPOT), metales pesados, contaminantes orgánicos

persistentes (COP), sustancias agotadoras de ozono (SAO's) por actividad económica del Sistema de Cuentas Nacionales de Colombia.

- ii. Distinguir el comportamiento ambiental de las unidades económicas del territorio a analizar.
- iii. Analizar las presiones ambientales asociadas con los patrones de consumo y producción, que tienen relevancia en el contexto del desarrollo sostenible.
- iv. Calcular la 'huella de carbono' para una serie de productos finales, a partir de establecer la cadena de producción, distribución, consumo y eliminación.
- v. Generar el indicador de intensidad de las emisiones.

La cuenta de emisiones se estructura bajo un esquema de tabla de oferta-utilización (Tabla 7), donde la tabla oferta está dada por la generación de las emisiones por actividad económica y los hogares, por tipo de sustancia; y la tabla de utilización se divide entre las emisiones que salen directamente al medio ambiente y el total del uso de las emisiones donde se descuentan las emisiones que son capturadas por medio de tecnologías para devolverlas al sistema económico (Ejemplo: gas metano para la generación de electricidad). La Tabla 13 muestra los gases y sus unidades de medida que son utilizados para la contabilidad de las emisiones en los cuadros de oferta – utilización.

Tipo de Gas	Unidad de medida
Gases Efecto Invernadero (GEI)	
Dióxido de carbono	Gg de CO ₂ eq
Metano	Gg de CO ₂ eq
Óxido nítrico	Gg de CO ₂ eq
TOTAL Emisiones de GEI en CO₂ eq	Gg de CO₂ eq
Gases Precursores de Ozono (GPO₇)	
Monóxido de carbono (CO)	Gg COVDM eq
Óxidos de nitrógeno (NO _x)	Gg COVDM eq
Compuestos Orgánicos Volátiles diferentes al Metano (COVDM)	Gg COVDM eq
Metano (CH ₄)	Gg COVDM eq
TOTAL Emisiones de GPO en COVDM eq	Gg COVDM eq

Fuente: Cuadro elaborado a partir de la propuesta "Table 3.6.1 Air emissions account" del documento "Revision of the System of Environmental-Economic Accounts (SEEA). Draft Version for Second Round of Global Consultation October 2011 - Chapters 1 – 6"
Gg de CO₂ eq. Gigagramos de Dióxido de Carbono equivalentes
Gg de SO₂ eq. Gigagramos de Dióxido de Azufre equivalentes
Gg de COVDM eq. Gigagramos de Compuestos Orgánicos Volátiles diferentes al Metano

TABLA 13. ESTRUCTURA DE LA CUENTA DE EMISIONES POR TIPO DE GAS Y UNIDAD DE MEDIDA PARA EL ESQUEMA OFERTA-UTILIZACIÓN

Fuente: DANE, 2015b

Con la información consolidada del Sistema de la Cuenta Ambiental y Económica de Energía se genera la contabilidad de las emisiones provenientes de los procesos de consumo intermedio y final, extracción y producción de combustibles de carácter fósil y de biomasa.

Dentro de los resultados provisionales de la Cuenta Ambiental y Económica de Energía y Emisiones 2012-2013, se desprenden indicadores para el caso específico de las emisiones a la atmósfera, los cuales hacen referencia a: emisiones de GEI por grandes ramas de la economía y sector hogares; emisiones GEI, consumo de energía intermedio y final por grandes ramas de la economía, emisiones de gases precursores de ozono troposférico;

intensidad de CO₂-eq por grandes ramas de la economía; intensidad de emisiones de CO₂-eq por PIB a precios constantes, tal como se puede apreciar en las Figuras 13 a 20.

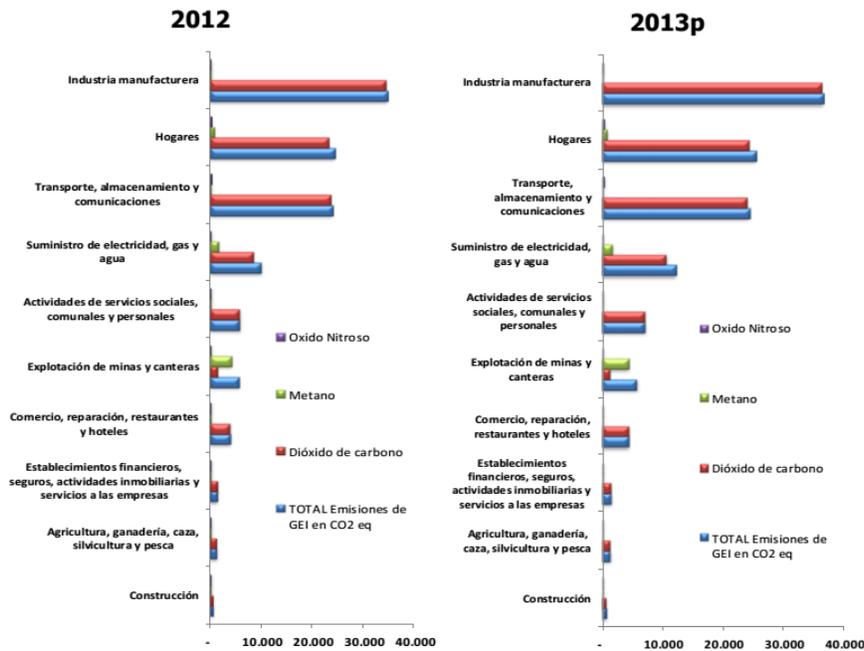


FIGURA 13. EMISIONES AL AIRE DE GEI POR GRANDES RAMAS DE ACTIVIDAD ECONÓMICA Y SECTOR HOGARES (GIGAGRAMOS DE CO₂-EQ)

Fuente: DANE, 2015a

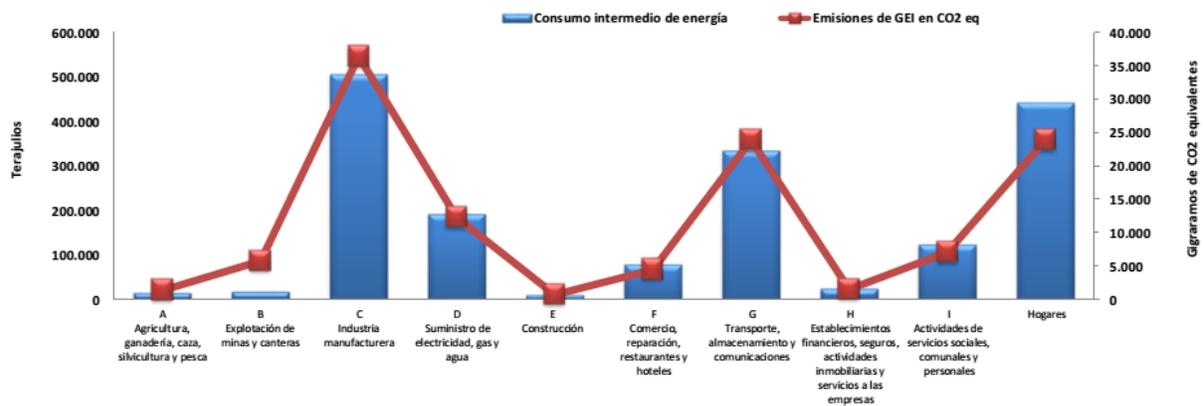


FIGURA 14. EMISIONES DE GEI, CONSUMO DE ENERGÍA INTERMEDIA Y FINAL DE HOGARES POR GRANDES RAMAS DE ACTIVIDAD ECONÓMICA. AÑO 2013P

- A. Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca
- B. Explotación de minas y canteras
- C. Industria manufacturera
- D. Suministro de electricidad, gas y agua
- E. Construcción
- F. Comercio, reparación, restaurantes y hoteles
- G. Transporte, almacenamiento y comunicaciones

- H. Establecimientos financieros, seguros, actividades inmobiliarias, y servicios a la empresas
- I. Actividades de servicios sociales, comunales y personales
- J. Hogares

Fuente: DANE, 2015a

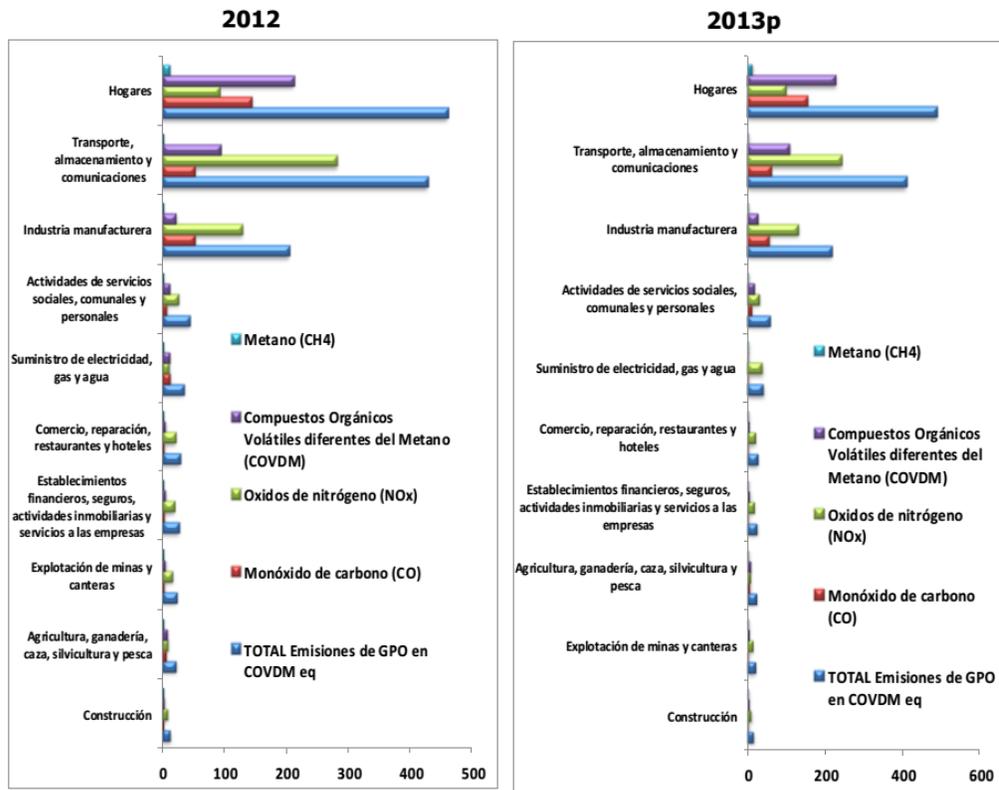


FIGURA 15. EMISIONES DE GPOT, EN CO2DM-EQ

Fuente: DANE, 2015a

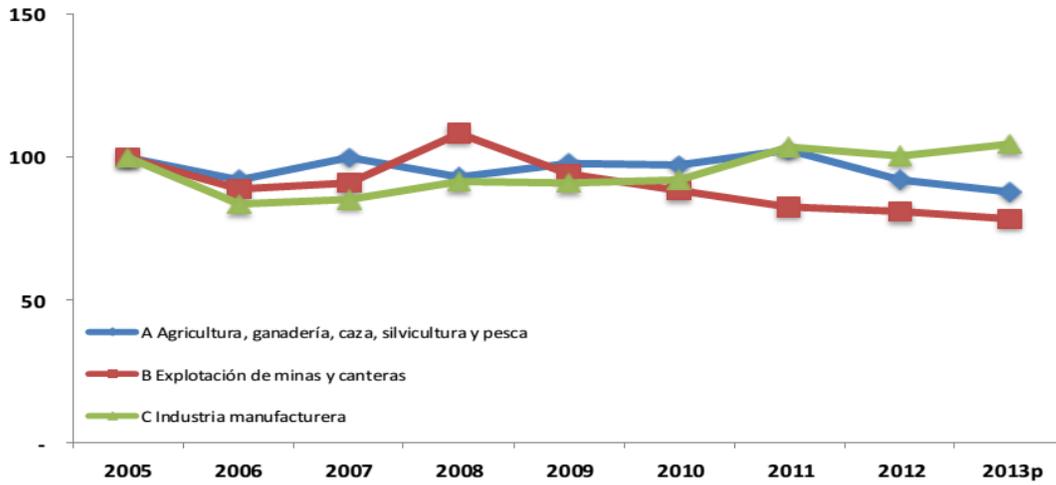


FIGURA 16. INTENSIDAD DE CO₂-EQ POR GRANDES RAMAS DE ACTIVIDAD ECONÓMICA (A-B-C). ÍNDICE 2005=100

Fuente: DANE, 2015a

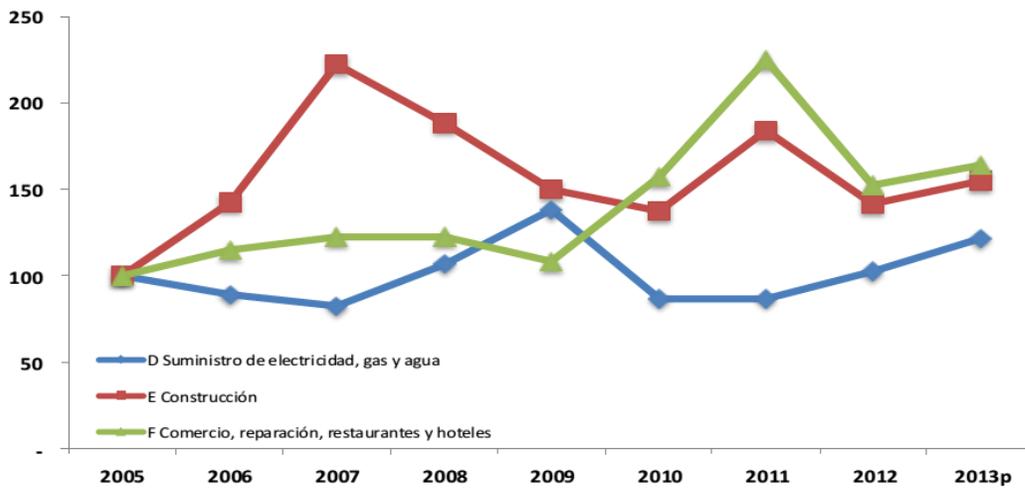


FIGURA 17. INTENSIDAD DE CO₂-EQ POR GRANDES RAMAS DE ACTIVIDAD ECONÓMICA (D-E-F). ÍNDICE 2005=100

Fuente: DANE, 2015a

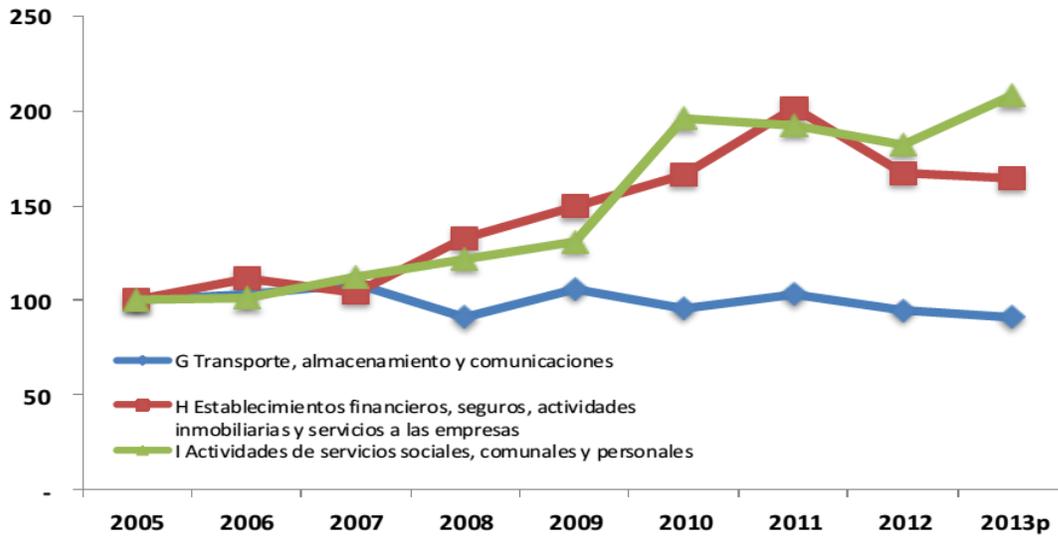


FIGURA 18. INTENSIDAD DE CO₂-EQ POR GRANDES RAMAS DE ACTIVIDAD ECONÓMICA (G-H-I). ÍNDICE 2005=100

Fuente: DANE, 2015a

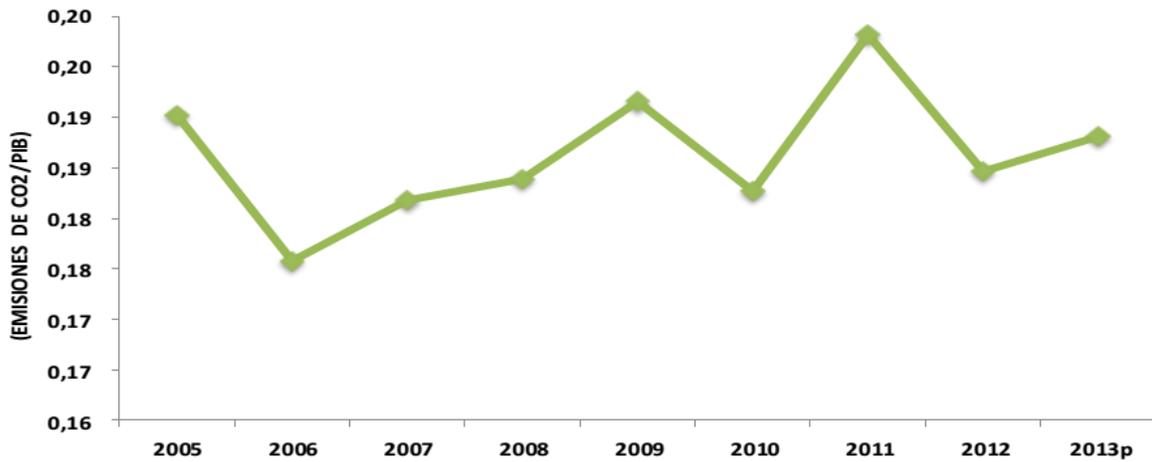


FIGURA 19. INTENSIDAD DE EMISIONES DE CO₂-EQ POR PIB A PRECIOS CONSTANTES BASE 2005

Fuente: DANE, 2015a

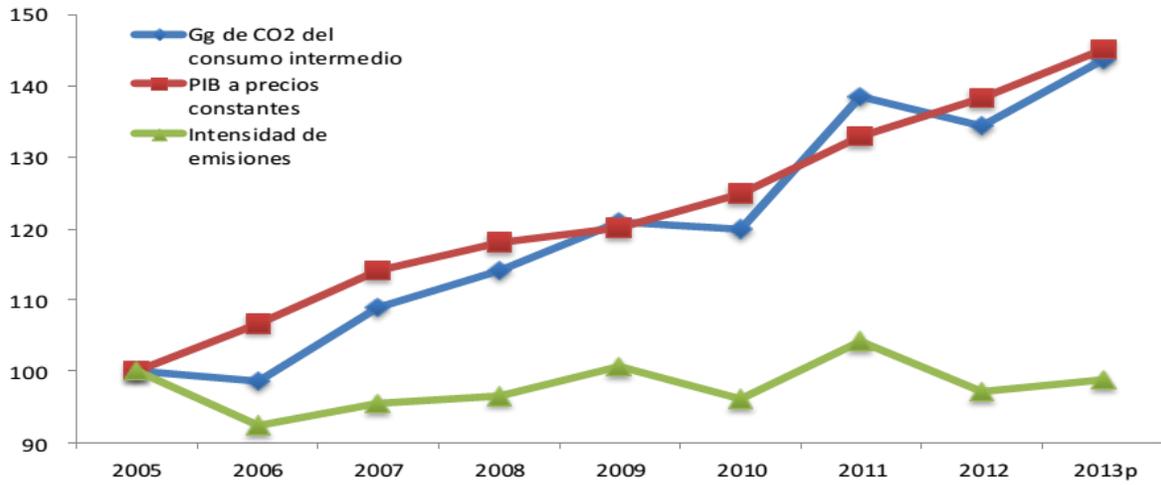


FIGURA 20. INTENSIDAD DE EMISIONES DE CO2-EQ POR PIB A PRECIOS CONSTANTES. ÍNDICE 2005=100

Fuente: DANE, 2015a

2.2.2 GUATEMALA

El proceso de implementación del SCAE en Guatemala ha sido fructífero, ya que ofrece hallazgos para 130 sectores de la economía guatemalteca.

La Figura 21 resume de manera gráfica la forma en que está estructurado el SCAE, destacando la información relativa a las Cuentas de Energía y Emisiones. Esta estructura, al igual que en el resto de los países se encuentra alineado con los conceptos y estructuras contables del sistema de cuentas nacionales. Destacan dos grandes áreas: estructura por cuenta y estructura por tema.

La primera analiza la cuenta de activos, la cuenta de flujos, la cuenta de gastos y transacciones ambientales y la cuenta de agregados e indicadores complementarios. La segunda realiza un análisis temático, siendo los temas: bosque, recursos hídricos (agua), recursos del subsuelo, energía y emisiones, tierra y ecosistemas, pesca y acuicultura, residuos, junto con un detallado análisis de los gastos y transacciones ambientales globales a nivel del gobierno central, los gobiernos departamentales y los gobiernos municipales (INE *et al.*, 2013).



FIGURA 21. ESTRUCTURA CONTABLE Y TEMÁTICA DEL SCAE DE GUATEMALA. ÉNFASIS CUENTA DE ENERGÍA Y EMISIONES

Fuente: IARNA, 2011

La contabilidad de recursos energéticos genera un marco que permite la interrelación de datos de las diferentes actividades económicas con información proveniente de balances energéticos, encuestas industriales, encuestas de hogares y otras fuentes, con el fin de determinar de dónde proviene la energía que utiliza el sistema económico, de qué tipo es, qué residuos produce y cómo es utilizada por los diferentes agentes económicos, de manera directa o indirecta. Siguiendo el marco del SCAE, presenta los vínculos físicos con el ambiente y los efectos derivados de estas relaciones, producto de la generación y uso de la energía (IARNA, 2011).

Las principales fuentes de información utilizadas en la Cuenta de Energía y Emisiones (CEE) son: Banco de Guatemala (BANGUAT), Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente (IARNA), Centro de Ingeniería Bioquímica (CIB), Ministerio de Energía y Minas (MEM), Dirección General de Energía (DGE), Administración del Mercado Mayorista (AMM), tal como se muestra en la Figura 22.

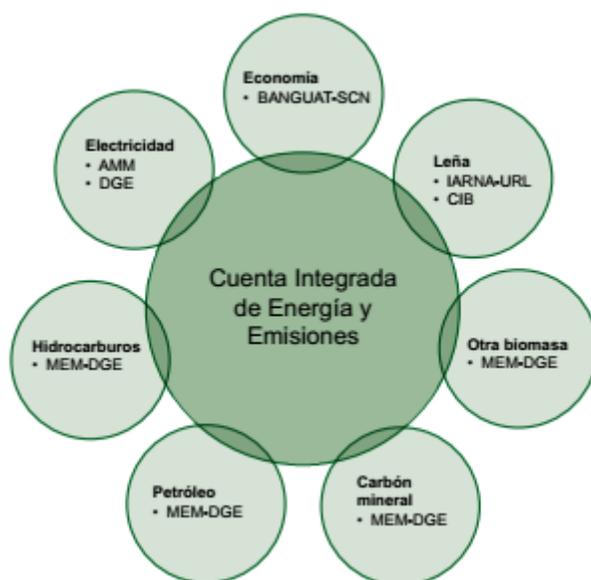


FIGURA 22. ESQUEMA DE FUENTES DE INFORMACIÓN PARA LA CUENTA DE ENERGÍA Y EMISIONES

Fuente: BANGUAT e IARNA, 2009

Como lo define el IARNA (2011), la principal diferencia entre esta cuenta y un balance energético está en la traducción de todas las interrelaciones de términos físicos a unidades monetarias. De esta forma, se puede dar un valor a la eficiencia del uso de energía y relacionarla con el SCN para así determinar ciertos indicadores, como por ejemplo eficiencia de algún material energético respecto del PIB. Al ser monetarias y físicas, se compilan en quetzales y petajulios²⁵, respectivamente. La Figura 23 muestra cómo se relaciona la cuenta ambiental con el balance energético.

²⁵ Equivalente a 10¹⁵ julios

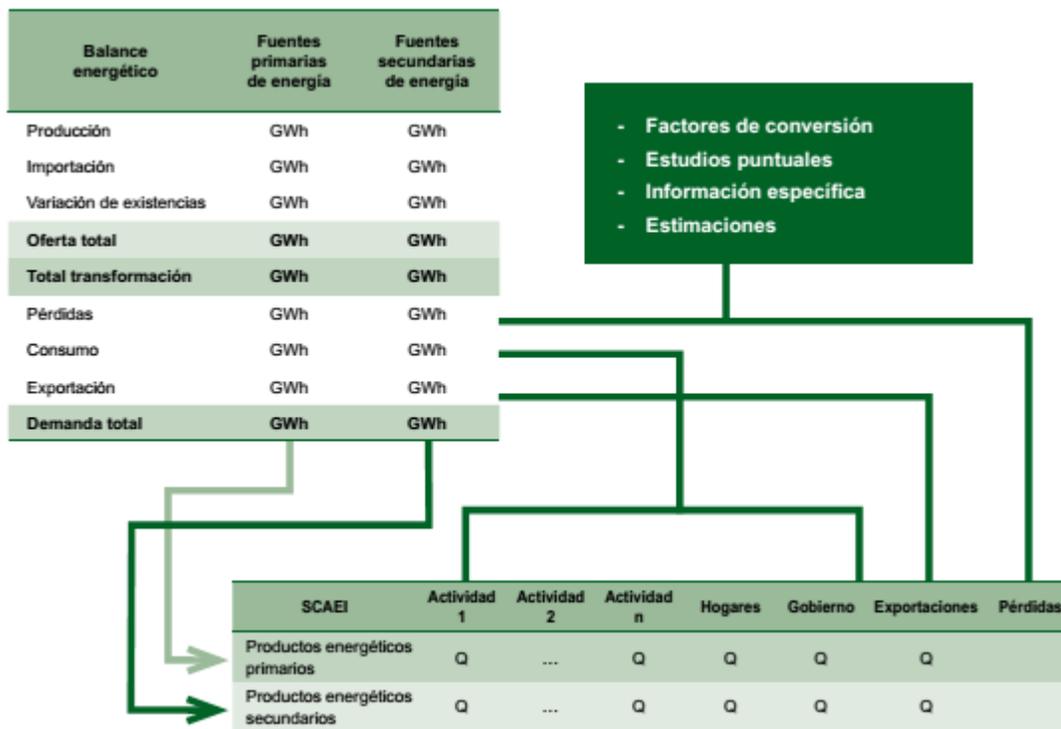


FIGURA 23. ADAPTACIÓN DEL BALANCE ENERGÉTICO A LAS CUENTAS AMBIENTALES DE GUATEMALA

Fuente: IARNA, 2011

La CEE posee cinco objetivos específicos:

- i. Determinar la disponibilidad de recursos energéticos primarios del país, su estado y localización
- ii. Mostrar, a través del análisis de flujos, los niveles de consumo energético de cada una de las actividades productivas y de consumo
- iii. Revelar la cantidad de dióxido de carbono, óxido nítrico y metano que cada una de las actividades económicas libera a la atmósfera, producto de la combustión de productos energéticos
- iv. Estimar el desempeño energético de las actividades económicas estudiadas
- v. Reflejar el deterioro ambiental causado por el consumo de energéticos dentro de los indicadores macroeconómicos

Para cumplir con estos objetivos, la CEE posee cuatro subcuentas, tal como se puede observar en la Figura 21, a saber:

- **Cuenta de activos:** mide la disponibilidad de energía directamente en la naturaleza. Sin embargo, dado que los recursos en cuestión son competencia de otras cuentas, la CEE no ha desarrollado dicha cuenta.

- **Cuenta de flujos:** registra el movimiento de energía del ambiente a la economía y viceversa, y entre agentes de este sistema económico.
- **Cuenta de gastos y transacciones:** registra el conjunto de erogaciones realizadas para prevenir, mitigar y restaurar los daños a los bienes y servicios naturales, producto de la utilización de energía, así como los gastos para la gestión sostenible de dichos bienes.
- **Cuenta de agregados e indicadores complementarios:** evalúa o ajusta los agregados del SCN, tal como el PIB, y presenta indicadores complementarios, como intensidad en el uso del recurso y el índice de desacoplo.

Debido al alcance de esta consultoría se ahondará solamente en la cuenta de flujos de la economía al ambiente.

Para el caso específico de esta cuenta, se parte de la base que los agentes económicos liberan a la atmósfera GEI como el dióxido de carbono (CO₂), el óxido nitroso (N₂O) y el metano (CH₄), entre muchos otros, debido a la combustión de diversos productos energéticos. La estimación se centró en estos tres gases, dado el estrecho vínculo que poseen con los procesos de calentamiento global y cambio climático.

De esta manera, se tiene que las emisiones para estos tres gases son agregadas en toneladas de CO₂ equivalentes, como se aprecia en la Tabla 14, las cuales se presentan por grupo de actividad económica y consumo final, especificando el energético del cual provienen.

Otro de los productos que se obtienen de las CEE, es la Figura 24, con respecto a los principales emisores de GEI.

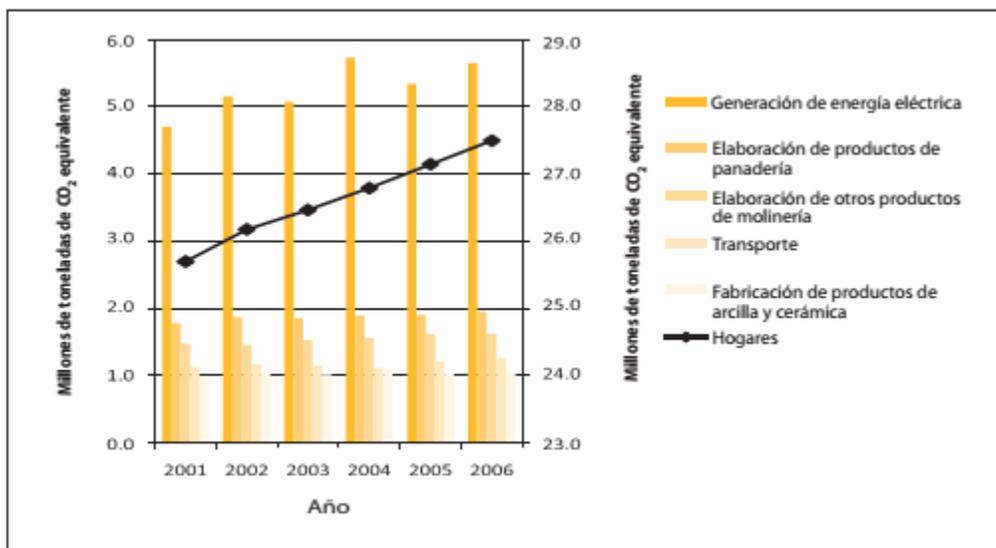


FIGURA 24. PRINCIPALES EMISORES DE GASES EFECTO INVERNADERO

Fuente: IARNA, 2009

Toneladas equivalentes de CO ₂ provenientes de la combustión de:	1. Leña	2. Petróleo crudo y gas natural	3. Carbón mineral	4. Bagazo de caña	5. Gasolina	6. Gas oil (diésel)	7. Fuel oil y bunker (combustibles para calderas)	8. Kerosina	9. Gases de petróleo y otros hidrocarburos gaseosos	10. Otros productos de la refinación de petróleo	Total general
Actividades económicas	4,132,066.6	196,113.4	3,062,013.3	2,502,068.2	1,196,433.8	3,697,223.4	2,336,729.4	202,395.1	215,126.0	544,028.4	18,084,177.6
Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca	-	-	-	-	60,920.0	338,026.7	-	-	-	-	398,946.7
Explotación de minas y canteras	-	-	8,666.8	-	38,535.4	38,759.5	-	-	-	-	85,961.7
Industrias manufactureras	3,978,586.9	89,947.0	1,810,615.5	-	419,201.8	842,280.1	901,610.1	-	175,558.2	210,156.9	8,427,956.5
Suministro de electricidad, gas y agua	-	106,166.4	1,241,363.4	2,502,068.2	4,655.3	303,426.8	1,360,803.6	60,331.6	-	152,400.7	5,731,206.2
Construcción	-	-	47.8	-	21,401.3	118,569.6	-	-	20.9	179,445.8	319,485.3
Comercio al por mayor y al por menor	75,612.8	-	-	-	136,698.1	412,045.3	-	-	9,969.9	-	634,326.2
Hoteles y restaurantes	77,856.9	-	-	-	57,514.9	238,380.0	74,315.6	-	28,779.0	-	476,846.5
Transporte, almacenamiento y comunicaciones	-	-	-	-	199,032.4	1,238,155.7	-	141,885.0	185.3	-	1,579,258.4
Intermediación financiera	-	-	-	-	7,817.6	165.2	-	-	-	-	7,982.8
Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler	-	0.0	-	-	63,697.2	98,961.0	-	178.5	79.7	-	162,916.4
Enseñanza	-	-	6.3	-	6,173.5	13,207.5	-	-	-	595.6	19,982.8
Servicios sociales y de salud	-	-	21.7	-	28,370.0	41,392.5	-	-	450.2	183.9	70,418.3
Otras actividades de servicios comunitarias, sociales y personales	-	-	-	-	11,153.3	11,739.6	-	-	82.8	14.0	22,989.7
Administración pública	-	-	1,270.5	-	138,707.9	-	-	-	-	1,200.1	141,178.5
Planes de seguridad social obligatorios	-	-	21.3	-	1,764.0	-	-	-	-	31.5	1,816.8
Asociaciones que sirven a hogares	-	-	-	-	791.1	2,113.8	-	-	-	-	2,904.9
Consumo final	25,417,496.6	-	-	-	1,456,956.2	139,980.7	-	42,527.7	430,725.8	9,981.8	27,497,668.9
Hogares	25,417,496.6	-	-	-	1,456,956.2	139,980.7	-	42,527.7	430,725.8	9,981.8	27,497,668.9
Total general	29,549,553.2	196,113.4	3,062,013.3	2,502,068.2	2,653,390.0	3,837,204.1	2,336,729.4	244,922.8	645,851.8	554,010.2	45,581,846.6

TABLA 14. OFERTA DE CO₂, N₂O Y CH₄ DE LOS GRUPOS DE ACTIVIDAD ECONÓMICA Y DE CONSUMO, PRODUCTO DE LA COMBUSTIÓN DE ENERGÉTICOS (TON DE CO₂-EQ).AÑO 2006

Fuente: IARNA, 2009

2.3 EXPERIENCIA NACIONAL

Chile es de los países que trabajaron en la elaboración de cuentas ambientales, pero que dejaron de hacerlo (Isa *et al.*, 2005).

Como explica Claude (1997), Chile ya en el año 1993 manifestaba su interés en elaborar cuentas ambientales. Si bien fue la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) la organización a cargo del tema, el Banco Central tomó un rol activo debido a que es el organismo encargado de la contabilidad macroeconómica del país.

El objetivo del proyecto Cuentas Ambientales impulsado por el Banco Central era obtener indicadores económicos sintéticos ajustados ambientalmente para cada actividad económica. De esta manera, se podría evidenciar cuáles sectores se ajustaban a prácticas sustentables y cuáles requerían ajustes técnicos para alcanzarlas. Junto con esto, se quería generar registros estadísticos de los recursos naturales, donde se mostraran las disminuciones e incrementos en el stock de riqueza natural como efecto de la actividad económica sobre dichos recursos. De esta manera, se podría evaluar la sustentabilidad de la actividad económica, a mediano y largo plazo, considerando una desagregación regional de los datos, para poder comparar el nivel de desempeño de las distintas regiones en esta materia. Los cuatro componentes principales de este proyecto fueron: a) balances de activos físicos para la minería, el sector forestal (plantaciones exóticas y bosque nativo) y la pesca; b) matrices de coeficientes de emisiones contaminantes y costos de mitigación; c) gastos defensivos y de protección ambiental; y d) valorización (Claude, 1997).

A un nivel más específico, Claude (1997) reconoce el carácter medular de los balances de activos físicos, los cuales tenían dos componentes:

- Información relacionada con el capital y los stocks de recursos naturales
- Información relativa a los flujos de impacto ambiental

Las primeras representaban el nexo fundamental con el SCN, ya que el stock de recursos naturales se agrega para redefinir el capital productivo y el concepto de depreciación se amplía, incluyendo el agotamiento y la degradación de los recursos naturales.

La elección de los sectores incluidos en el estudio se basó en la incidencia que tenían ellos en el PIB y las exportaciones. En esta ocasión fueron considerados los sectores forestal, pesquero y minero.

De acuerdo al análisis efectuado por Claude (1997) no se observa para la situación de Chile, un estudio relativo a las emisiones a la atmósfera, en el marco de las Cuentas Ambientales previamente detalladas.

Más tarde, en 2014 y a solicitud de la Subsecretaría de Medio Ambiente, la consultora Particulotech realiza un estudio en el cual se propone una metodología para la asignación según industria (usando la clasificación industrial internacional uniforme de todas las actividades económicas - CIU) de las emisiones de contaminantes globales que reportan los inventarios de GEI y otros No-GEI. Esto debido a que los Inventarios de GEI, es la información de base con la que cuentan los países para constituir las Cuentas de Emisiones al

Aire, y por lo tanto, esta información debe estar en concordancia con la clasificación internacional acordada. Esta nueva organización de la información fue adaptada por Particulotech (2014) debido a que para la elaboración de las cuentas ambientales se hace necesario evaluar las emisiones por industrias y procesos. No obstante, la estimación de la información no cambia, pues sólo se modifica su presentación.

A continuación, en la Figura 25, se puede observar el esquema propuesto por Particulotech (2014) que refleja el modelo a emplear para la asignación de categorías del IPCC a la clasificación CIU. Tal como lo presenta dicha consultora este modelo permite una mejor comprensión de la conexión entre las actividades económicas y las emisiones de gases de efecto invernadero.

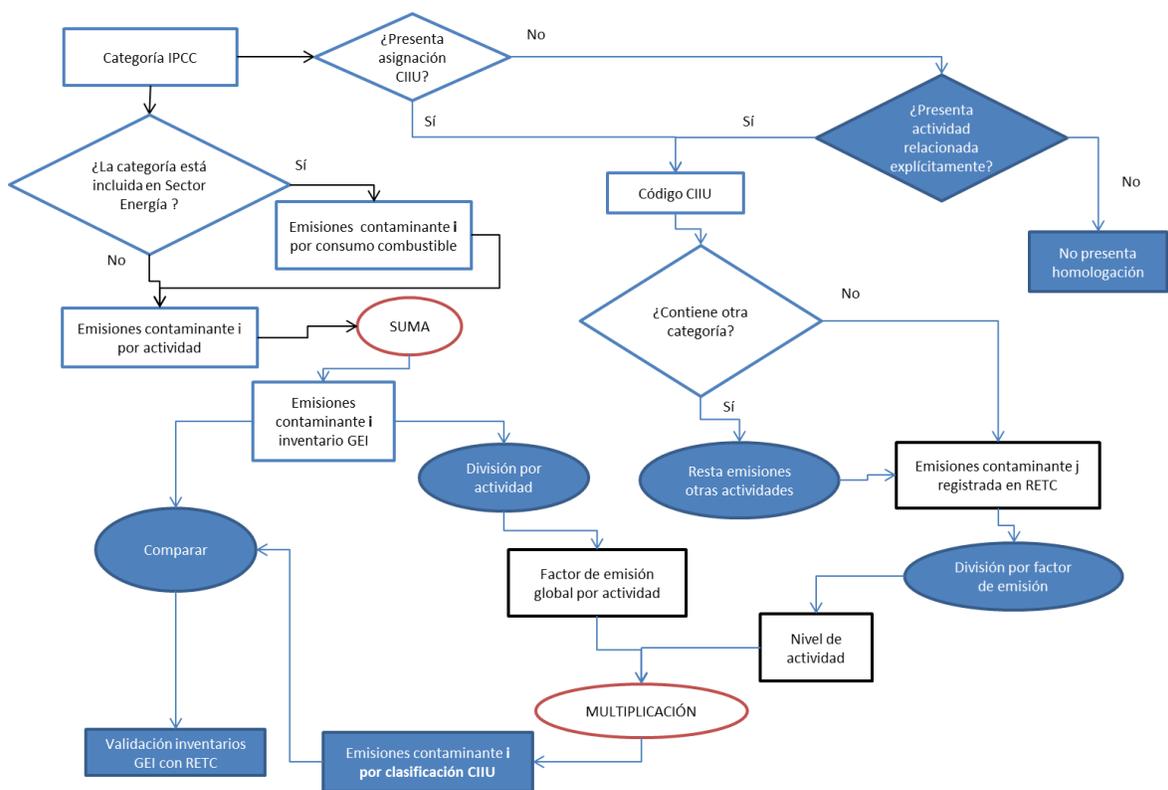


FIGURA 25. HOMOLOGACIÓN DE CATEGORÍAS IPCC CON LA CLASIFICACIÓN CIU.

Fuente: Particulotech, 2014.

Adicionalmente, respecto de este estudio, cabe mencionar que el inventario GEI se basa en el principio de territorialidad (las emisiones en el territorio del país), mientras que las Cuentas de Emisiones al Aire se basan en el principio de residencia (las emisiones producidas por unidad de residente independiente de si se encuentra en el territorio o no), por lo tanto, esta consideración es tomada en cuenta a la hora de pasar la información del primer reporte al segundo (Particulotech, 2014).

Dentro de otras experiencias relacionadas a la elaboración de cuentas ambientales en Chile destacan: El estudio “Cuentas Ambientales del Recurso Agua en Chile” (PUC et al. 1999), y la publicación “Cuentas

Ambientales: Metodología de Medición de Recursos Forestales en Unidades Físicas, 1985-1996” del Banco Central (2001).

Durante el año 2015, el Ministerio de Medio Ambiente ha estado elaborando el Plan Nacional de Cuentas Ambientales 2015-2018, el cual fue presentado en Octubre a un grupo de actores clave, entre los que se encuentran INE, Banco Central, ODEPA, CONAF, MINVU, Ministerio de Energía, Ministerio de Economía, MOP, COCHILCO, CEPAL, entre otros, para recibir observaciones y retroalimentaciones previo a ser presentado en el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad. Se espera que sea aprobado antes de la Conferencia de las Partes 21 a realizarse en Paris en Diciembre de este año.

Junto a esta primera fase de la cuenta de emisiones a la atmósfera, se encuentra elaborando también la primera fase de las cuentas de bosques, y se espera poder contar con los primeros pilotos de cuentas ambientales durante el segundo semestre de 2016.

3 ANÁLISIS RESPECTO DE LOS DISTINTOS TIPOS DE MEDICIONES DE EMISIONES AL AIRE

En el presente capítulo se desarrolla un análisis respecto de los distintos tipos de mediciones de emisiones al aire existentes en Chile. Para ello se realiza una revisión y caracterización de los Inventarios de GEI y otros no GEI que Chile reporta ante la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático, Inventarios de Emisiones Locales, RETC, Registros del DS 138/05 del Ministerio de Salud, considerando sus metodologías, alcances y especialmente la información estadística y datos o registros que utilizan, la desagregación de la información, y las consideraciones metodológicas a tener en cuenta. Esto permite conocer en detalle la información con la que cuenta Chile en la actualidad, respecto de la información requerida para la elaboración de cuentas de emisiones a la atmósfera definida por el SCAE 2012.

Tal como lo define el SCAE 2012, la cantidad total de sustancias descargadas por establecimientos y hogares se denomina descargas brutas. Las descargas brutas comprenden las emisiones al ambiente y sustancias captadas por unidades económicas o transferidas a otras. En lo que se refiere a las emisiones al aire, éstas son gases y sustancias en partículas descargadas al aire por establecimientos y hogares como consecuencia de procesos de producción, consumo y acumulación. Por convención, en las emisiones al aire no se incluye la liberación de vapor de agua ni la evaporación (Naciones Unidas *et al.* 2014).

Basados en que la contabilidad de emisiones a la atmósfera considera las emisiones que son consecuencia de la producción, consumo y acumulación, es que se debe considerar a la totalidad de sectores institucionales (industria, gobierno, hogares). Las emisiones de estos actores están reflejadas en los siguientes tipos de mediciones:

- RETC (sección 3.1)
- Inventarios de GEI y otros no GEI (sección 3.2)
- Inventarios de emisiones locales (sección 3.3)
- Registros del D.S. N° 138/05 del Ministerio de Salud (sección 3.4)

3.1 REGISTRO DE EMISIONES Y TRANSFERENCIAS DE CONTAMINANTES (RETC)

Es a partir de la Conferencia de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD) y la adopción de la Agenda 21 (1992), que comienza el interés entre la comunidad internacional, y de cada gobierno en particular, por la creación de los RETC, como una herramienta fundamental para la gestión ambiental de cada nación. De esta manera, contar con el RETC en Chile significa, dar cumplimiento a una gran cantidad de obligaciones internacionales, entre las que destacan: el Protocolo de Kyoto sobre gases de efecto invernadero; el Protocolo de Montreal relacionado con las sustancias agotadoras de la capa de ozono; el Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes.

En Chile, la implementación del RETC comienza en 2002 con un proceso de evaluación para su incorporación en la gestión ambiental de la nación. Para ello, dicho año se realiza un taller de trabajo con la participación de expertos internacionales, en el marco del programa de trabajo de la Comisión para la Cooperación Ambiental Chile-Canadá, logrando como resultado el reconocimiento de la importancia y necesidad de desarrollar el RETC en el país. A raíz de esto, se genera el mismo año, el estudio llamado “Análisis de Situación y Factibilidad para Establecer un Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes en Chile”, el cual fue ejecutado entre marzo y mayo del 2003, con aportes de Environment Canada, arrojando como principales resultados, la identificación de los usos del sistema de RETC nacional y una evaluación de la infraestructura nacional disponible para la implementación del RETC.

En la actualidad, la creación de un RETC de carácter nacional, ha permitido la homologación de las distintas bases de datos sectoriales, generándose información comparable. Por otra parte, su implementación ha contemplado un mayor equilibrio en la infraestructura disponible a lo largo del país y una estandarización de metodologías de estimación de emisiones. Gracias a ello, esta información permite apoyar los procesos de generación de regulaciones, establecimiento de líneas base de emisiones, generación de planes de prevención y descontaminación, determinación de zonas latentes o saturadas y verificación de cumplimiento de normas ambientales (MMA, 2012).

3.1.1 CARACTERIZACIÓN

Tal como lo define el último RETC 2005-2011 publicado por el MMA el año 2012, “El Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes es una base de datos accesible al público, destinada a capturar, recopilar, sistematizar, conservar y difundir la información sobre emisiones, residuos y transferencias de contaminantes potencialmente dañinos para la salud y el medio ambiente, generados en actividades industriales o no industriales o transferidos para su valorización o eliminación”. El nivel de detalle y la sistematización de los datos ingresados al registro, permiten determinar dónde se están generando las emisiones o transferencias de importancia ambiental, qué sustancias se están emitiendo o transfiriendo y las cantidades en que son emitidas, entre otros aspectos.

Los datos son recabados de fuentes de emisión fijas (establecimiento), y fuentes móviles (transportes). El Registro cubre las emisiones al aire, agua y los residuos peligrosos transportados para su tratamiento o disposición final.

Las características clave del RETC incluyen (MMA, 2012):

- Recolección de información periódica de emisiones y transferencia de contaminantes proveniente del cumplimiento de las normas de emisión vigentes en el país y de esta forma permitir identificar los cambios a través del tiempo;
- Uso de métodos de estimación (por ejemplo, uso de balance de materiales y factores de estimación) para generar la información sobre emisiones y transferencias;
- Uso de identificadores comunes para las sustancias químicas, establecimientos y localidades para facilitar la comparación y agregación de datos;
- Digitalización de la información para facilitar su análisis;
- Difusión de la información con propósitos de gestión ambiental.

Los registros del RETC son actualizados anualmente, y se presentan a través de un informe elaborado por el MMA. La última actualización presentada en el 2012, incorpora los resultados del período 2005-2011, en la cual los resultados para emisiones al aire son presentados para cada una de las regiones del país.

3.1.2 RECOLECCIÓN DE LOS DATOS

Como se observa en el Figura 26, el RETC se alimenta de datos establecidos en distintos cuerpos normativos sectoriales. El MMA ha firmado convenios de cooperación con las distintas entidades a cargo de generar y gestionar dicha información, para ser traspasadas al RETC. Las instituciones colaboradoras son: Ministerio de Salud (MINSAL), SII, Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), INE, Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante (DIRECTEMAR), Secretaría Interministerial de Planificación de Transporte (SECTRA), Servicio Nacional de Aduanas, Sistema de Declaración de y Seguimiento de Residuos Peligrosos (SIDREP-MINSAL) y Correos de Chile (MMA,2012).



FIGURA 26. INSTITUCIONES QUE ALIMENTAN LA BASE DE DATOS DEL RETC.

Fuente: MMA (2012)

Dado el alcance de la presente consultoría, el análisis y revisión de la información se enfocará netamente en aquella que sea relevante para la futura elaboración de cuentas de aire.

3.1.3 FUENTES DE EMISIÓN CONTABILIZADAS EN EL RETC

El RETC contabiliza las emisiones dependiendo de su fuente de emisión, es decir si éstas corresponden a fuentes fijas o móviles. Ambos tipos de fuentes, el origen de la información y las sustancias contempladas se describen a continuación.

3.1.3.1 FUENTES FIJAS DE EMISIÓN (PUNTUALES)

Chile ha generado una variedad de normativas de cobertura nacional y regional que permiten recoger información de emisiones que pueden ser incorporadas al RETC.

El D.S. N°138/2005, obliga a realizar una declaración de emisiones a los titulares de fuentes fijas, de una serie de rubros, actividades y tipos de fuentes claramente definidos. Esta fuente de información es la que aporta la mayor cantidad de datos de emisiones al RETC, siendo la más relevante a nivel nacional y en especial para la Región Metropolitana. Esto se complementa para el resto del país con la información generada por el ENIA (Encuesta Nacional Industrial Anual - INE) la cual permite al INE realizar estimaciones de emisiones a la atmósfera, a todos aquellos establecimientos que no están sujetos a reporte mediante el D.S. N° 138/2005 MINSAL.

A continuación, se presenta una breve descripción de las normativas de Fuente Fija que generan información que alimenta al RETC:

NORMATIVA	ORGANISMO QUE PROMULGA	ESTABLECE
NORMATIVA DE COBERTURA NACIONAL		
D.S. N° 185/1991	Ministerio de Agricultura, Ministerio de Minería y Ministerio de Salud	Reglamenta el funcionamiento de establecimientos emisores de anhídrido sulfuroso, material particulado y arsénico en todo el territorio de la República, que emiten a la atmósfera cantidades mayores o iguales a tres toneladas diarias de anhídrido sulfuroso o una tonelada diaria de material particulado. Además, este Decreto será aplicable a toda fuente emisora de anhídrido sulfuroso o de material particulado localizada en una zona saturada o latente.
D.S. N° 165/1999	MINSEGPRES	Establece norma de emisión para la regulación del contaminante arsénico emitido al aire.
D.S. N°138/2005	MINSAL	Establece obligación de declarar emisiones a los titulares de fuentes fijas de los siguientes rubros, actividades o tipos de fuentes: <ul style="list-style-type: none"> •Calderas generadoras de vapor y/o agua caliente •Producción de celulosa •Fundiciones primarias y secundarias •Centrales termoeléctricas •Producción de cemento, cal o yeso •Producción de vidrio •Producción de cerámica •Siderurgia •Petroquímica •Asfaltos

D.S. N° 45/ 2007	MINSEGPRES	Que establece Norma de Emisión para Incineración y Coincineración. (Entrada en vigencia a partir del 5 de octubre de 2007, para las instalaciones existentes deberán cumplir con las normas de emisión establecidas en este decreto en un plazo no superior a tres años, contado desde su entrada en vigencia).
D.S. N° 167/1999	MINSEGPRES	Establece norma de emisión para olores molestos (compuestos sulfuro de hidrógeno y mercaptanos: gases TRS) asociados a la fabricación de pulpa sulfatada.
PLANES DE DESCONTAMINACIÓN		
D.S. N° 252/1992	Ministerio de Minería	Plan de Descontaminación del complejo industrial Las Ventanas (MP 10 y SO ₂)
D.S. N° 180/1994	MINSEGPRES	Aprueba Plan de Descontaminación de la Fundición Hernan Videla Lira-Paipote ENAMI (SO ₂).
D.S. N° 81/1998	MINSEGPRES	Establece Plan de Descontaminación para el área circundante a la Fundición de Caletones (MP 10 y SO ₂).
D.S. N° 164/1999	MINSEGPRES	Plan de Descontaminación para la localidad de Maria Elena y Pedro de Valdivia (MP 10).
D.S. N° 179/1999	MINSEGPRES	Establece Plan de Descontaminación para la zona circundante a la Fundición de Potrerillos de la División Salvador Codelco Norte (MP 10 y SO ₂).
D.S. N° 206/2001	MINSEGPRES	Establece Plan de Descontaminación para la zona circundante a la Fundición Chuquicamata de la división Chuquicamata de Codelco Norte (MP 10 y SO ₂).
REGIÓN METROPOLITANA		
D.S. N° 4/1992	MINSAL	Establece Norma de Emisión de Material Particulado para fuentes estacionarias puntuales y grupales de la Región Metropolitana.
D.S. N° 1.583/1992	MINSAL	Establece Norma de Emisión de Material Particulado a Fuentes Estacionarias Puntuales que afecta a las fuentes estacionarias puntuales que emitan más de una tonelada diaria de material particulado en la Región Metropolitana.
D.S. N° 58/2003	MINSEGPRES	Reformula y Actualiza el Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférico para la Región Metropolitana (PPDA) y en donde establece normas de emisión u obligación de efectuar mediciones para las fuentes estacionarias en los siguientes contaminantes: <ul style="list-style-type: none"> • Monóxido de Carbono, Norma en vigencia a partir del 29/01/05. • Dióxido de Azufre, Norma en vigencia a partir del 29/01/05. • Óxidos de Nitrógeno, la meta global e individual de reducción de emisiones al 2010, para dichas fuentes, será de 50% del total de emisiones que estas fuentes emitían en 1997.
Resolución N° 15.027/1994	SESMA	Establece Sistema de Declaración de Emisiones de Fuentes Fijas de la Región Metropolitana.

TABLA 15. NORMATIVA ASOCIADA A LAS SUSTANCIAS INCLUIDAS EN EL RETC

Fuente: MMA (2012)

- Sustancias agotadoras de la capa de ozono (SAO):

Chile en su participación del Protocolo de Montreal, se ha comprometido internacionalmente a la reducción del consumo de las sustancias agotadoras de la capa de ozono, y además, a fortalecer los mecanismos de información a la comunidad, referente a los efectos ambientales de dichas sustancias y de la radiación ultravioleta (UV). En respuesta a este compromiso, el país emite la Ley N° 20.096, la cual faculta el establecimiento de controles a las importaciones, producción y utilización de las sustancias controladas por el Protocolo de Montreal.

- Otra información relevante a nivel nacional:

El INE, facilita información relevante al RETC, respecto de la ENIA. Dicha encuesta, permite al INE realizar estimaciones de emisiones a la atmósfera, a todos aquellos establecimientos que no están sujetos a reporte mediante el D.S. N° 138/2005 MINSAL. La estimación se realiza considerando datos facilitados por los establecimientos, respecto de los consumos de combustibles y niveles de producción, para toda la industria manufacturera del país sobre diez trabajadores. Los datos generados por la encuesta se encuentran protegidos por secreto estadístico y por lo tanto, los resultados pueden ser entregados únicamente al RETC agrupados por actividad económica.

3.1.3.2 FUENTES DIFUSAS (NO PUNTUALES)

La SECTRA desarrolló la Metodología para el Cálculo de Emisiones Vehiculares (MODEM) y a partir de 2009, desarrolla una metodología alternativa para aquellas ciudades que no cuentan con modelo de transporte, incorporando así diez nuevas ciudades al RETC, sumando un total de 27 ciudades que cuentan con estimación de sus emisiones.

3.1.4 LISTADO DE SUSTANCIAS PRESENTES EN EL RETC

Las sustancias que se incluyen en el RETC, corresponden a aquellas definidas en la normativa vigente, expuesta previamente en la Tabla 15, y en los tratados y convenios internacionales suscritos por el país. El listado de contaminantes suscritos es extenso, sin embargo, se presentan a continuación, aquellas sustancias correspondientes a emisiones atmosféricas.

Tipos de sustancias RETC
Dióxido de carbono
Metano
Óxido nitroso
Óxidos nitrosos
Monóxido de carbono
Compuestos orgánicos volátiles distintos del metano
Dióxido de azufre
Material Particulado
MP 10
MP 2,5

Dibenzoparadioxinas policloradas y furanos (PCDD/F)
Nitrógeno amoniacal
Plomo
Tolueno / Metil Benceno / Toluol / Fenilmetano
Arsénico
Benceno
Hidrocarburos Totales
Mercurio

TABLA 16. SUSTANCIAS CONTEMPLADAS POR EL RECT.

Fuente: MMA (2012)

3.1.5 RUBROS DE INVENTARIOS INCLUIDOS EN EL RETC

A continuación, se presentan los rubros del inventario utilizado para la obtención de emisiones reportadas en el RETC, para fuentes fijas (Tabla 17) y fuentes móviles (Tabla 18):

GRUPO	SUB-GRUPO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	RUBRO DEL INVENTARIO
Fuentes estacionarias, areales y otras	Fuentes Fijas	Combustión	Combustión externa puntual	Generación eléctrica
				Calderas industriales
				Calderas de calefacción
			Combustión interna	Grupos electrógenos
				Industria de artes gráficas (procesos de secado)
				Motores de combustión interna
		Turbinas a gas		
		Disposición de residuos	Comercial / Institucional	Incineración de residuos médicos
				Industrial
			Quema abierta	
			Tratamiento térmico	
		Municipal	Incineración	
		Procesos	Industria metalúrgica secundaria	Molibdeno
				Productos de hierro y acero
				Productos de cobre y bronce
				Productos del zinc
				Productos del aluminio
Productos del plomo				
Tratamiento de superficies				
Producción primaria de Cobre				

			Industria de productos minerales	Producción primaria de Oro
				Producción de vidrio y fritas
				Producción de ladrillos
				Producción, almacenamiento y transporte de arcillas
				Producción de cemento
				Producción de cal
				Producción de yeso
				Fabricación de productos cerámicos
				Fabricación de mezclas de asfalto
				Manejo de áridos
				Productos de asbesto
			Industria química	Industria química
				Fabricación de productos plásticos
				Fabricación de neumáticos
			Industria maderera y papel	Fabricación y reciclaje de papel
Fabricación de artículos y muebles de madera				
Industria alimentaria y agropecuaria	Procesamiento de granos			
	Panaderías			
	Faenamiento de animales			
	Deshidratación de frutas			
				Fabricación de alimentos

TABLA 17. LISTA DE RUBROS DE INVENTARIOS FUENTES FIJAS INCLUIDOS EN EL RECT.

Fuente: MMA (2012)

GRUPO	SUB-GRUPO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	RUBRO DEL INVENTARIO
	Fuentes móviles en ruta	Vehículos livianos	Vehículos particulares (sedan y SW)	Vehículos particulares cat. Tipo 1
				Vehículos particulares cat. Tipo 2
				Vehículos particulares no catalíticos
				Vehículos particulares otros
			Vehículos de alquiler (Taxis básicos)	Vehículos de alquiler cat. Tipo 1
				Vehículos de alquiler cat. Tipo 2
				Vehículos de alquiler no catalíticos
				Vehículos de alquiler otros
			Vehículos comerciales (Jeep, camionetas particulares y comerciales, furgón comercial y furgón de pasajeros)	Vehículos comerciales cat. Tipo 1
				Vehículos comerciales cat. Tipo 2
				Vehículos comerciales no catalíticos
				Vehículos comerciales diésel Tipo 1
				Vehículos comerciales diésel Tipo 2
			Motos	Motos de dos tiempos convencional
				Motos de dos tiempos Tipo 1
		Motos de cuatro tiempos convencional		
		Motos de cuatro tiempos Tipo 1		
		Taxis colectivos	Taxis colectivos catalíticos Tipo 1	
			Taxis colectivos catalíticos Tipo 2	
			Taxis colectivos no catalíticos	
		Camiones	Camiones livianos	Camiones livianos diésel convencional
				Camiones livianos diésel Tipo 1
				Camiones livianos diésel Tipo 2
				Camiones livianos diésel Tipo 3
			Camiones medianos	Camiones medianos diésel convencional
				Camiones medianos diésel Tipo 1
				Camiones medianos diésel Tipo 2
				Camiones medianos diésel Tipo 3
			Camiones pesados	Camiones pesados diésel convencional
				Camiones pesados diésel Tipo 1
				Camiones pesados diésel Tipo 2
				Camiones pesados diésel Tipo 3
		Buses	Buses licitados	Buses licitados urbanos diésel VTT
Buses licitados urbanos diésel Tipo 1				
Buses licitados urbanos diésel Tipo 2				
Buses rurales e interurbanos	Buses interurbanos diésel convencional			
	Buses interurbanos diésel Tipo 1			
	Buses interurbanos diésel Tipo 2			
	Buses rurales diésel convencional			
	Buses rurales diésel Tipo 1			
	Buses rurales diésel Tipo 2			
	Buses rurales diésel Tipo 2			
Comerciales	Buses particulares			

TABLA 18. LISTA DE RUBROS DE INVENTARIOS FUENTES MÓVILES INCLUIDOS EN EL RETC.

Fuente: MMA (2012)

3.1.6 CLASIFICACIÓN CIIU POR ACTIVIDAD ECONÓMICA

La CIIU es la clasificación internacional de referencia de las actividades productivas. Su propósito principal es ofrecer un conjunto de categorías de actividades que se pueda utilizar para la reunión y difusión de datos estadísticos de acuerdo con esas actividades (Naciones Unidas, 2009).

El inventario RETC, como sistema de recopilación y tratamiento de datos estadísticos nacionales, integra la clasificación CIIU de tal manera de poder analizar la información generada de forma comparativa a la dinámica de emisiones atmosféricas a nivel internacional. En este sentido, el RETC, utiliza la clasificación adaptada para Chile denominada CIIU.cl (Rev 3) (INE, 2007).

3.2 INVENTARIO DE EMISIONES GASES EFECTO INVERNADERO (INGEI)

Los GEI, corresponden a aquellas emisiones de gases provenientes de las actividades o procesos habituales del ser humano, y que contribuyen, en diferentes grados, al denominado Efecto Invernadero. Dentro de los gases que tienen esta denominación se encuentran: Vapor de Agua, Dióxido de Carbono, Metano, Óxidos de Nitrógeno, Ozono, CFCs y HFCs.

Los principales GEI que contribuyen al calentamiento global son el dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), y el óxido nitroso (N₂O). Aunque estos gases están presentes en la atmósfera naturalmente, la actividad humana ha sido responsable por el rápido incremento en su concentración en el pasado siglo (Rees et al, 2014), principalmente debido al uso de combustibles fósiles, en el caso del primero y de las prácticas agrícolas, en el caso de los dos últimos. Otros GEI son los hidrofluorocarbonos (HFCs), hexafluoruro de sulfuro (SF₆) y perfluorocarbonos (PFC) que no tienen una fuente natural y sólo provienen de actividades humanas (Remuzgo *et al.*, 2016).

Todos los GEI difieren en sus propiedades radioactivas (ej, cuanta energía reflejan de vuelta a la tierra), periodo de vida en la atmósfera, impacto en el clima y cantidad emitida. Por lo mismo, tienen diferentes influencias sobre el cambio climático (Feldt, 2012), siendo los HFCs, SF₆ y PFC los tipo más potentes y más duraderos de gases emitidos por las actividades humanas, a pesar de sus bajas concentraciones (Remuzgo *et al.*, 2016).

Las emisiones de GEI antropogénicas son principalmente impulsadas por el tamaño de la población, actividades económicas, estilo de vida, uso de energía, patrones de uso de suelo, tecnología y políticas climáticas (IPCC, 2014a).

A pesar de que cada vez es mayor el número de políticas de mitigación del cambio climático, las emisiones antropogénicas anuales de GEI han aumentado en 10 GtCO₂eq entre 2000 y 2010, aumento que corresponde de forma directa a los sectores del suministro de energía (47%), la industria (30%), el transporte (11%) y los edificios (3%) (IPCC, 2014b).

La región conformada por América Latina y el Caribe (ALC) presenta una baja contribución a la concentración de CO₂ en la atmósfera, aunque su aporte anual se incrementa año tras año. Es así como se reporta que las emisiones globales de GEI eran del orden de 7 % para el año 2000, y se espera que en el año 2050 su participación sea de 9% (Olivo y Soto-Olivo, 2010).

Los países informan sobre sus emisiones y absorciones de GEI procedentes de todos los sectores a través de los INGEI, presentados a la CMNUCC, de conformidad con los acuerdos de política internacional sobre el clima y las directrices desarrolladas por el IPCC (FAO, 2015), dando así cumplimiento al Artículo 4, párrafo 1(a), y el Artículo 12, párrafo 1(a), de dicha Convención, y la decisión 1 de la Conferencia de las Partes número 16 de Cancún, en 2010 (FAO, 2015).

Los INGEI contienen información relativa a las emisiones y absorciones de GEI, tales como datos de actividad, factores de emisión, y las metodologías usadas para calcular las emisiones. Los sectores del inventario de GEI

son: energía, procesos industriales y uso de productos IPPU (Industrial Processes and Product Use en inglés), agricultura, silvicultura y otros usos del suelo (AFOLU) y desechos (Figura 27) (FAO, 2015).



FIGURA 27. CATEGORÍAS PRINCIPALES DE FUENTES Y SUMIDEROS DE LAS DIRECTRICES DEL IPCC DE 1996 Y 2006.

Fuente: FAO (2015)

Estos inventarios, constan de la identificación y contabilización de las emisiones provenientes de: consumo de energía eléctrica y combustibles, insumos, transporte de personal, transporte interno, viajes de negocios, actividades de terceros y disposición de residuos, las cuales se expresan en Toneladas de CO₂ equivalentes (ton CO_{2e}). Esta es una medida universal de medición utilizada para indicar la posibilidad de calentamiento global de cada uno de los gases con efecto invernadero. El nivel CO₂ equivalente es la cantidad de CO₂ que se necesitaría para dar el mismo forzamiento radiactivo medio mundial que la suma de los forzamientos de los otros gases de efecto invernadero. Esta es una manera de incluir los efectos del CH₄, del N₂O y de otros gases de efecto invernadero de vida larga, de una manera sencilla. Una tonelada de CO₂ equivalente corresponde a 21 toneladas de CH₄ o a 310 toneladas de N₂O.

Esta información permite a las instituciones y empresas conocer su línea base y posteriormente, realizar acciones para reducir y/o compensar sus emisiones. Así los resultados que comunican a sus *stakeholders* pueden ser verificables, fortaleciendo su imagen, sobre todo para clientes donde la sustentabilidad es considerada un elemento relevante a la hora de seleccionar un proveedor (MINENERGIA, 2015)

La Figura 28 muestra un esquema que sintetiza los alcances y las emisiones que son considerados en los inventarios de GEI (MINENERGIA, 2015).

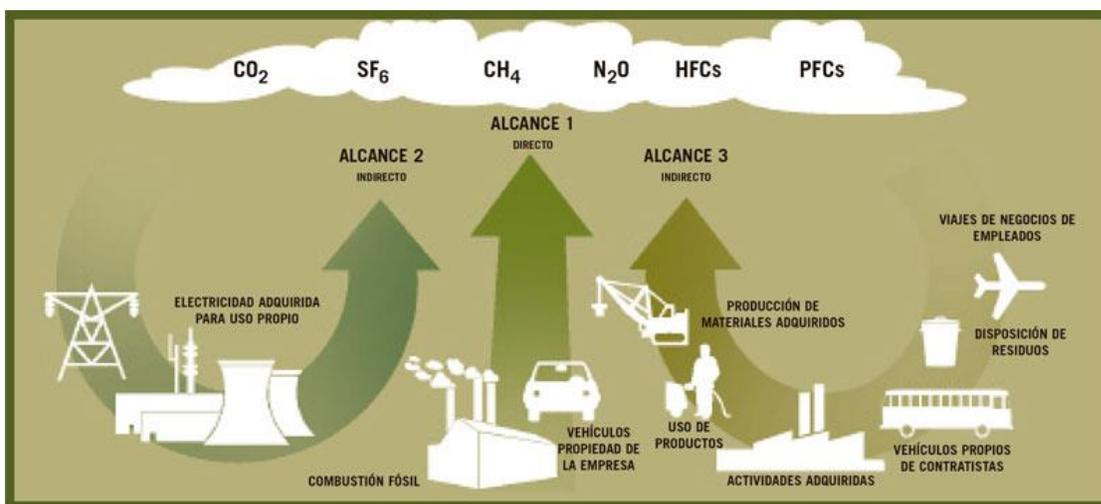


FIGURA 28. RESUMEN DE ALCANCES Y EMISIONES A TRAVÉS DE LA CADENA DE VALOR (INVENTARIO DE GEI).

Fuente: MINENERGIA, 2015

Respecto a las emisiones y capturas nacionales de los tres principales GEI del inventario chileno: el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄), y el óxido nitroso (N₂O), se puede indicar que el CO₂ es el principal GEI emitido en Chile (MMA, 2011). Al año 2000 representaba el 55% del total de emisiones netas de CO₂ eq del inventario anual, en tanto que en 2006, su importancia subió al 65%. En el caso de las capturas de CO₂, que ocurren por procesos fotosintéticos en la naturaleza, éstas disminuyeron desde 29,8 millones de ton de CO₂ a 22 millones de ton de CO₂ entre los años 2000 y 2006, de acuerdo a la contabilidad de la metodología de preparación de los inventarios, lo que corresponde a un decremento de un 26%. Ahora bien, el CH₄ es, después del CO₂, el GEI que tiene mayor impacto en las emisiones del país. En 2000 representaba el 27% del total de emisiones netas de CO₂ eq del inventario anual, en tanto que el año 2006 correspondía al 21%. El sector agricultura es el que más contribuye con emisiones de metano. El N₂O representaba el 18% del total de emisiones netas de CO₂ eq del INGEI en 2000, en tanto que en 2006, correspondía al 14% del CO₂ eq. El 88% de las emisiones de este GEI provienen del sector agricultura para 2000, porcentaje que se reduce marginalmente a un 87% para el 2006.

Los mecanismos claves para el reporte de los INGEI por parte de los países en desarrollo, como Chile, a la Convención han sido las *comunicaciones nacionales* (CN) y, a partir de 2014 lo serán los *informes bienales de actualización* (IBA).

En el año 1999, el Gobierno de Chile presentó su Primera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático (CONAMA, 1999), mostrando las emisiones por fuentes y las absorciones por sumideros de GEI generadas por actividades desarrolladas en los sectores: (1) sector energía (producción y consumo), (2) procesos industriales y uso de solventes, (3) agricultura, (4) cambio de uso de la tierra y silvicultura y (5) gestión de residuos; se realizó para 1993 en forma preliminar, y se actualizó para 1994, de modo de estar en condiciones de reportar el año de referencia acordado por la Convención para los países en desarrollo. En 2011 se presentó la Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático (MMA, 2011), abarcando una serie de tiempo desde 1984 al

año 2006. Más recientemente, se ha presentado el Primer Informe Bienal de Actualización de Chile (MMA, 2014a).

La Tercera Comunicación Nacional comenzó durante el primer semestre de 2013 y concluyó a mediados de 2014, abarcando la serie de tiempo 1990-2010, la cual se describe a continuación.

3.2.1 TERCERA COMUNICACIÓN NACIONAL

Como se observa en la Figura 29, la Oficina de Cambio Climático de MMA (OCC MMA) es quien coordina y gestiona que el sistema nacional de inventarios de gases de efecto invernadero (GEI) se actualice cada dos años, garantizando la sostenibilidad de la preparación de los inventarios, la coherencia de las emisiones notificadas y la calidad de los resultados. Este trabajo lo hace en conjunto con los equipos sectoriales encargados de la elaboración de sus sectores respectivos. Además, expertos nacionales (internos) e internacionales (externos) colaboran transversalmente aportando su experticia en las temáticas relacionadas al INGEI. Este equipo nacional reporta su trabajo al Equipo Nacional Coordinador de IBA y CN para la inclusión del INGEI de Chile en el informe que corresponda. Por último, el Equipo Nacional Coordinador reporta al Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y el Cambio Climático, solicitando su aprobación (MMA, 2014b).

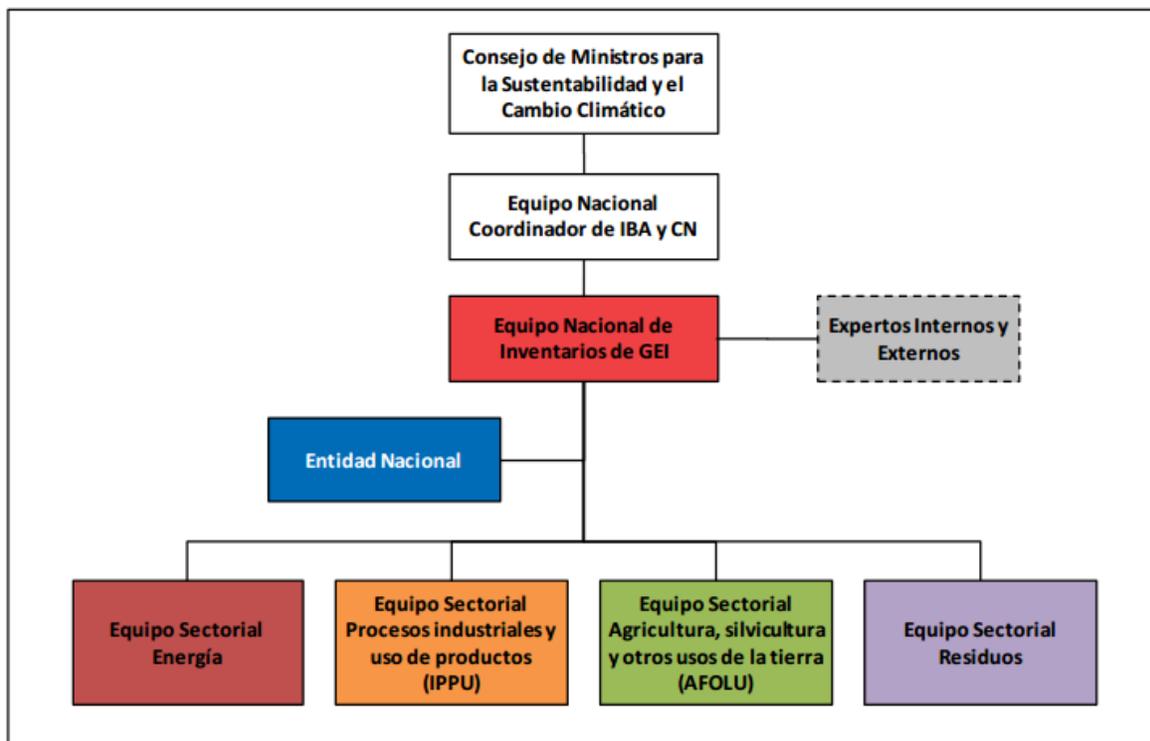


FIGURA 29. ESTRUCTURA DEL SISTEMA NACIONAL DE INVENTARIOS DE GEI DE CHILE

Fuente: MMA (2014b).

Cada equipo sectorial está encargado de la elaboración del inventario de GEI de su propio sector (ISGEI), siguiendo la estructura que se expone en la Figura 30:

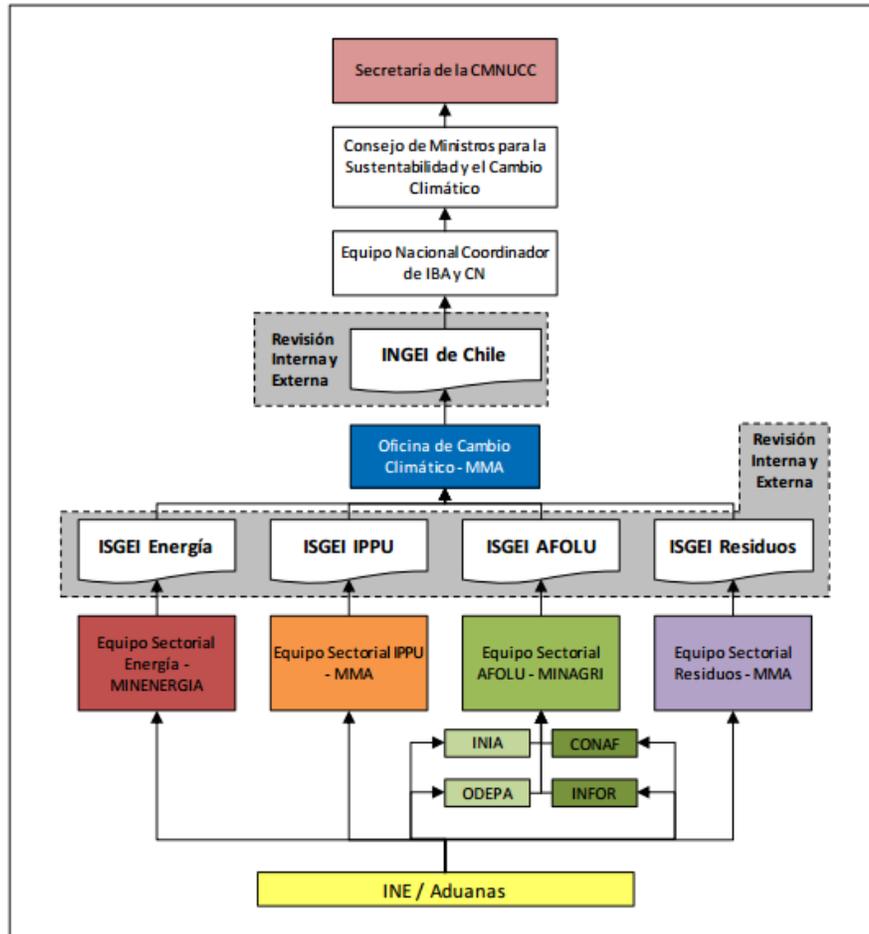


FIGURA 30. PROCESO PARA LA ACTUALIZACIÓN DEL INVENTARIO NACIONAL DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DE CHILE.

Fuente: MMA (2014b).

De esta forma, el ISGEI del sector Energía fue elaborado por la División del Prospectiva y Política Energética del MINENERGIA; el ISGEI del sector IPPU fue elaborado por la OCC del MMA; El ISGEI del sector AFOLU fue elaborado por el Ministerio de Agricultura (MINAGRI), en donde la ODEPA coordinó el trabajo de la CONAF para el desarrollo de las temáticas relacionadas con cambio de uso de la tierra, del Instituto Forestal (INFOR) para el desarrollo de los temas sobre tierras forestales, y del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) para el desarrollo de los temas agropecuarios; el INGEI del sector Residuos fue elaborado por la Sección de Residuos Sólidos (actualmente parte de la Oficina de Residuos y Sustancias Peligrosas) del MMA (MMA, 2014b).

La base de la información estadística general es proporcionada por el INE y el Servicio Nacional de Aduanas (Aduanas). Esta información también cumple la función de medio para la verificación de la información propia que poseen los equipos sectoriales.

Metodologías

El INGEI fue elaborado siguiendo las “Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero”²⁶ (GL2006) y la aplicación del software del IPCC. El uso de estas metodologías, permite al país reportar sus emisiones en el formato requerido por la Convención, de esta forma los valores pueden ser comparables internacionalmente.

El Inventario abarca todo el territorio nacional (territorio continental, insular y antártico) e incluye emisiones y absorciones de GEI en una serie de tiempo completa desde 1990 a 2010.

Asimismo, incluye la gran mayoría de fuentes de emisiones y absorciones por los sumideros para la gran mayoría de las categorías y subcategorías que componen los sectores. Las categorías principales se presentan en la Figura 31. Algunas sub-categorías pudieron ser estimadas por falta de datos de actividad.

Sectores según GL1996/GPG2000/ GPG-LULUCF
1. Energía
2. Procesos Industriales (PI)
3. Utilización de disolventes y otros productos (UDOP)
4. Agricultura
5. Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS)
6. Residuos

FIGURA 31. SECTORES EN LOS CUALES SE CATEGORIZAN LAS EMISIONES GEI DE CHILE.

Fuente: MMA (2014b).

El inventario identifica y contabiliza como mínimo las emisiones de los gases de efecto invernadero directo, lo cual no excluye que puedan incorporarse algunos de efecto indirecto. Las sustancias mencionadas se detallan a continuación:

Fórmula / Sigla	Tipos de sustancias INGEI	Efecto invernadero
CO ₂	Dióxido de carbono	Directa
CH ₄	Metano	Directa
N ₂ O	Óxido nitroso	Directa

²⁶ IPCC (2006): <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/index.html>

HFCs	Hidrofluorocarbonos	Directa
PFCs	Perfluorocarbonos	Directa
SF6	Hexafluoruro de azufre	Directa
CO	Monóxido de carbono	Indirecto
NOx	Óxidos nitrosos	Indirecto
SO ₂	Dióxido de azufre	Indirecto
COVNM	Compuestos orgánicos volátiles no metálicos	Indirecto

TABLA 19. SUSTANCIAS IDENTIFICADAS Y CONTABILIZADAS EN LOS INGEI.

Fuente: POCH (2008)

En relación a los GEI de efecto directo, el SF6 no fue estimado por falta de datos de actividad. Además, los de efecto indirecto, solo fueron calculados en el sector Energía y en las categorías relacionadas con quema de biomasa en el sector Agricultura y el sector UTCUTS.

Para la estimación de las emisiones y absorciones de GEI, se requieren por un lado los datos de actividad, lo cual refiere al alcance hasta el cual tiene lugar una actividad humana, y por otro, los factores de emisión contemplados para dicha actividad. De esta forma, la ecuación básica es:

$$\text{Emisiones de GEI} = \text{Datos de actividad (DA)} \times \text{Factores de emisión (FE)}$$

Se han planteado tres métodos para la estimación de los GEI, los cuales deben ser aplicados según el nivel de importancia de la categoría (fuente de emisión) en el total de las emisiones del país y la disponibilidad de datos de actividad y/o factores de emisión específicos del país. Estos factores, necesarios para cuantificar emisiones y capturas, contemplan valores por defecto, los que se encuentran en documentos elaborados por el IPCC, aunque también pueden usarse valores específicos. En tanto, para los datos de actividad, dependiendo de los sectores en análisis, existen diversas fuentes locales e internacionales de acceso público, las cuales serán descritas en detalle más adelante.

A continuación, se presentan los tres métodos para la estimación de los GEI:

- **Método Nivel 1:** corresponde al “método por defecto”, que es la instancia metodológica más simple, aplicable cuando no se cuenta con datos de actividad propios o factores de emisión país específicos. Sin embargo, posee el riesgo de que las circunstancias nacionales no sean debidamente reflejadas.
- **Método Nivel 2:** utiliza el mismo procedimiento metodológico del nivel 1, pero con factores de emisión y/o datos de actividad paramétricos propios del país o de una región de éste. Bajo estas circunstancias, siempre se alcanzarán estimaciones de emisiones/capturas de gases de efecto invernadero más precisas. Este método debiera aplicarse a las categorías clave.
- **Método Nivel 3:** en este nivel se encasillan los distintos métodos específicos de cada país (modelos, censos y otros), cuya aplicación es recomendada siempre que hayan sido debidamente validados y, en el caso de los modelos, se encuentren publicados en revistas científicas con comité editorial.

En Chile, el método que mayormente se utiliza, dada la falta de datos propios, corresponde al Método 1 “método por defecto”.

Luego de obtener las estimaciones de emisiones y absorciones de GEI por cada una de las categorías y subcategorías, es necesario reportar estos valores de forma agregada, para esto las emisiones (no-CO₂) se convierten a valores de dióxido de carbono equivalente (CO₂eq). Para realizar la conversión, los países en desarrollo deben utilizar los potenciales de calentamiento global (PCG) (Tabla 20) proporcionados por el IPCC en su *Segundo Informe de Evaluación (SAR)* basados en los efectos de los GEI en un horizonte temporal de 100 años.

Potenciales de calentamiento global	
CO ₂	1
CH ₄	21
N ₂ O	310
HFC-32	650
HFC-125	2.800
HFC-134a	1.300
HFC-152a	140
HFC-143a	3.800
HFC-227ea	2.900
HFC-236fa	6.300
CF ₄	6.500

TABLA 20. POTENCIALES DE CALENTAMIENTO GLOBAL.

Fuente: MMA (2014).

Las principales fuentes de información utilizadas para obtener los datos de actividad de cada sector se presentan en la Tabla 21.

Sector	Fuente
1. Energía	<i>Balance Nacional de Energía</i> (Ministerio de Energía) <i>Anuarios de estadísticas del cobre y otros minerales</i> (COCHILCO) Estadísticas de consumo combustible internacional (Servicio Nacional de Aduanas)
2. PI	Producción de cemento (Instituto del Cemento y Hormigón de Chile) Importaciones y exportaciones de clínker (Servicio Nacional de Aduanas) Producción de cal (Inacesa, Soprocál, CMPC y Arauco) Producción de vidrio (SOFOFA) Producción ácido nítrico (POCH y Deuman) <i>Balance Nacional de Energía</i> (Ministerio de Energía) Producción de metanol (Methanex) Producción plomo, cinc, hierro y acero (COCHILCO, SERNAGEOMIN) Producción Ferroatomociones (USGS) Producción, importación y exportación de sustancias SAO (INE, Servicio Nacional de Aduanas)
3. UDOP	Producción, importación y exportación de lubricantes y ceras de parafina (INE, Servicio Nacional de Aduanas)
4. Agricultura	<i>Censos Agropecuarios y Forestales</i> (INE, ODEPA) Estadísticas anuales (INE, ODEPA) Estadísticas (FAO)
5. UTCUTS	<i>Inventario Forestal Continuo</i> (INFOR) <i>Estadísticas Forestales</i> (INFOR) <i>Catastros Vegetacionales</i> (CONAF) Estadísticas históricas de incendios forestales (CONAF)
6. Residuos	<i>Censo de población y vivienda</i> (INE) <i>Catastro ajustado de RSM</i> (MMA) Cantidad de lodos depositados (SISS)

TABLA 21. PRINCIPALES FUENTES DE DATOS DE ACTIVIDAD DEL INGEI DE CHILE.

Fuente: MMA (2014b).

La elaboración del INGEI pasa por un control de calidad basado en un sistema de actividades técnicas rutinarias destinado a evaluar y mantener la calidad del inventario a medida que es elaborado. A su vez, contempla una garantía de calidad, la cual considera procedimientos de revisión efectuados por personal que no participa directamente en el proceso de elaboración del INGEI.

Por su parte, los análisis de incertidumbre, muestran que la incertidumbre del INGEI de Chile está asociada principalmente al uso de factores de emisión por defecto. En este sentido, los sectores que aportan en mayor medida a la incertidumbre del INGEI de Chile (contribución a la varianza) del año 2010 son el sector UTCUTS, seguido del sector Agricultura, el sector Residuos, el sector Energía y por último el sector Procesos industriales/UDOP.

3.3 INVENTARIOS DE EMISIONES LOCALES

Los **inventarios de emisiones locales**²⁷ corresponden a estudios realizados por organizaciones de investigación (tales como el DICTUC) o consultoras especializadas en la materia por mandato de la autoridad ambiental (CONAMA en su momento y MMA en la actualidad). En ellos se busca estimar las emisiones de diferentes contaminantes, para un año base determinado en el inventario, a partir del cual se puedan hacer proyecciones considerando las medidas actuales y el crecimiento esperado de las actividades en la localidad de estudio.

3.3.1 ACTUALIZACIÓN DEL INVENTARIO DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS EN LA REGIÓN METROPOLITANA²⁸

La gran contaminación atmosférica de la Región Metropolitana, con múltiples escenarios de superación de la norma, la han declarado como zona saturada por ozono, material particulado respirable, partículas totales en suspensión y monóxido de carbono, y además zona latente por dióxido de nitrógeno. (SMA, s.f)

La implementación del Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica (PPDA) plantea el cumplimiento de todos los estándares de calidad del aire al año 2010, razón por la cual, la actualización del inventario regional de contaminantes atmosféricos se vuelve necesaria, para la posterior actualización de dicho plan a partir de información adecuada.

El inventario tiene por objetivo entonces, hacer una actualización de las emisiones atmosféricas de MP₁₀, MP_{2,5}, CO, NO_x, SO₂, para una base temporal correspondiente al año 2005, y de las metodologías empleadas para la estimación de las emisiones disponibles para entonces. Contempla, asimismo, el desarrollo de un escenario proyectado al año 2010, a partir de los resultados obtenidos para 2005, el cual considera las medidas establecidas en dicho período, así como el crecimiento normal de las actividades en la Región.

Para el desarrollo del inventario, fue necesaria la revisión de las metodologías utilizadas previamente en la elaboración del inventario del año 2000 de CONAMA Metropolitana y realizar una actualización de éstas de acuerdo al estado del arte en el desarrollo de inventarios y de los factores de emisión más actuales desarrollados a la fecha (2005).

Las fuentes contempladas en el inventario, corresponden a:

- Estacionarias puntuales (combustión, procesos y emisiones fugitivas)
- Estacionarias de área (residencial, comercial, quemas, residuos y biogénicas)
- Fuentes de polvo fugitivo

²⁷ Cabe destacar que en los informes del DICTUC de ambos inventarios se establece que los resultados están incluidos en el RETC, sin embargo al consultar al respecto al MMA se indicó que dichos registros no se encontraban incorporados en la base de datos del RETC.

²⁸ Sección elaborada en base al informe de DICTUC (2007).

- Fuentes móviles en ruta, incluyendo la infraestructura relacionada en el caso del transporte público y que consideren la red urbana del Gran Santiago, red interurbana y otros sectores urbanos de la región.
- Fuentes móviles fuera de ruta (maquinaria agrícola, de construcción e industrial, aeropuertos, etc.)

Para poder modelar escenarios basados en información adecuada y la realidad de la región para ese entonces, fue necesario incorporar al estudio los cambios que figuraban en el escenario regional, como los cambios a nivel de infraestructura como tecnológicos en el transporte, el crecimiento del parque vehicular, el crecimiento industrial entre otras.

A continuación, se presenta un diagrama (Figura 32) que contempla el enfoque metodológico llevado a cabo para la elaboración del inventario:

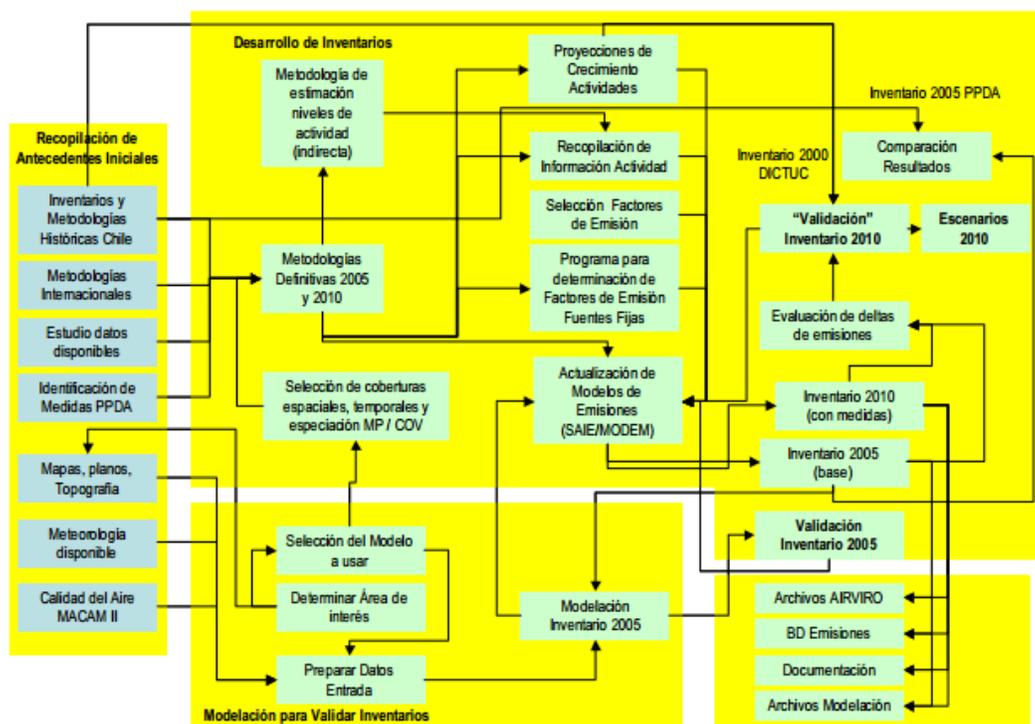


FIGURA 32. ENFOQUE METODOLÓGICO PARA LA EJECUCIÓN DEL ESTUDIO.

Fuente: DICTUC (2007)

De acuerdo a esto, se elaboran dos inventarios para el año 2005, el "Inventario 2005", el cual considera las emisiones de fuentes al año 2005, incluyendo el nivel de implementación de las medidas del PPDA vigentes a esa fecha. El segundo "Inventario de diseño del PPDA 2005" considera las emisiones de las fuentes considerando la implementación total de las medidas del PPDA vigentes para el año 2005.

El inventario posee una estructura detallada de clasificación e identificación de las fuentes, considerando la distribución en el tiempo y en el espacio de las emisiones atmosféricas.

Los resultados finales son ordenados en base a la estructura general de inventarios consensuada con CONAMA en el marco del estudio desarrollado por CENMA para la última actualización del PPDA, la cual se presenta en la figura a continuación:



FIGURA 33. ESTRUCTURA GENERAL DEL INVENTARIO.

Fuente: DICTUC (2007)

Dentro de las metodologías específicas para el cálculo de emisiones utilizadas en el inventario, se encuentran la Metodología SAIE y MODEM II, las cuales se describen brevemente a continuación:

Metodología SAIE

SAIE corresponde al *Sistema de Administración del Inventario de Emisiones* el cual reúne la totalidad de las fuentes de contaminación atmosféricas de un inventario. Dependiendo de las características y modelos disponibles para cada tipo de fuente este sistema puede integrar emisiones directamente provenientes de otros modelos o mediciones directas de las fuentes (DICTUC, 2007). Esta herramienta permite incorporar y levantar información georreferenciada que se necesite para fines de estimación de inventarios de emisiones atmosféricas y de su posterior modelación. Las salidas del SAIE son reportes de emisiones bajo diferentes llaves de búsqueda (tipo de vehículo, de combustible, por comuna, etc.). Cabe señalar que al interior del sistema es posible llegar a tipos de fuentes específicas, el esquema es una representación general del sistema (DICTUC, 2008)

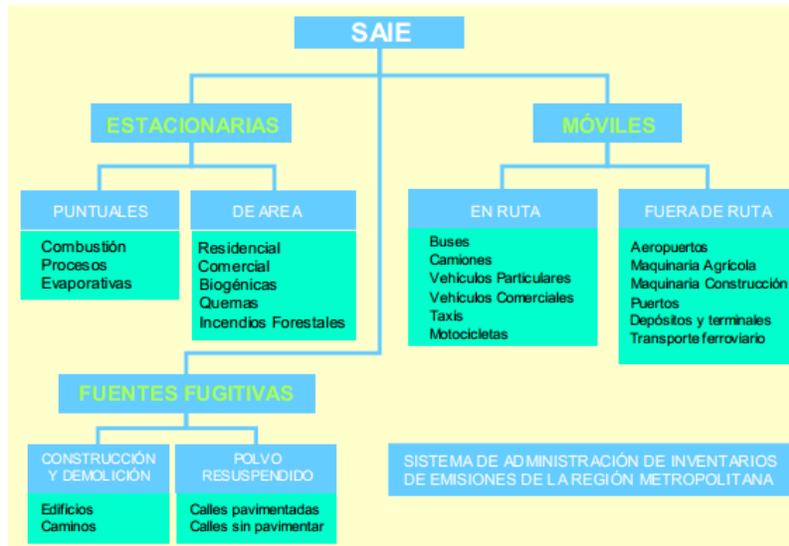


FIGURA 34. ESQUEMA DEL SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN DE INVENTARIOS DE EMISIONES DE LA RM (SAIE).

Fuente: DICTUC (2007)

Metodología MODEM

El modelo de emisiones vehiculares (MODEM) es un software especializado que permite calcular las emisiones de contaminantes atmosféricos generados por la actividad vehicular en áreas urbanas. Este cálculo se realiza con un alto grado de interacción entre modelos de transporte terrestre, y con sistemas de información geográfica (SIG). La siguiente figura muestra las principales características de este sistema (DICTUC, 2007).

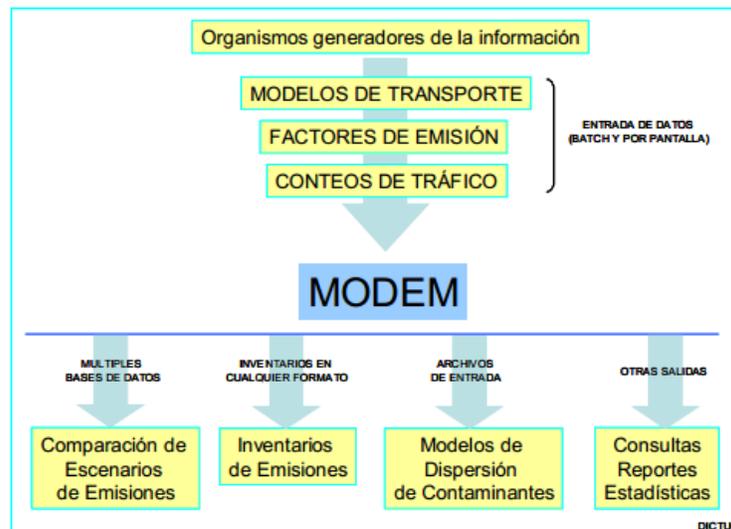


FIGURA 35. ESQUEMA GENERAL DEL SISTEMA MODEM.

Fuente: DICTUC (2007)

A continuación, se realiza una resumida descripción de los aspectos metodológicos relevantes del inventario, en el marco de la presente consultoría. Se pone especial atención a la categorización de las fuentes de emisión, así como a las fuentes de información relativas a metodologías y factores de emisión considerados.

Fuentes móviles en Ruta

Respecto a las fuentes móviles en ruta, las cuales incluyen el transporte privado y transporte público de la red urbana e interurbana, contempla principalmente los siguientes tipos de vehículos: vehículos livianos particulares, comerciales y de alquiler, taxis colectivos, buses de transporte público, buses de transporte interurbano y rural, camiones (livianos, medianos y pesados) y motocicletas. En la siguiente tabla se presenta el listado de los tipos de vehículos que han sido considerados para el inventario:

CATEGORIA	SUB-CATEGORIA
Particulares	Vehículos Particulares Cat. Tipo 1
	Vehículos Particulares No Catalíticos
	Vehículos Particulares a diesel
Alquiler	Vehículos de Alquiler Cat. Tipo 1
	Vehículos de Alquiler No Catalíticos
	Vehículos de Alquiler a Gas
Comerciales	Vehículos Comerciales Cat. Tipo 1
	Vehículos Comerciales No Catalíticos
	Vehículos Comerciales Diesel Tipo 1
	Vehículos Comerciales a Gas
	Buses particulares
	Vehículos Escolares Cat. Tipo 1
	Vehículos Escolares No Catalíticos
Vehículos Escolares a Diesel	
Camiones Liv. Y Med.	Camiones Livianos Diesel Convencional
	Camiones Livianos Diesel Tipo 1
	Camiones Livianos Diesel Tipo 2
	Camiones Medianos Diesel Convencional
	Camiones Medianos Diesel Tipo 1
Motos	Camiones Medianos Diesel Tipo 2
	Motos de Dos Tiempos Convencional
Tx. Colectivos	Motos de Cuatro Tiempos Convencional
	Taxis Colectivos Catalíticos Tipo 1
	Taxis Colectivos No Catalíticos
Camiones Pesados	Taxis Colectivos a Gas
	Camiones Pesados Diesel Convencional
	Camiones Pesados Diesel Tipo 1

	Camiones Pesados Diesel Tipo 2
Buses Licitados (Escenario Real)	Buses Licitados Urbanos Diesel Tipo 1
	Buses Licitados Urbanos Diesel Tipo 2
	Buses Licitados Urbanos Diesel Tipo 3
Buses Licitados (Escenario de Diseño)*	Bus Troncal 1 _separados en tecnología y subclases
	Bus Troncal 2 _separados en tecnología y subclases
	Bus Troncal 3 _separados en tecnología y subclases
	Bus Troncal 4 _separados en tecnología y subclases
	Bus Troncal 5 _separados en tecnología y subclases
	Bus Alimentador _separados en tecnología y subclases

TABLA 22. TIPOS DE VEHÍCULOS CONTEMPLADOS EN EL INVENTARIO.

Fuente: DICTUC (2007).

Por otro lado, las emisiones asociadas a las fuentes móviles en ruta provienen de los siguientes tipos de descarga:

Tipos de descargas de emisiones de fuentes móviles en ruta:
<ul style="list-style-type: none"> • Emisiones en caliente provenientes del sistema de escape de los vehículos • Emisiones evaporativas por pérdidas durante el recorrido (running losses) • Emisiones evaporativas durante el día (diurnal) • Emisiones evaporativas por detenciones en caliente (hot soak emissions) • Emisiones por partidas en frío • Emisiones provenientes de desgaste de frenos y neumáticos. • Emisiones de polvo resuspendido desde calles pavimentadas

TABLA 23. TIPO DE DESCARGAS TOTALES INCORPORADAS EN EL CÁLCULO DE EMISIONES DE FUENTES MÓVILES EN RUTA.

Fuente: DICTUC (2007).

Los factores de emisión considerados en este inventario, corresponden a los propuestos en el estudio europeo COPERT III para la estimación de las emisiones vehiculares en caliente, emisiones evaporativas y emisiones por partidas en frío, dado que el de la Región Metropolitana, es mucho más parecido al europeo y japonés que al de EUA. Adicionalmente, se consideran los factores de emisión locales que se han desarrollado en nuestro país y los factores de corrección que se puedan calcular por mejoras en las características de los combustibles y ajustes por factores de deterioro especialmente en lo que respecta al deterioro de los catalíticos.

Fuentes móviles fuera de ruta

La clasificación principal de las fuentes corresponde a maquinarias y aeronaves de aeropuertos y maquinaria vehicular. En el primer caso, se consideran todas las fuentes de emisión provenientes de las actividades generadas en el Aeropuerto Arturo Merito Benítez. Las metodologías se basan en los antecedentes técnicos presentados por el *Federal Aviation Administration Office of Environment and Energy Washington, DC, 2006*.

A continuación, se indican las fuentes consideradas, enmarcadas dentro de la denominación y agrupación definida en el modelo EDMS, *Emissions and Dispersion Modeling System*, preparado por el *Federal Aviation*

Administration Office of Environment and Energy. En este contexto, los factores de emisión utilizados son los propuestos por el modelo EDMS.

- Aeronaves
- Equipo soporte en tierra y Unidades de poder auxiliar, GSE/APU
- Fuentes Móviles (veh. De acercamiento)
- Fuentes Móviles en estacionamientos
- Fuentes Estacionarias
- Entrenamiento de Bomberos

En cuanto a la maquinaria vehicular, los tipos de maquinaria considerada dentro del inventario son aquellas asociadas a maquinaria agrícola y a maquinaria de construcción que operan dentro de la Región Metropolitana. En este caso, para el cálculo de emisiones y factores de emisión se utiliza la metodología EPA descrita en el documento “EPA420-P-04-009, April 2004, NR-009c, Exhaust and Crankcase Emission Factors for Nonroad Engine Modeling--Compression-Ignition”. Los resultados de las emisiones de contaminantes son presentados en Ton/año para cada comuna de la RM.

Fuentes Areales

Las emisiones relativas a **áreas residenciales**, se producen al quemar algún tipo de combustible en las residencias particulares, ya sea para los usos de calefacción, calentar agua o la cocción de alimentos. Los combustibles asociados al uso residencial se indican a continuación:

- Kerosene
- Gas licuado (GLP)
- Gas Natural (GN)
- Gas de ciudad – gas propano diluido (GPD)
- Leña

Los factores de emisión se asocian al tipo de combustible. Para GLP, GC, GN y Kerosene provienen de dos fuentes de información, una corresponde al AP-42 de la EPA y la otra de la Agencia Ambiental de California (CARB). Para el caso del SO₂ se tienen los factores de emisión proporcionados por Metrogas y Gasco y para NH₃ por RADIANT en el año 1991.

En tanto para la leña, los factores de emisión están en función del tipo de equipo de combustión, donde cada factor internaliza condiciones de quemado, como por ejemplo: especie de la leña, su contenido de humedad y la carga o alimentación de la leña al equipo de combustión. Para su determinación, se revisó una serie de estudios previos, entre ellos inventarios anteriores en la RM, el inventario de la IX Región de la Araucanía (Temuco y Padre Las Casas). Los resultados se presentan de acuerdo la ubicación, área urbana o rural, y por tipo de equipo.

En relación a las emisiones de contaminantes generadas por los **rellenos sanitarios** en la Región Metropolitana, aquellos establecimientos considerados en el estudio corresponden a: Loma los Colorados,

Santa Marta, Santiago Poniente y, en Melipilla, el relleno sanitario Popeta, administrado por la Municipalidad de Melipilla.

Los rellenos sanitarios, debido a la actividad microbiana que se produce a partir de la descomposición anaerobia de los desechos, generan Metano (CH₄) y otros gases. Aproximadamente 500 m³ de metano y 450 m³ de dióxido de carbono son producidos por cada tonelada de materia orgánica que se descompone.

La metodología de estimación de emisiones utilizada es la del modelo US EPA y los factores de emisión de AP-42 de la EPA.

Además de las emisiones de gas, se consideran las emisiones de los camiones y maquinarias que circulan en el interior de los rellenos. Para el cálculo de las emisiones de estas fuentes se emplean las metodologías para fuentes móviles (fuera de ruta) descritas previamente, considerando las emisiones provenientes de tubo de escape, así como también las emisiones de polvo resuspendido por el paso de los camiones.

Otro punto a considerar, corresponde a las **quemadas agrícolas**, descritas como procesos de combustión de menor escala como quema de rastrojos, de ramas y materiales leñosos. Estas quemadas se clasifican en legales (autorizadas) e ilegales. Las quemadas ilegales corresponden a quemadas agrícolas no permitidas que se llevan a cabo principalmente entre mayo y septiembre de cada año. Las quemadas 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 DS 276/80 y por el DS 584/2006 que modifica el DS 100/1990 del Ministerio de Agricultura.

Como no se contaba con el registro del número de hectáreas quemadas por tipo de cultivos, ni la carga de material quemado por hectárea, variables exigidas por la metodología CARB "*Section 7.17 Agricultural Burning and Other Burning Methodology*", se determinó trabajar con el supuesto que un 70% de las hectáreas quemadas corresponden a cereales, chacras y hortalizas y que un 30% corresponde a quemadas provenientes de residuos de cultivos frutales, porcentajes definidos por consulta a ingenieros forestales. A partir de este supuesto, se sacó un factor de emisión ponderado para quemadas agrícolas en su conjunto.

En los resultados, se presenta la cantidad de emisiones generadas por quemadas agrícolas para cada comuna, por contaminante.

Los **incendios forestales** por su parte, corresponden a procesos de combustión incontrolados, de gran tamaño que consumen vegetación de variadas especies y tamaños en un área geográfica. Para realizar la estimación se requiere de información sobre el tipo de material que se quema y la superficie afectada, además de los factores de emisión para cada tipo de material.

Los factores de emisión considerados para los incendios forestales, son los propuestos, por CARB en la versión revisada de 1999. Los resultados del cálculo de emisiones por incendios forestales se presentan por comuna, para cada contaminante.

Las emisiones generadas por los **incendios urbanos** son estimadas utilizando la metodología proveniente de CARB "*Sección 7.14 Structure and Automobile Fires*", actualización 1999, así como los factores de emisión

considerados. Esta metodología considera el número de siniestros ocurridos durante el período de estudio y una tasa de emisión que representa los kilogramos de contaminante por siniestro ocurrido.

Las emisiones provenientes por el consumo de **cigarrillos** en la región, se obtienen al multiplicar un factor de emisión por el nivel de consumo en la población. Estos factores de emisión son realizados por la Compañía Chilena de Tabacos, y se relacionan al tipo y cantidad de emisiones producidas por su quema. Por su parte, La información de producción nacional se obtiene a través de INE, mientras que las cantidades importadas y exportadas a través de los servicios de Aduana.

Respecto a las emisiones por **producción de ladrillos**, hasta antes del año 2005, éstas provenían de la combustión de leña, viruta y carbón en el proceso. Sin embargo, se considera que al año 2005, a través de los acuerdos la producción limpia, la producción de ladrillo se efectúa con gas licuado en el proceso. Este cambio tecnológico asociado a la utilización únicamente de gas licuado en la fabricación de ladrillos, involucra un cambio en el factor de emisión a utilizar en la ecuación de cálculo de emisiones, el cual fue facilitado por el SESMA (Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente). Los resultados del cálculo de emisiones por la producción de ladrillo, se presentan por contaminante (MP₁₀) y para cada comuna.

Fuentes de Polvo Fugitivo – Construcción y Demolición

Para la **construcción de edificios**, la metodología para la estimación de emisiones se basa en un factor de emisión, en el tiempo en que demora la realización de la obra y en la superficie de terreno intervenida. El factor de emisión que se utiliza es propuesto por CARB “*Section: 7.7 Building Construction Dust*” (Revisión 2002). Aplicando la metodología se obtienen los resultados de emisiones de PTS y PM₁₀, desagregados por comuna.

En tanto para la **construcción de caminos**, el cálculo requiere del área que es afectada por la construcción. La información actualizada de los m² construidos para el año 2005, se rescata de los registros del Programa de Pavimentación Participativa Región Metropolitana año 2005 facilitado por la Secretaría Regional Ministerial de Vivienda. El factor de emisión utilizado, fue tomado de CARB “*Section 7.8 Road Construction Dust, CARB*” revisión agosto 1997, y está basado en el Midwest Research Institute de California, año 1996. Aplicando la metodología y supuestos se obtienen los resultados de emisiones de PTS y PM₁₀, desagregados por comuna.

En cuanto a la Producción de Áridos, las actividades que generan emisiones de esta naturaleza corresponden a:

- Extracción en el Frente
- Emisión por transferencias discretas de material
- Emisión por transferencias continuas de material
- Emisión por operaciones de chancado
- Emisión por clasificación
- Emisión por acopio de productos
- Emisión por circulación en caminos sin pavimentar interior natural

Los cálculos son realizados de acuerdo a la metodología planteada por AP-42 EPA (5° edición). Los resultados de emisiones se presentan por actividad para el contaminante MP₁₀.

En el caso del análisis para el **polvo resuspendido**, por el tránsito de vehículos en calles pavimentadas y no pavimentadas, la metodología empleada corresponde a la última edición del AP-42 EPA (2003) al igual que los factores de emisión. Los resultados se presentan para cada comuna por contaminante en ambos escenarios, adicionalmente en los caminos sin pavimentar, se clasifican de acuerdo al tipo de vehículo (autos livianos, camiones y buses).

En tanto, en la **preparación de terrenos agrícolas**, se estiman las emisiones de material particulado debido a la preparación del terreno para plantaciones y posterior cosecha. Las operaciones que se incluyen en esta categoría son el despeje, labranza, arado y cualquier otra operación mecánica que tenga por objeto la preparación de la tierra. Las emisiones se calculan al multiplicar un factor de emisión por un nivel de actividad que se basa en el número de hectáreas (acres) de cada cultivo. La metodología empleada para el cálculo de emisiones corresponde a CARB "*Section 7.4 Agricultural Land Preparation, CARB, 1997*". En cuanto los factores de emisión considerados, se basan en el AP-42 EPA, sin embargo, ha sido corregido para incluir la humedad del suelo debido al aumento de humedad en los meses de invierno. Así, durante los meses de invierno el factor de emisión se reduce en un 25 % (período mayo - agosto) y en los meses más húmedos se reduce en un 50% (entre junio a julio). Los resultados son presentados por tipo de cultivo (cereales y chacras, cultivos industriales, hortalizas y frutales) para el contaminante MP₁₀.

Fuentes Estacionarias Puntuales

El inventario 2005 se desarrolla a partir de la base de datos fuentes fijas de la Autoridad Sanitaria de la Región Metropolitana (A.S.R.M). Esta información fue cargada en el módulo de fuentes fijas de SAIE. Fueron codificadas mediante la codificación Source Classification Code (SCC), que permitirá a futuro utilizar los factores de emisión disponibles en la base de datos de la EPA (programa FIRE). El 86% del total de fuentes pudo ser codificado, el resto de las fuentes, no pudo ser codificada debido a que la descripción de la fuente, tipo de combustible o materia prima utilizada no permitía identificar a que codificación correspondían.

Las fuentes existentes en la base de datos 2005 utilizada en el SAIE, están agrupadas por establecimiento y separadas de acuerdo a los CIU, permitiendo a futuro separar las emisiones, también por esta clasificación ampliamente utilizada en Chile y el resto de los países.

Para realizar la estimación de emisiones atmosféricas, en el caso del material particulado, se utilizan los resultados de los muestreos anuales desarrollados en cada una de las fuentes industriales. Para el caso de la estimación de gases, se cuenta con un número limitado de emisiones realizadas en el marco del PPDA, planes de seguimiento en el marco del SEIA, y mediciones que han realizado las empresas para verificar las asignaciones de cupos de NO_x en el marco del sistema de compensación de emisiones. Por lo tanto, se procedió a realizar una campaña de medición de gases mediante la aplicación de las metodologías oficiales de muestreo de gases y determinación de caudal. El diseño de la campaña fue orientado a mejorar la información disponible para evaluar las emisiones actuales de óxidos de nitrógeno (y otros gases: CO₂, CO, SO₂, COV), en las fuentes fijas que cumplieran con los criterios establecidos para la selección: fuentes que

sean grandes emisores, que no cuenten con mediciones previas, que tengan una operación continua y trabajen con un combustible sucio de respaldo. La campaña consideró finalmente un total de 30 mediciones.

Finalmente, respecto de las medidas consignadas en la reformulación 2004 del Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica de la Región Metropolitana, se incluyeron para la elaboración del inventario, aquellas relativas a Material Particulado, Monóxido de Carbono y Óxidos de Azufre.

3.3.2 ACTUALIZACIÓN DEL INVENTARIO DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS EN LAS COMUNAS DE TEMUCO Y PADRE LAS CASAS²⁹

El primer inventario de emisiones atmosféricas realizado para la ciudad de Temuco, fue elaborado por el Centro Nacional del Medio Ambiente (CENMA) en el año 2000 en el marco del proyecto “Segunda fase estudio de la calidad del aire en regiones Urbano-Industriales de Chile”. Este inventario, dio cuenta, que la mayor parte de esta contaminación es generada por combustión de leña para calefacción residencial y actividades económicas de diversa clase (calefacción de edificios de servicios, industrias, panaderías, etc.). Posteriormente, y gracias a las continuas mediciones llevadas a cabo desde el año 2000 por equipos oficiales, es que, en marzo del 2005, se releva que la ciudad de Temuco y Padre las Casas se encuentra por sobre la norma primaria de MP₁₀ (D.S. N°59/98), siendo declarada como Zona Saturada de Material Particulado MP₁₀.

De acuerdo a esto, y siguiendo lo establecido en la Ley 19.300, corresponde a la ciudad de Temuco y Padre las Casas, la elaboración de un Plan de Descontaminación Atmosférico (PDA), el cual tendrá por objetivo, disminuir las concentraciones de MP₁₀ por debajo de la norma, mediante una serie de medidas integradoras, que contemplen todas las fuentes emisoras presentes en el área (fuentes móviles, industriales, residenciales y quemas agrícolas). Dicho PDA se encuentra vigente a partir de su publicación en el diario oficial en junio de 2010 y en reformulación para abordar las concentraciones de MP_{2,5}.

A continuación, se realiza una descripción del segundo inventario de emisiones para las comunas de Temuco y Padre las Casas y sus aspectos más relevantes respecto de esta consultoría. Cabe mencionar, que en términos de las metodologías empleadas, este inventario se sustenta en las metodologías empleadas en la “Actualización del Inventario de Contaminantes Atmosféricos en la Región Metropolitana”, elaborado por DICTUC (2007) y descrito en la sección anterior (3.3.1).

Este segundo inventario fue elaborado en 2008 por DICTUC, el cual cumple el objetivo de actualizar el inventario para las emisiones atmosféricas de MP₁₀, MP_{2,5}, CO, NO_x y SO₂ para una base temporal correspondiente al año 2005 y una actualización de las metodologías empleadas a fin de realizar proyecciones de emisiones de MP₁₀ a los años 2010 y 2015.

Las principales fuentes de emisión contempladas para Temuco y Padre las Casas corresponden a (DICTUC, 2008):

- Quema de biomasa (quema residencial/comercial, quemas agrícolas, incendios forestales)
- Transporte (transporte de carga, transporte público, vehículos livianos)

²⁹ Sección elaborada en base al informe de DICTUC (2008).

- Emisiones Industriales
- Emisiones de Polvo (resuspendido por tráfico, actividades agrícolas, construcción, etc.)

En el siguiente diagrama se presenta la metodología conceptual seguida para la elaboración del inventario:

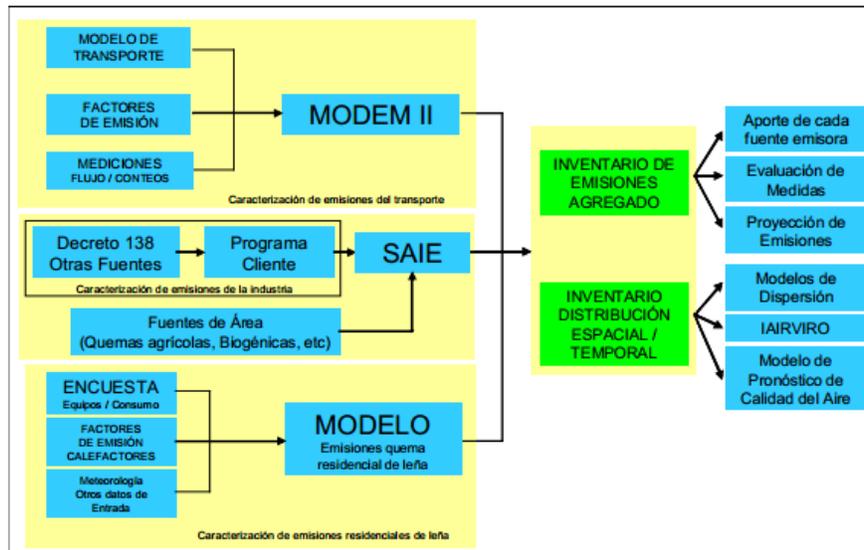


FIGURA 36. ENFOQUE METODOLÓGICO GENERAL DE DICTUC PARA EL DESARROLLO DEL INVENTARIO.

Fuente: DICTUC (2008)

Se consideró la utilización intensiva de sistemas de información ya desarrollados, como son el sistema SAIE y MODEM (descritos previamente en la sección 3.3.1), a excepción de las emisiones asociadas a la quema de leña, donde se plantea el desarrollo de un modelo específico.

En la tabla siguiente, se resumen los modelos usados para cada tipo de emisión contemplada en el inventario:

Tipo de Fuente Emisora	Modelo/Metodología a usar
Quema de biomasa	
• Quema Residencial y Comercial de Leña	Modelo Quema Leña
• Quemadas Agrícolas	SAIE
• Incendios Forestales	SAIE
Transporte	
• Transporte de carga • Transporte público • Vehículos livianos	MODEM II
Emisiones Industriales	
• Grandes Industrias	Software Decreto 138, SAIE
• Otras Industrias	Programa Cliente SAIE
Emisiones de Polvo	
• Resuspendido por tráfico calles pavimentadas	MODEM II
• Resuspendido por tráfico calles sin pavimentar	SAIE
• Actividades agrícolas	SAIE
• Construcción	SAIE
• Otras fuentes de polvo.	SAIE
Otras Fuentes Menores	
• Móviles fuera de ruta, aeropuerto, etc.	SAIE

TABLA 24. TIPOS DE EMISIONES Y MODELOS USADOS.

Fuente: DICTUC (2008).

En términos generales, estos sistemas corresponden a una estructuración conceptual de las metodologías de cálculo requeridas para la obtención de los complejos inventarios de fuentes industriales y areales en el caso de SAIE y fuentes móviles en el caso de MODEM II.

De acuerdo a lo indicado en el informe de DICTUC (2008), estos sistemas previamente mencionados se integran al RETC, cuya transferencia de información ya se encuentra automatizada en la actualidad.

A continuación, se pasan a describir brevemente las distintas fuentes y aspectos metodológicos relevantes en el desarrollo de la presente consultoría.

Respecto a las fuentes móviles en ruta, las cuales incluyen el transporte privado y transporte público de la red urbana e interurbana, contempla principalmente los siguientes tipos de vehículos: vehículos livianos particulares, comerciales y de alquiler, taxis colectivos, buses de transporte público, buses de transporte interurbano y rural, camiones (livianos, medianos y pesados) y motocicletas. En la tabla a continuación se presenta en detalle el desglose por tipo de vehículo que han sido considerados en el inventario para los 3 escenarios (2005, 2010 y 2015):

CATEGORÍA VEHICULAR	SUB-CATEGORÍA	2005	2010	2015
VEHÍCULOS PARTICULARES (sedan, sw)	Vehículos particulares catalíticos tipo 1	/	/	/
	Vehículos particulares catalíticos tipo 2		/	/
	Vehículos particulares no catalíticos	/	/	/
	Vehículos particulares otros (diesel)			
VEHÍCULOS DE ALQUILER (taxis básicos)	Vehículos de alquiler catalíticos tipo 1	/	/	/
	Vehículos de alquiler catalíticos tipo 2		/	/
	Vehículos de alquiler no catalíticos	/	/	/
	Vehículos de alquiler otros (diesel)		/	/
VEHÍCULOS COMERCIALES (jeep, camionetas, furgones, van, buses empresas)	Vehículos comerciales catalíticos tipo 1	/	/	/
	Vehículos comerciales catalíticos tipo 2		/	/
	Vehículos comerciales no catalíticos	/	/	/
	Vehículos comerciales diesel tipo 1	/	/	/
	Vehículos comerciales diesel tipo 2	/	/	/
	Buses particulares	/	/	/
MOTOS	Motos 2 tiempos tipo 1	/	/	/
	Motos 2 tiempos tipo 2		/	/
	Motos 4 tiempos tipo 1	/	/	/
	Motos 4 tiempos tipo 2		/	/
TAXIS COLECTIVOS	Taxis colectivos catalíticos tipo 1	/	/	/
	Taxis colectivos catalíticos tipo 2		/	/
	Taxis colectivos no catalíticos	/		
	Taxis colectivos otros (diesel)	/	/	/
CAMIONES LIVIANOS, MEDIANOS Y PESADOS	Camiones livianos diesel convencional	/	/	/
	Camiones livianos diesel tipo 1	/	/	/
	Camiones livianos diesel tipo 2	/	/	/
	Camiones livianos diesel tipo 3		/	/
	Camiones medianos diesel convencional	/	/	/
	Camiones medianos diesel tipo 1	/	/	/
	Camiones medianos diesel tipo 2	/	/	/
	Camiones medianos diesel tipo 3		/	/
	Camiones pesado diesel convencional	/	/	/
	Camiones pesado diesel tipo 1	/	/	/
	Camiones pesado diesel tipo 2	/	/	/
	Camiones pesado diesel tipo 3		/	/
BUSES URBANOS	Taxibus diesel convencional	/	/	/
	Taxibus diesel tipo 1	/	/	/
	Taxibus diesel tipo 2	/	/	/
BUSES RURALES E INTERURBANOS	Buses interurbanos diesel convencional	/		
	Buses interurbanos diesel tipo 1	/	/	/
	Buses interurbanos diesel tipo 2	/	/	/
	Buses rurales diesel convencional	/		
	Buses rurales diesel tipo 1	/	/	/
	Buses rurales diesel tipo 2	/	/	/

TABLA 25. TIPOS DE VEHÍCULOS CONTEMPLADOS EN EL INVENTARIO.

Fuente: DICTUC (2008).

En tanto, las fuentes móviles fuera de ruta, contemplan los tipos de maquinaria terrestre asociadas a maquinaria agrícola y a maquinaria de construcción que operan dentro de las comunas de Temuco y Padre Las Casas. Básicamente la maquinaria identificada para el cálculo de emisiones corresponde, en el caso de la maquinaria agrícola a tractores, y para la maquinaria de construcción, retroexcavadora chica, retroexcavadora, compactadoras, vibradores de hormigón y grúas.

Por otro lado, dentro de las fuentes estacionarias contempladas en el estudio, se encuentran las emisiones residenciales, quemas agrícolas e incendios forestales y cigarrillos.

Las emisiones residenciales se producen al quemar algún tipo de combustible en las residencias particulares ya sea para calefacción, calentar agua o cocción de alimentos por combustión. Dentro de los combustibles

utilizados en estas actividades, se encuentran por un lado el GLP, Kerosene y Gas Propano, y en otra línea de análisis, la combustión por leña, la cual de acuerdo al inventario de emisiones preparado para CONAMA por CENMA en el año 2001, determinó que la leña es la fuente de combustión domiciliar más importante de Temuco.

La metodología utilizada para estimar las emisiones de la combustión residencial de leña, contempla la aplicación de una encuesta a los hogares, considerando como universo de estudio las viviendas particulares urbanas de las comunas de Temuco y Padre las Casas, para lo cual se aplicaron 542 encuestas para Temuco y 80 en Padre Las Casas. La información relevada junto a los factores de emisión establecidos para la combustión a leña de diferentes artefactos y tipos de leña, permiten finalmente realizar la estimación de las emisiones para esta fuente.

En cuanto a las quemas agrícolas e incendios, la metodología utilizada para el cálculo de emisiones, corresponde a la CARB la cual entrega los factores de emisión a utilizar tanto para quemas agrícolas como para incendios forestales. En la actualización de esta metodología del año 2005, se presentan los factores de emisión detallados por tipos de cultivos agrícolas en distintas situaciones de actividad agrícola (quema de residuos y rastrojos generados en la etapa de cosecha, actividades asociadas a podas y actividades de disminución de pastizales y hierbas). En tanto para los incendios forestales, las emisiones son estimadas de acuerdo a la especie quemada (pino, eucalipto, otras plantaciones, bosque nativo, matorral y pastizal), para cada una de las comunas.

El estudio aborda por otro lado, las emisiones provocadas por fuentes de polvo fugitivo, en este caso, se contemplan las emisiones generadas por concepto de construcción y demolición, polvo suspendido por tránsito de vehículos y la preparación de terrenos agrícolas. Todas estas actividades conllevan movimientos de tierra y como consecuencia, el levantamiento de polvo, o resuspensión de polvo por el tránsito vehicular. En este caso los factores de emisión utilizados corresponden a los sugeridos por CARB "*Section: 7.7 Building Construction Dust*", CARB "*Section 7.4 Agricultural Land Preparation*" y EPA (2003)³⁰ para polvo resuspendido.

En cuanto a las fuentes fijas industriales y comerciales, éste inventario contempla en primer lugar los datos de los siguientes estudios:

1. Inventario de emisiones para la ciudad de Temuco, año 2000 desarrollado por CENMA, en el marco del proyecto "Segunda fase estudio de la calidad del aire en regiones Urbano-Industriales de Chile"
2. Estudio "Identificación de una relación entre las emisiones de fuentes de material particulado y las concentraciones de material particulado respirable en las comunas de Temuco y Padre Las Casas"

³⁰ <http://www3.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch13/>

Los factores de emisión se utilizaron de acuerdo a la metodología internacional relacionando el nivel de actividad de la fuente con las emisiones de un contaminante dado; para esto se utilizó el consumo de combustible, datos de producción y ciclo de funcionamiento.

Asimismo, se realizaron reuniones con CONAMA y la SEREMI de Salud, a fin de recopilar más datos y antecedentes sobre las calderas de calefacción y calderas industriales. Se complementó esta información con visitas a terreno de las diferentes calderas de calefacción, industrias y panaderías ubicadas en las comunas de Temuco y Padre las Casas. Fueron catastradas las empresas más significativas en emisiones, considerando para esto la opinión experta de los Servicios de Salud de la región.

Las categorías para la clasificación de las fuentes emisoras se detalla a continuación:

Categorías del Inventario
CALDERA CALEFACCION
FABR. DE ARTICULOS Y MUEBLES DE MADERA ²
FABRICACION DE HORMIGON Y MANEJO DE ARIDOS
FABRICACION DE MADERA ELABORADA
FABRICACION DE ARTICULOS PLASTICOS
FAENAMIENTO DE ANIMALES
INDUSTRIA DE ARTES GRAFICAS
PROCESAMIENTO DE GRANOS
PRODUCTOS DE HIERRO Y ACERO
PANADERIA
CALDERA INDUSTRIAL

TABLA 26. CATEGORÍAS DEL INVENTARIO.

Fuente: DICTUC (2008).

De acuerdo a lo expuesto previamente, se realizaron las estimaciones de emisiones para distintas fuentes, para las comunas de Temuco y Padre las Casas, para el año base 2005. Las proyecciones al 2010 y 2015, contemplan la incorporación al análisis, de las medidas orientadas a la reducción de emisiones enmarcadas en el Plan de Descontaminación Ambiental y el crecimiento esperado de las actividades en la localidad de estudio.

3.4 REGISTROS DEL DS 138/05 DEL MINISTERIO DE SALUD

El **Registro del D.S. N° 138/05 del MINSAL** (incluido en la plataforma del RETC) exige a todos los titulares de fuentes fijas de emisión de contaminantes atmosféricos, entregar a la Secretaría Regional Ministerial de Salud (SEREMI Salud) competente del lugar en que se encuentran ubicadas, los antecedentes necesarios para estimar las emisiones provenientes de cada una de sus fuentes, con el objeto de contar con antecedentes confiables que permitan adoptar las medidas más adecuadas y eficaces para controlar los riesgos a la salud de las personas asociados a dichas emisiones (MINSAL, 2005).

Los rubros, actividades o tipos de fuente considerados en este registro son los siguientes:

- Calderas generadoras de vapor y/o agua caliente;
- Producción de celulosa;
- Fundiciones primarias y secundarias;
- Centrales termoeléctricas;
- Producción de cemento, cal o yeso;
- Producción de vidrio;
- Producción de cerámica;
- Siderurgia;
- Petroquímica;
- Asfaltos;
- Equipos electrógenos

Para la estimación de las emisiones proveniente de los rubros, actividades o tipo de fuentes señalados, la autoridad sanitaria utiliza los factores de emisión existentes, ya sea nacionales o internacionales, según corresponda para cada fuente. Para tales efectos, los declarantes deben proporcionar anualmente información sobre los procesos, niveles de producción, tecnologías de abatimiento y cantidades y tipo de combustibles que empleen, a la correspondiente Secretaría Regional Ministerial de Salud.

La Secretaría Regional Ministerial puede autorizar la entrega de datos de emisiones a los particulares de fuentes fijas, siempre y cuando éstos, cuenten con un sistema de cuantificación de emisiones perfeccionado, pudiendo ser por mediciones representativas de las mismas, o por alguna metodología previamente validada por la autoridad sanitaria para la estimación de sus emisiones.

Esta información facilitada por los titulares es de carácter confidencial, por tanto, los análisis realizados con dicha información, sobre las emisiones atmosféricas de contaminantes, se presenta en forma agregada por comuna, provincia, o región y no contempla la identificación de las fuentes emisoras.

Los datos son entregados finalmente por las SEREMIS de Salud al Ministerio de Salud, para la elaboración de la estimación de emisión de los distintos contaminantes a la atmósfera y la confección de datos globales consolidados.

4 IDENTIFICACIÓN DE INFORMACIÓN ESTADÍSTICA BÁSICA NECESARIA PARA CUENTAS SCAE

En la presente sección se realiza una identificación de la información estadística básica necesaria para la generación de cuentas de emisiones a la atmósfera de acuerdo a lo requerido por el SCAE, la disponible en los distintos inventarios, bases de datos y fuentes de información consultadas para datos en Chile y los vacíos existentes, a partir del análisis de los capítulos previos.

4.1 CUENTAS DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA

A continuación, se presenta la información estadística básica necesaria para la elaboración de las cuentas de emisiones a la atmósfera en términos físicos.

Para la elaboración de las cuentas de emisiones a la atmósfera, se requiere la información estadística que se detalla en las Tablas 27 y 28. La primera corresponde a las clasificaciones que se usarán en términos del agente que genera la emisión, en este caso, por Industrias (según CIU) y por Hogares. La segunda por su parte corresponde a la información estadística que se requiere en términos de toneladas de sustancia emitida.

Tal como se mencionó en el Primer Informe de Avance, las categorías corresponden a las propuestas por el marco central del SCAE 2012.

Clasificación SCAE 2012			
Oferta de emisiones al Aire	Generación de Emisiones	Industrias - Según CIU	Agricultura CIU A
			Minería CIU B
			Manufacturas CIU C
			Transportes CIU H
			Otras
		Hogares	Transporte
			Calefacción
			Otras
	Acumulación		Emisiones de Vertederos
			Oferta total de emisiones
Utilización de Emisiones al Aire	Flujos al ambiente		Emisiones descargadas al ambiente
			Utilización Total de Emisiones

TABLA 27. CLASIFICACIÓN DE LA INFORMACIÓN ESTADÍSTICA NECESARIA PARA LA ELABORACIÓN DE CUENTAS FÍSICAS DE LAS CUENTAS DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA

Fuente: Naciones Unidas et al. 2014.

En la sección de **Oferta**, se presenta la generación de emisiones por parte de las “Industrias”, la cual contempla las emisiones por actividad productiva, incluyendo la agricultura, minería, manufacturas, transporte y otras. Asimismo, se presenta en oferta a las emisiones generadas por los “Hogares”, de acuerdo a su finalidad, lo cual contempla transporte, calefacción y otras.

En la columna de “Acumulación” se presentan las emisiones al aire procedentes de vertederos controlados, pues corresponden a la liberación de emisiones provenientes de actividades de producción, consumo y acumulación de periodos anteriores.

Finalmente se presenta la sección de **Utilización**, que cubre la liberación de emisiones al aire.

Como se observa en la Tabla 28, el marco central del SCAE, propone un registro de 14 sustancias, para cada una de las cuales es necesario obtener la cantidad de emisiones en toneladas al año emitidas.

Tipo de sustancias (SCAE 2012)	Información estadística necesaria
Dióxido de carbono	Toneladas/Año
Metano	Toneladas/Año
Óxido nitroso	Toneladas/Año
Óxidos nitrosos	Toneladas/Año
Hidrofluorocarburos	Toneladas/Año
Perfluorocarburos	Toneladas/Año
Hexafloruro de azufre	Toneladas/Año
Monóxido de carbono	Toneladas/Año
Compuestos orgánicos volátiles distintos del metano	Toneladas/Año
Dióxido de azufre	Toneladas/Año
Amoníaco	Toneladas/Año
Metales pesados	Toneladas/Año
Contaminantes orgánicos persistentes	Toneladas/Año
Partículas (incluso PM10 y polvo)	Toneladas/Año

TABLA 28. INFORMACIÓN ESTADÍSTICA NECESARIA PARA LA ELABORACIÓN DE CUENTAS FÍSICAS DE LAS CUENTAS DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA

Fuente: Naciones Unidas et al. 2014.

5 RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN ESTADÍSTICA DISPONIBLE

Este capítulo aborda la recopilación de información descrita en el capítulo anterior, presentando las estadísticas relacionadas a las emisiones al aire y que sirven de insumo para la elaboración de las cuentas de aire.

En la Tabla 29 se presenta un resumen de los tipos de medición que fueron ya descritos en mayor profundidad en el capítulo 3 y que corresponden a las principales fuentes de información de emisiones atmosféricas del país. En esta ocasión se hace énfasis en la información de base presente en cada sistema y que pudiera ser de utilidad para la elaboración de cuentas de aire.

TIPO DE MEDICIÓN	SUSTANCIAS MEDIDAS	ENLACE DE INTERÉS
Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC)	Plataforma del MMA que considera los contaminantes incluidos en: D.S. N°138/05 MINSAL, D.S. N°185/1991 MIN. MINERIA, D.S. N°4/1992 MINSAL, Res. Ex. N°15.027/1994 MINSAL, D.S. N°165/1998 MINSEGPRES, D.S. N° 37/2012 MMA, D.S. N° 167/1999 MINSEGPRES, D.S. N° 45/2007 MINSEGPRES, D.S. N°13/2011 MMA), dentro de los cuales podemos encontrar: arsénico, benceno, compuestos orgánicos volátiles (COV), Dibenzoparadioxinas policloradas y furanos (PCDD/F), Dióxido de azufre (SO ₂), Dióxido de carbono (CO ₂), Material particulado, Mercurio, Monóxido de carbono, MP ₁₀ , MP _{2,5} , Nitrógeno amoniacal (o NH ₃), NO _x , Plomo, Tolueno / metil benceno / Toluol / Fenilmetano, Hidrocarburos totales, Óxido Nitroso.	http://www.retc.cl/
Inventario de Gases Efecto Invernadero (INGEI)	Miden como mínimo los siguientes contaminantes: CO ₂ , SF ₆ , CH ₄ , N ₂ O, HFCs, PFCs. Pudiendo incluir también otros como: CO, NO _x , SO ₂ y compuestos orgánicos volátiles no metánicos (COVNM).	http://www.snichile.cl
Inventarios de emisiones locales	En ellos se busca estimar las emisiones de diferentes contaminantes (PM ₁₀ , PM _{2.5} , CO, NO _x , SO ₂ , entre otros), para un año base determinado en el inventario, a partir del cual se puedan hacer proyecciones considerando las medidas actuales y el crecimiento esperado de las actividades en la localidad de estudio.	Región Metropolitana: http://www.sinia.cl/1292/articles-49590_inf_final_inventario.pdf Región de la Araucanía: http://www.sinia.cl/1292/w3-article-46042.html
Registros DS 138/05 MINSAL	Contaminantes emitidos a la atmósfera por fuentes fijas, relacionados a riesgos a la salud de las personas. Los rubros, actividades o tipos de fuente considerados en este registro son los siguientes: calderas generadoras de vapor y/o agua caliente; producción de celulosa; fundiciones primarias y secundarias; centrales termoeléctricas; producción de cemento, cal o yeso; producción de vidrio; producción de cerámica; siderurgia; petroquímica; asfaltos; y equipos eléctricos.	http://bcn.cl/1m68g

TABLA 29. DATOS BASE Y FUENTE DE INFORMACIÓN UTILIZADA

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se comenta brevemente el alcance de cada una de las fuentes de información mencionadas y un análisis respecto de su utilidad en vistas a la elaboración de cuentas ambientales de aire.

5.1 REGISTRO DE EMISIONES Y TRANSFERENCIA DE CONTAMINANTES (RETC)

El RETC corresponde a la fuente de información más contundente, en cuanto a cantidad y calidad de información con la que cuenta Chile en términos de sus emisiones. La base de datos del RETC, se alimenta de información levantada por distintos servicios públicos a nivel nacional, la cual, es centralizada mediante el Sistema de Ventanilla Única del RETC³¹, en el cual los titulares (empresas) deben realizar su declaración de emisiones anualmente (MMA, 2013).

Dada la relevancia del RETC a nivel nacional, y su exhaustividad, es que ha sido la base de datos fundamental para el desarrollo de esta consultoría. En este sentido, se considera que los esfuerzos nacionales para el desarrollo de cuentas ambientales de aire, debiesen estar destinados a fortalecer la plataforma del RETC, en miras a ser la fuente de información primaria fundamental para la elaboración de cuentas ambientales aire.

Cabe mencionar que durante el análisis de la base de datos RETC, surgieron una serie de inconsistencias o vacíos de información, que son importantes de relevar y que serán abordados en detalle más adelante (capítulo 7).

La base de datos con la que se cuenta para el desarrollo de la presente consultoría, ha sido facilitada por el Ministerio de Medio Ambiente, la cual contiene datos de emisiones para la serie de tiempo 2005-2013. La base de datos está en formato Access (.acddb) y cuenta con datos de emisiones por sustancia, tipo de fuente, rubro, comuna, empresa, RUT, y CIU (Rev.3) de la empresa. La base de datos original facilitada por el MMA se presenta en el ANEXO I (retc_cuentas_final_v2.acddb).

5.2 INVENTARIOS GEI

Los inventarios GEI, corresponden a una base de datos de estimación de emisiones de ciertas sustancias que contribuyen al efecto invernadero, de tal forma de cumplir con los compromisos internacionales de disminución de gases efecto invernadero. La estimación de emisiones es realizada por los equipos sectoriales correspondientes articulados por el Ministerio de Medio Ambiente. Dichas estimaciones se basan en metodologías propuestas por el IPCC, considerando datos de actividad nacionales, facilitados por los organismos públicos competentes.

La base de datos contemplada para el desarrollo de esta consultoría fue facilitada por el MMA en formato Excel (.xlsx) y se presenta en el ANEXO I (BD_GEI_1990-2010_Final.xlsx). La base de datos entrega información

³¹ La Ventanilla Única (VÚ) del RETC, es un portal web de entrada a los distintos sistemas sectoriales de declaración vigentes, que permitirá la captura y estandarización de información relevante a nivel ambiental.

de las sustancias, flujo (emisiones o capturas de GEI), tipo de emisión y sector en el cual se genera (incluyendo sub-sectores). La serie de tiempo incluye los años 1990 al 2010.

El INGEI no contempla la información relevada del D.S. 138/2005 MINSAL, la cual es la fuente de datos de emisiones con información de base más completa a nivel nacional, puesto que son los titulares de los establecimientos quienes declaran su estimación de emisiones o datos de actividad anualmente. Adicionalmente a esto, en términos generales las estimaciones de emisiones del INGEI se basan en metodologías por defecto propuestas en las pautas del IPCC GL2006, incorporando un elevado nivel de incertidumbre a las estimaciones.

Teniendo en cuenta lo anterior, se considera que, si bien el INGEI puede servir para la elaboración de cuentas ambientales de aire (siguiendo algunos ajustes necesarios), es una fuente de información menos precisa que el RETC. En este sentido, los esfuerzos debiesen estar destinados a fortalecer la plataforma del RETC en miras a ser la fuente de información primaria fundamental para la elaboración de cuentas ambientales aire.

5.3 INVENTARIOS DE EMISIONES LOCALES

Los inventarios de emisiones locales se han desarrollado en Chile a partir de las necesidades ambientales de cada región, siendo aquellas comunas declaradas como zonas saturadas, aquellas que han priorizado estos estudios. El inventario permite contar con una base de información sólida para el desarrollo del Plan de Descontaminación Ambiental respectivo, permitiendo la toma de decisiones en cuanto a las medidas ambientales a implementar para la disminución de emisiones, en particular de aquellas sustancias que han superado la norma.

Sin embargo, se presentan ciertos inconvenientes a la hora de utilizar estas estadísticas para la elaboración de cuentas ambientales de aire, a saber:

- Son estudios que se elaboran a nivel local, no a nivel nacional, por tanto, la estadística se encuentra parcializada.
- La periodicidad en que se elaboran es variable y propia para cada localidad.
- Se realizó la solicitud de las bases de datos de los Inventarios de Emisiones Locales al Ministerio de Medio Ambiente, sin embargo, las bases de datos no se encuentran en el nivel central, sino, en los gobiernos regionales, por tanto, no fue posible contar con éstas para su análisis.

Por estos motivos, los Inventarios de emisiones locales no han sido considerados para el desarrollo de la presente consultoría, puesto que debido a que no están disponibles y no cuentan con datos actualizados periódicamente, no sirven para el objetivo de elaborar las cuentas ambientales de emisiones a la atmósfera en el marco del SCAE 2012.

5.4 REGISTROS DEL DS 138/2005 DEL MINISTERIO DE SALUD

El DS 138/2005 MINSAL obliga a los titulares de fuentes fijas de ciertos rubros específicos a declarar sus emisiones o datos de actividad a la Seremi de Salud para posteriormente realizar la estimación de emisiones por parte de la autoridad. Actualmente este registro se encuentra automatizado y centralizado mediante la plataforma de Ventanilla Única del RETC, donde los mismos titulares incorporan los datos exigidos por la autoridad. Dado lo anterior, es que la información de este registro se encuentra integrada a la base de datos del RETC, la cual fue facilitada por el MMA para el desarrollo de la presente consultoría.

5.5 UTILIZACIÓN DE ESTADÍSTICAS RECOPIADAS PARA EL SCAE 2012

De acuerdo a lo expuesto en las secciones anteriores de este mismo capítulo, las bases de datos a utilizar para el desarrollo del ejercicio de cuentas ambientales de aire, serán las correspondientes a:

- RETC
- INGEI

Se presenta en la Tabla 30, una sistematización de la disponibilidad de estadísticas en las bases de datos mencionadas, para la elaboración de las cuentas ambientales de aire.

En ella se presenta el grado de disponibilidad (D: Disponible, ND: No Disponible) y la “fuente” donde se encuentra la estadística señalada.

De igual forma, para una fácil comprensión del cuadro presentado, se identificó con color verde la información disponible y con color rojo los vacíos de información.

Clasificación SCAE 2012	Información estadística necesaria		Disponibilidad		Observaciones
	Sustancia	Unidad	Grado	Fuente	
Generación de Emisiones Industrias - Según CIU Agricultura CIU A	Dióxido de carbono	Emisiones (ton/año)	D	RETC	
	Metano	Emisiones (ton/año)	D	INGEI	
	Óxido nitroso	Emisiones (ton/año)	D	INGEI	
	Óxidos nitrosos	Emisiones (ton/año)	D	RETC INGEI	
	Hydrofluorocarburos	Emisiones (ton/año)	ND		
	Perfluorocarburos	Emisiones (ton/año)	ND		
	Hexafloruro de azufre	Emisiones (ton/año)	ND		
	Monóxido de carbono	Emisiones (ton/año)	D	RETC INGEI	
	Compuestos orgánicos volátiles distintos del metano	Emisiones (ton/año)	D	RETC INGEI	
	Dióxido de azufre	Emisiones (ton/año)	D	RETC	

Clasificación SCAE 2012	Información estadística necesaria		Disponibilidad		Observaciones	
	Sustancia	Unidad	Grado	Fuente		
Minería CIU B			D	INGEI		
	Amoníaco	Emisiones (ton/año)	D	RETC		
	Metales pesados (1)	Emisiones (ton/año)	D	RETC		
	Contaminantes orgánicos persistentes (2)	Emisiones (ton/año)	D	RETC		
	Partículas (incluso PM10 y polvo) (3)	Emisiones (ton/año)	D	RETC		
	Dióxido de carbono	Emisiones (ton/año)	D D	RETC INGEI		
	Metano	Emisiones (ton/año)	D	INGEI		
	Óxido nitroso	Emisiones (ton/año)	ND			
	Óxidos nitrosos	Emisiones (ton/año)	D D	RETC INGEI		
	Hidrofluorocarburos	Emisiones (ton/año)	ND			
	Perfluorocarburos	Emisiones (ton/año)	ND			
	Hexafloruro de azufre	Emisiones (ton/año)	ND			
	Monóxido de carbono	Emisiones (ton/año)	D	RETC INGEI		
	Compuestos orgánicos volátiles distintos del metano	Emisiones (ton/año)	D	RETC INGEI		
	Dióxido de azufre	Emisiones (ton/año)	D	RETC		
	Amoníaco	Emisiones (ton/año)	D	RETC		
	Metales pesados (1)	Emisiones (ton/año)	D	RETC		
	Contaminantes orgánicos persistentes (2)	Emisiones (ton/año)	D	RETC		
	Partículas (incluso PM10 y polvo) (3)	Emisiones (ton/año)	D	RETC		
	Manufacturas CIU C	Dióxido de carbono	Emisiones (ton/año)	D D	RETC INGEI	
		Metano	Emisiones (ton/año)	D	INGEI	
		Óxido nitroso	Emisiones (ton/año)	D	INGEI	
		Óxidos nitrosos	Emisiones (ton/año)	D D	RETC INGEI	
		Hidrofluorocarburos	Emisiones (ton/año)	D	INGEI	Datos a partir del año 2002
		Perfluorocarburos	Emisiones (ton/año)	D	INGEI	Dato a partir del año 2005
		Hexafloruro de azufre	Emisiones (ton/año)	ND		
		Monóxido de carbono	Emisiones (ton/año)	D	RETC INGEI	
Compuestos orgánicos volátiles distintos del metano		Emisiones (ton/año)	D	RETC INGEI		
Dióxido de azufre		Emisiones (ton/año)	D	RETC INGEI		
Amoníaco		Emisiones (ton/año)	D	RETC		

Clasificación SCAE 2012	Información estadística necesaria		Disponibilidad		Observaciones	
	Sustancia	Unidad	Grado	Fuente		
		Metales pesados (1)	Emisiones (ton/año)	D	RETC	
		Contaminantes orgánicos persistentes (2)	Emisiones (ton/año)	D	RETC	
		Partículas (incluso PM10 y polvo) (3)	Emisiones (ton/año)	D	RETC	
	Transportes CIU H	Dióxido de carbono	Emisiones (ton/año)	D	RETC INGEI	
		Metano	Emisiones (ton/año)	D	RETC INGEI	
		Óxido nitroso	Emisiones (ton/año)	D	RETC INGEI	
		Óxidos nitrosos	Emisiones (ton/año)	D	RETC INGEI	
		Hidrofluorocarburos	Emisiones (ton/año)	D	RETC	
		Perfluorocarburos	Emisiones (ton/año)	D	RETC	
		Hexafloruro de azufre	Emisiones (ton/año)	D	RETC	
		Monóxido de carbono	Emisiones (ton/año)	D	RETC INGEI	
		Compuestos orgánicos volátiles distintos del metano	Emisiones (ton/año)	D	RETC INGEI	
		Dióxido de azufre	Emisiones (ton/año)	D	RETC INGEI	
		Amoníaco	Emisiones (ton/año)	D	RETC	
		Metales pesados (1)	Emisiones (ton/año)	D	RETC	
		Contaminantes orgánicos persistentes (2)	Emisiones (ton/año)	D	RETC	
		Partículas (incluso PM10 y polvo) (3)	Emisiones (ton/año)	D	RETC	
	Otras	Dióxido de carbono	Emisiones (ton/año)	D	RETC INGEI	
		Metano	Emisiones (ton/año)	D	INGEI	
		Óxido nitroso	Emisiones (ton/año)	D	INGEI	
		Óxidos nitrosos	Emisiones (ton/año)	D	RETC INGEI	
		Hidrofluorocarburos	Emisiones (ton/año)	ND		
		Perfluorocarburos	Emisiones (ton/año)	ND		
		Hexafloruro de azufre	Emisiones (ton/año)	ND		
		Monóxido de carbono	Emisiones (ton/año)	D	RETC INGEI	
		Compuestos orgánicos volátiles distintos del metano	Emisiones (ton/año)	D	RETC INGEI	
		Dióxido de azufre	Emisiones (ton/año)	D	RETC INGEI	
Amoníaco		Emisiones (ton/año)	D	RETC		
Metales pesados (1)		Emisiones (ton/año)	D	RETC		
Contaminantes orgánicos persistentes (2)		Emisiones (ton/año)	D	RETC		
Partículas (incluso PM10 y polvo) (3)	Emisiones (ton/año)	D	RETC			

Clasificación SCAE 2012	Información estadística necesaria		Disponibilidad		Observaciones	
	Sustancia	Unidad	Grado	Fuente		
Hogares	Transporte	Dióxido de carbono	Emisiones (ton/año)	D	RETC	
		Metano	Emisiones (ton/año)	D	RETC	
		Óxido nitroso	Emisiones (ton/año)	D	RETC	
		Óxidos nitrosos	Emisiones (ton/año)	D	RETC	
		Hidrofluorocarburos	Emisiones (ton/año)	D	RETC	
		Perfluorocarburos	Emisiones (ton/año)	D	RETC	
		Hexafloruro de azufre	Emisiones (ton/año)	D	RETC	
		Monóxido de carbono	Emisiones (ton/año)	D	RETC	
		Compuestos orgánicos volátiles distintos del metano	Emisiones (ton/año)	D	RETC	
		Dióxido de azufre	Emisiones (ton/año)	D	RETC	
		Amoníaco	Emisiones (ton/año)	D	RETC	
		Metales pesados (1)	Emisiones (ton/año)	D	RETC	
		Contaminantes orgánicos persistentes (2)	Emisiones (ton/año)	D	RETC	
		Partículas (incluso PM10 y polvo) (3)	Emisiones (ton/año)	D	RETC	
	Calefacción	Dióxido de carbono	Emisiones (ton/año)	D	RETC INGEI	
		Metano	Emisiones (ton/año)	D	INGEI	
		Óxido nitroso	Emisiones (ton/año)	D	INGEI	
		Óxidos nitrosos	Emisiones (ton/año)	D	RETC INGEI	
		Hidrofluorocarburos	Emisiones (ton/año)	ND		
		Perfluorocarburos	Emisiones (ton/año)	ND		
		Hexafloruro de azufre	Emisiones (ton/año)	ND		
		Monóxido de carbono	Emisiones (ton/año)	D	RETC INGEI	
		Compuestos orgánicos volátiles distintos del metano	Emisiones (ton/año)	D	RETC INGEI	
		Dióxido de azufre	Emisiones (ton/año)	D	RETC INGEI	
		Amoníaco	Emisiones (ton/año)	D	RETC	
		Metales pesados (1)	Emisiones (ton/año)	D	RETC	Datos a partir del año 2008
		Contaminantes orgánicos persistentes (2)	Emisiones (ton/año)	D	RETC	Datos a partir del año 2008
		Partículas (incluso PM10 y polvo) (3)	Emisiones (ton/año)	D	RETC	
	Otras	Dióxido de carbono	Emisiones (ton/año)	ND		
		Metano	Emisiones (ton/año)	ND		
		Óxido nitroso	Emisiones (ton/año)	ND		
		Óxidos nitrosos	Emisiones (ton/año)	ND		
		Hidrofluorocarburos	Emisiones (ton/año)	ND		
	Perfluorocarburos	Emisiones (ton/año)	ND			

Clasificación SCAE 2012	Información estadística necesaria		Disponibilidad		Observaciones	
	Sustancia	Unidad	Grado	Fuente		
	Hexafloruro de azufre	Emisiones (ton/año)	ND			
	Monóxido de carbono	Emisiones (ton/año)	ND			
	Compuestos orgánicos volátiles distintos del metano	Emisiones (ton/año)	ND			
	Dióxido de azufre	Emisiones (ton/año)	ND			
	Amoníaco	Emisiones (ton/año)	ND			
	Metales pesados (1)	Emisiones (ton/año)	ND			
	Contaminantes orgánicos persistentes (2)	Emisiones (ton/año)	ND			
	Partículas (incluso PM10 y polvo) (3)	Emisiones (ton/año)	ND			
Acumulación	Emisiones de Vertederos	Dióxido de carbono	Emisiones (ton/año)	D	RETC	
		Metano	Emisiones (ton/año)	D	INGEI	
		Óxido nitroso	Emisiones (ton/año)	ND		
		Óxidos nitrosos	Emisiones (ton/año)	D	RETC	
		Hidrofluorocarburos	Emisiones (ton/año)	ND		
		Perfluorocarburos	Emisiones (ton/año)	ND		
		Hexafloruro de azufre	Emisiones (ton/año)	ND		
		Monóxido de carbono	Emisiones (ton/año)	D	RETC	
		Compuestos orgánicos volátiles distintos del metano	Emisiones (ton/año)	D	RETC	
		Dióxido de azufre	Emisiones (ton/año)	D	RETC	
		Amoníaco	Emisiones (ton/año)	D	RETC	
		Metales pesados (1)	Emisiones (ton/año)	D	RETC	Datos a partir del año 2007
		Contaminantes orgánicos persistentes (2)	Emisiones (ton/año)	D	RETC	Datos a partir del año 2007
		Partículas (incluso PM10 y polvo) (3)	Emisiones (ton/año)	D	RETC	

TABLA 30. DISPONIBILIDAD ESTADÍSTICA PARA CUENTA DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA

(1): Incluye las emisiones de Plomo, Mercurio y Arsénico del RETC. (2): Considera las emisiones de dibenzoparadioxinas policloradas y Furanos del RETC. (3): Incluye las emisiones de Material Particulado, MP 10 y MP 2,5 del RETC.

RETC: Periodo de datos 2005-2014 / INGEI: Periodo de datos 1990-2010

Fuente: *Elaboración propia*

6 METODOLOGÍA PARA LA SISTEMATIZACIÓN DE INFORMACIÓN DISPONIBLE

El presente capítulo se centra en explicar brevemente la transformación y sistematización de la información disponible para su utilización en las cuentas ambientales de emisiones a la atmósfera. Para eso, se divide en tres aspectos: Marco Conceptual SCAE 2012 vs RETC/INGEI (6.1), Homologación de sustancias disponibles en las distintas fuentes de información (6.2) y ajustes para elaboración de cuentas ambientales con datos RETC (6.3) y con datos INGEl (6.4).

6.1 MARCO CONCEPTUAL SCAE 2012 VS RETC/INGEI

Las Cuentas Ambientales de Aire, se basan en el marco utilizado por el Sistema de Cuentas Nacionales, el cual considera únicamente a las actividades económicas nacionales (principio de residencia), las emisiones recogidas son aquellas generadas por actividades económicas nacionales (unidades residentes), y las emisiones de estas unidades en el extranjero, turistas y empresas de transporte internacional, que deben incluirse en la rama de actividad correspondiente o en los hogares como consumidores finales, mientras que se excluyen las emisiones de unidades no residentes dentro de las fronteras nacionales. En las Cuentas de emisiones no se informan las emisiones de agentes no económicos (naturaleza) ni la absorción de gases por la naturaleza (absorciones de CO₂) (Particuolotech, 2014).

En este sentido, el marco conceptual difiere del RETC y del INGEl, pues ambos se rigen por el principio de territorialidad, el cual considera las emisiones de todas las fuentes del territorio nacional, y no se registran las emisiones de las unidades nacionales que se generen en el extranjero, ni aquellas de unidades no residentes dentro de las fronteras nacionales.

A este respecto, se mencionan algunas características propias de cada sistema (RETC e INGEl):

- El RETC se desarrolla bajo un criterio más cercano a la economía, teniendo como base los flujos generados desde las actividades antrópicas hacia el medioambiente. El RETC no considera las emisiones ni captaciones generadas por la naturaleza. En este sentido es más cercano al criterio en que se sustenta el Sistema de Cuentas Nacionales.
- Por su parte el INGEl, no sigue un criterio especializado en la tecnología ni en aspectos económicos, sin embargo, su orientación se aproxima hacia la tecnología, incluyendo emisiones de agentes económicos y naturales, así como captaciones por parte de la naturaleza.

A pesar de estas diferencias, ambos registros (RETC e INGEl) pueden ser utilizados como fuente de información primaria para elaborar las Cuentas Ambientales de Aire. En este sentido se considera al RETC como la fuente de información más apropiada, pues consiste en la base de datos con mayor información de base presente en Chile. Sin embargo, en el marco de esta consultoría, el ejercicio de Cuentas Ambientales de Aire se ha desarrollado considerando ambos sistemas por separado³².

³² Ambos sistemas difieren en términos metodológicos, lo cual impide integrarlos.

6.2 HOMOLOGACIÓN DE SUSTANCIAS A SCAE 2012

El primer paso en la sistematización de información corresponde a la comparación de las sustancias abarcadas en las dos fuentes principales de información: el RETC y el INGEI. La Tabla 31 presenta dicha homologación.

SCAE	RETC	INGEI
Amoníaco	Nitrógeno amoniacal (o NH ₃)	-
Compuestos orgánicos volátiles distintos del metano	Compuestos orgánicos volátiles	COVDMs
Contaminantes orgánicos persistentes	Dibenzoparadioxinas policloradas y furanos (PCDD/F)	-
Dióxido de azufre	Dióxido de azufre (SO ₂)	SO ₂
Dióxido de carbono	Dióxido de carbono (CO ₂)	CO ₂
Hexafluoruro de azufre	-	SF ₆
Hidrofluorocarburos	-	HFCs
Metales pesados	Arsénico	-
Metales pesados	Mercurio	-
Metales pesados	Plomo	-
Metano	Metano (CH ₄)	CH ₄
Monóxido de carbono	Monóxido de carbono	CO
Óxido nitroso	Óxido nitroso	N ₂ O
Óxidos nitrosos	NO _x	NO _x
Partículas (incluso PM 10 y polvo)	Material particulado	-
Partículas (incluso PM 10 y polvo)	MP10	-
Partículas (incluso PM 10 y polvo)	MP2,5	-
Perfluorocarburos	-	PFCs
-	Benceno	-
-	Hidrocarburos totales	-
-	Tolueno/ Metil benceno / Benceno / Toluol / Fenilmetano	-

TABLA 31. HOMOLOGACIÓN SUSTANCIAS A RETC E INGEI A CLASIFICACIÓN SCAE 2012

Fuente: Elaboración propia en base a BD de RETC y BD de INGEI

Como se aprecia en la Tabla 31, todas las sustancias del SCAE están abarcadas en ambas fuentes de datos. En la BD del RETC faltan solo los gases del grupo F (HFC, PFC, SF₆) que por su naturaleza de GEI están consideradas en el INGEI solamente.

Asimismo, se aprecia que en el RETC, las sustancias “Benceno”, “Hidrocarburos totales”, y “Tolueno/ Metil benceno / Benceno / Toluol / Fenilmetano” no son necesarias para la elaboración de las cuentas ambientales de emisiones a la atmósfera. Por esta razón el resultado de esta homologación fue la eliminación de los datos correspondientes a estas sustancias.

Debido a que las metodologías de ambas fuentes de información no son compatibles, se optó por trabajar con ambas en paralelo, por lo cual la metodología varía según la BD que se esté utilizando.

6.3 AJUSTES PARA LA ELABORACIÓN DE CUENTAS AMBIENTALES CON DATOS RETC

Como se mencionó anteriormente, al hacer la homologación se identificaron las sustancias comprendidas en el RETC que no son exigidas por el SCAE, por lo tanto, todos los registros respecto de estas sustancias fueron omitidos para el ejercicio, los cuales correspondieron a **81.999** registros.

Teniendo en consideración lo anterior, la nueva *Base de Datos RETC para Cuadro SCAE* (NBD) cuenta con un total de **1.413.945** registros.

Cabe recordar que como los gases del grupo F (HFC, PFC, SF₆) no están contenidos en la BD del RETC estas sustancias no se verán reflejadas en los análisis y tablas de resultados de las cuentas ambientales de emisiones a la atmósfera.

Asimismo, es importante destacar que registros comprendidos en el RETC corresponden a aproximadamente 15.000 establecimientos, lo cual dista bastante de los cerca de 900.000 establecimientos existentes en el país (considerados en las Cuentas Nacionales, el INE, etc.). Por esta razón, para la futura elaboración de cuentas ambientales de emisiones a la atmósfera, se deberá extrapolar los datos para que representen al universo.

La BD original del RETC, y por ende también la NBD generada por Sud-Austral Consulting, se encuentra clasificada por el CIU de la revisión 3 (INE, 2007). El SCAE por su parte requiere que la información esté clasificada por la revisión 4 del CIU, cuya homologación chilena corresponde a la versión CIU4.CL del año 2012 (INE, 2014b). Por esta razón hubo que reclasificar los datos de acuerdo al CIU4.CL. Para esto se utilizó como base la BD generada por la consultoría de Particulotech (Base versión final.xlsx disponible en el Anexo I), la cual contiene la homologación de los códigos CIU para el año 2013.

El resultado de esta homologación se puede revisar en detalle en los archivos digitales “Tabla CIU rev3 a rev4.xlsx” disponible en el Anexo II. En el mismo anexo se encuentra el archivo “Tabla Disponibilidad de Información.xlsx”, donde se presentan compiladas todas las asignaciones de CIU (revisiones 3 y 4) que se hicieron por sustancia, para cada sector requerido por el SCAE.

TIPO DE FUENTE	REGISTROS ASIGNADOS									REGISTROS NO ASIGNADOS
	INDUSTRIAS					HOGARES			ACUMULACION	REQUIERE DETALLE
	A - Agricultura	B - Minería	C - Manufactura	H - Transporte	Otras	Transporte	Calefacción	Otras	Emisiones de vertederos	
FUENTE FIJA *	Todos los registros con CIU A	Todos los registros con CIU B	Todos los registros con CIU C	Todos los registros con CIU H	Todos los registros con CIU que no aplican al CIU A, B, C o H, a excepción del CIU T9700 y E3700		CIU T9700		CIU E3700	Todos los registros sin CIU
FUENTE MÓVIL *				Todas las rubros de fuente móvil, a excepción de particulares y motos		Particular				
						Motos				
FUENTE DIFUSA *	Superficie de uso agrícola						Combustión residencial a leña urbana			Superficie Cubierta de Vegetación Natural y Agrícola
							Combustión residencial a leña rural			Siniestros en construcciones residenciales y comerciales

TABLA 32. ASIGNACIÓN DE REGISTROS DEL RETC PARA ELABORACIÓN DE CUENTAS AMBIENTALES DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA.

* Detalles de los CIU específicos asignados a cada variables, se pueden revisar en el Anexo II (archivos digitales: difusas.xlsx, móviles dámicas.xlsx, fijas CIU=0.xlsx, y fijas con CIU dinámica.xlsx)

Fuente: Elaboración propia

La cuenta propuesta por el SCAE se presenta en la Tabla 7 (sección 1.2.3). Tomando esa estructura como base, se generó una tabla simplificada (sin el detalle de las sustancias), Tabla 32, donde se identifica qué información fue utilizada para completar las distintas variables que requiere el SCAE 2012, a saber industria, hogares, acumulación. Cabe destacar que para cierta cantidad de registros no fue posible asignarlos a alguna variable específica, de manera que se generó una cuarta clasificación denominada “requiere detalle”.

A continuación se explica brevemente de manera general la información utilizada para cada variable: Industria, Hogares, Acumulación y Requiere detalle. En el capítulo 7 (Observaciones RETC) se detallan los obstáculos enfrentados al momento de realizar esta metodología, y las inconsistencias que fueron apareciendo al realizar el ejercicio de elaboración de las cuentas ambientales de emisiones a la atmósfera.

6.3.1 INDUSTRIA

Para la variable industria, se utilizaron datos provenientes de los registros de fuentes fijas, móviles y difusas.

Las emisiones propias de la **industria agrícola** corresponden a todas las fuentes fijas clasificadas con CIU A (CIU rev 4) y a las fuentes difusas clasificadas como “Superficie de uso agrícola”.

Para el caso de la **industria minera y manufacturera**, cada una corresponde a las todas las fuentes fijas clasificadas con CIU B y CIU C (CIU rev 4), respectivamente.

Las emisiones de la **industria del transporte**, por su parte, corresponden a todas las fuentes fijas clasificadas con CIU H (CIU rev 4) y a todos los registros clasificados como fuentes móviles, a excepción de los rubros “Particular” y “Motos”.

Finalmente, todas las emisiones de fuentes fijas con CIU distinto a A, B, C o H, fueron clasificadas como **otras industrias**, a excepción del CIU T9700 y E3700 (CIU rev 4), los cuales fueron asignados a otras variables.

6.3.2 HOGARES

Para la variable hogares, se utilizaron datos provenientes de los registros de fuentes fijas, móviles y difusas.

El SCAE 2012 requiere que las emisiones de los hogares se desagreguen en transporte, calefacción y otras.

Para el caso del **transporte**, las emisiones de los hogares fueron obtenidas de los registros de las fuentes móviles correspondientes a los rubros “Particular” y “Motos”.

Por su parte las emisiones por concepto de **calefacción** fueron obtenidas de las fuentes fijas clasificadas con el CIU T9700 “Actividades de los Hogares como empleadores de personal doméstico”³³. Se decidió clasificarlas como Hogares a pesar que tienen código CIU, ya que su descripción da cuenta de actividades que se hacen dentro del ámbito de los hogares. Junto con esto, se clasificó como calefacción las emisiones por fuentes

³³ Es necesario destacar que en la revisión 3 del CIU, esta clasificación corresponde al CIU P9500.

difusas de los códigos de clasificación por fuente (ccf6_des) “Combustión residencial a leña urbana” y “Combustión residencial a leña rural”.

Finalmente debido a la dificultad de encontrar datos que puedan corresponder a hogares, no se asignaron datos a **otros**.

6.3.3 ACUMULACIÓN

La acumulación corresponde a las **emisiones de los vertederos**, las cuales están identificadas con el código CIU E3821 “Tratamiento y eliminación de desechos no peligrosos” (CIU rev4)³⁴. Cabe destacar que en la BD de la consultoría de Particulotech, la cual tiene 6 niveles de dígitos de CIU, se puede identificar específicamente el rubro de “Servicios de vertederos” revisión 3 del CIU, este código corresponde al O900010³⁵. Sin embargo, como el RETC contempla sólo hasta el nivel 4 del CIU, no es posible desagregar las emisiones netas por Vertederos. Dado esto, el código CIU E3821 fue asignado íntegramente a este sector.

Cabe mencionar, que los establecimientos de Vertederos contemplan emisiones de fuentes móviles por tránsito dentro de las dependencias del establecimiento, las cuales no están contempladas en este ejercicio, debido a que no se reflejan en la BD del RETC.

6.3.4 REQUIERE DETALLE

Luego de realizadas las clasificaciones mencionadas anteriormente, quedaron algunos registros para los cuales se requiere más información para poder definir en qué variable corresponden. Estos registros corresponden a datos de fuentes fijas y difusas. Para el caso de las fuentes fijas, se dejaron en esta categoría todas las clasificaciones que no tienen CIU. En el caso de las fuentes difusas, quedaron en esta categoría las emisiones clasificadas como “Superficie Cubierta de Vegetación Natural y Agrícola” y “Siniestros en construcciones residenciales y comerciales”, debido a que no se puede identificar con exactitud a qué variable corresponden.

6.4 AJUSTES PARA LA ELABORACIÓN DE CUENTAS AMBIENTALES CON DATOS INGEI

Como se mencionó anteriormente, al hacer la homologación se identificó que todas las sustancias presentes en el Inventario INGEI son requeridas por el SCAE para las cuentas ambientales de emisiones a la atmósfera.

Aquellas que son requeridas por el SCAE, pero no están presentes en el INGEI corresponden a Metales pesados, Contaminantes orgánicos persistentes, Partículas (incluso PM10 y polvo) y Amoníaco, por lo tanto

³⁴ Cabe destacar que en la revisión 3 del CIU, esta clasificación corresponde al CIU O9000.

³⁵ En la misma BD éstos están clasificados en la rev 4 como 3700, lo cual evidencia un error en la homologación realizada en esa consultoría.

estas sustancias no se verán reflejadas en los análisis y tablas de resultados de las cuentas ambientales de emisiones a la atmósfera.

Para identificar los registros atinentes para la elaboración de cuentas ambientales de la atmósfera es necesario analizar tres campos de la BD, a saber: flujos, metodología y nacional internacional.

1. Como fue mencionado, el Inventario GEI contabiliza **flujos** de emisiones y capturas de GEI. Las capturas no son requeridas para las cuentas ambientales de emisiones a la atmósfera, por lo tanto, estos registros son omitidos para efectos de los cálculos. Descontando las capturas, queda un total de **35.953** registros.
2. Con respecto a la **metodología**, en la BD se identifican dos tipos: método de referencia y método sectorial. Se optó por incluir en el análisis solo el método sectorial, debido a que el método de referencia disponía de 42 registros, de los cuales, solo 20 eran válidos. Estos 20 registros corresponden a emisiones de CO₂ (energía – biomasa), con un valor total anual para el período 1990-2010. Debido a que no se cuenta con mayor información y la cantidad de datos es menor, se decidió en base a criterio experto omitir estos datos para efecto de los cálculos. Descontando el método de referencia se obtiene un total de **35.911** registros.
3. Finalmente se debe analizar el campo **nacional_internacional**. Para esto se filtró el campo para “internacional” y se evidenció que los registros corresponden a los sectores “aviación internacional” y “navegación internacional”. Debido al principio de residencia que rige las cuentas de emisiones a la atmósfera es necesario saber si las emisiones internacionales corresponden a empresas con residencia en el país. Sin embargo, la base de datos del INGEI no permite obtener dicha información, razón por la cual se decidió omitir estos registros para efectos de los cálculos. Descontando los registros clasificados como “internacional” se obtiene un total de **35.491** registros.

Luego de identificados los campos que era necesario filtrar para contar con los datos que son realmente atinentes a las cuentas de emisiones a la atmósfera, se evidenció que muchos de los registros no contaban con un valor, ya que la estructura de la base de datos genera un registro para cada posible entrada, sin importar si éste contiene un valor o no. De esta manera, se omitieron los registros cuyo valor estaba vacío, quedando la base de datos con un total de **6.046** registros válidos.

Con respecto a la unidad de medida, la que utiliza el Inventario es Gigagramo (Gg) y las Cuentas Ambientales de Aire se requieren en Toneladas, por tanto, se realizó la conversión correspondiente (1 Gg = 1.000 Ton).

La BD original del INGEI, y por ende también la NBD generada por Sud-Austral Consulting, utiliza la clasificación del IPCC según el método GL1996. El SCAE por su parte requiere que la información esté clasificada por la revisión 4 del CIU, cuya homologación chilena corresponde a la versión CIU4.CL del año 2012 (INE, 2014b). Por esta razón es necesario reclasificar los datos del INGEI de acuerdo a lo requerido por el SCAE. Para esto, en primera instancia se optó por homologar las clasificaciones del IPCC a los datos del CIU rev 4, utilizando la BD generada por Particulotech (Base versión final.xlsx disponible en el Anexo I), la cual contiene los códigos del IPCC 2006 revisados para el año 2013 y homologados al CIU rev 3 y rev 4. Sin embargo, al realizar esto, se evidenció que la clasificación que usa Particulotech corresponde al método GL2006, la cual difiere de la clasificación GL1996 del INGEI. Si bien se podría haber homologado, esto no fue factible debido a inconsistencias de la BD original del INGEI que se detallan en el capítulo 8.

Por esta razón, se decidió realizar la clasificación directamente desde la BD del INGEI, en base a criterio experto para cada registro de la BD (Tabla 33). Se siguió un proceso inverso al del RETC, debido a que era más sencillo identificar primero las particularidades y luego ir clasificando las generalidades. A continuación se detalla el proceso realizado para cada variable.

Clasificación SCAE	SCAE	CATEGORÍAS IPCC2006
INDUSTRIA	A - Agricultura	Detalle en Anexo II "Clasificación INGEI-SCAE.xls"
	B - Minería	1.2.a 1.2.b 1.2.c 1.2.d 2.A.1 2.A.2 2.A.3 2.A.4 2.A.5 2.A.6 2.A.7.a
	C - Manufactura	Detalle en Anexo II "Clasificación INGEI-SCAE.xls"
	H - Transporte	1.3.a 1.3.b 1.3.c 1.3.d 1.3.e 1.5.b 1.1.a 1.1.b 1.1.c 1.4.a 1.5.a
	Otras	6.B.1 6.B.2 6.B.3 6.C 6.D.1
HOGARES	Transportes	
	Calefacción	1.4.b
	Otras	
ACUMULACIÓN	Emisiones de vertederos	6.A.1 6.A.2 6.A.3.a

TABLA 33. ASIGNACIÓN DE REGISTROS DEL INGEI PARA ELABORACIÓN DE CUENTAS AMBIENTALES DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA.

Fuente: *Elaboración propia*

6.4.1 ACUMULACIÓN

La acumulación corresponde a las emisiones de los vertederos, por lo tanto, se buscaron todos los sectores y subsectores que pudiesen ser categorizados bajo este criterio. Se identificaron tres clasificaciones que cumplen con este requisito.

- 6.A.1 6. Residuos // A. Disposición de residuos sólidos // 1. Sitios de disposición de residuos gestionados
- 6.A.2 6. Residuos // A. Disposición de residuos sólidos // 2. Sitios de disposición de residuos no gestionados
- 6.A.3.a 6. Residuos // A. Disposición de residuos sólidos // 3. Otros // a. Sitios de disposición de residuos no categorizados

6.4.2 HOGARES

Las emisiones de los hogares están divididas de acuerdo al SCAE en transporte, calefacción y otros, por lo tanto, se buscaron todos los sectores y subsectores que pudiesen ser categorizados bajo estos criterios.

Para el caso de la **calefacción** se identificó una clasificación que cumple con este requisito.

- 1.4.b 1. Energía // 4. Otros sectores // b. Residencial

El **transporte**, por su parte, no fue posible identificarlo, ya que el INGEI no brinda el nivel de detalle requerido para identificar las emisiones provenientes del transporte particular.

Finalmente debido a la dificultad de encontrar datos que puedan corresponder a hogares, no se asignaron datos a la categoría **Otros**.

6.4.3 INDUSTRIA

Finalmente, con el resto de datos que se contaba, se realizó una clasificación en dos etapas. Primero fueron asignados todos los registros a la variable "Industria", para luego ir asignando cada uno si correspondía a "A-Agricultura", "B-Minería", "C-Manufacturas", "H-Transportes". Finalmente, las que no fue factible asignar a las cuatro clasificaciones mencionadas, quedaron catalogadas como "Otras". Debido a la extensión de las categorías asignadas a cada clasificación, es que éstas se presentan en formato digital en el Anexo II (Clasificaciones INGEI-SCAE.xlsx).

Cabe destacar que el Sector UTCUTS fue incluido en su totalidad en el sector industrial A-Agricultura, siguiendo la misma línea de Australia quienes lo realizan de esta manera en su inventario nacional de emisiones GEI por sector económico³⁶.

³⁶ Para mayor detalle, revisar la Tabla 2 de la publicación National Inventory by Economic Sector 2011-12 (Commonwealth of Australia, 2014)

7 OBSERVACIONES BD RETC PARA CUENTAS AMBIENTALES DE AIRE

En el presente capítulo, se abordan algunos aspectos considerados importantes a relevar, respecto de la Base de Datos RETC y luego, en específico respecto de la utilización de esta BD para elaborar Cuentas Ambientales de Aire.

Para esto, en primer lugar, se ha realizado un análisis de la BD total, observando que ésta cuenta con un total de **1.495.944** registros. Las emisiones están registradas en Toneladas, y los campos contemplados en el inventario para cada registro se presentan en la Tabla 34

Campo	Descripción
emision_anual	emisión contabilizada en Toneladas
año	año de medición
parametro	Sustancia
region	región donde se genera la emisión
provincia	provincia donde se genera la emisión
pro_cod	código provincial
codigo_region	código regional
com_cod	código comunal
rubro	rubros del inventario
nombre_comuna	comuna donde se genera la emisión
fuelle	fuelle emisora es fija, móvil o difusa
emp_rut	rut de la empresa que genera la emisión
est_nom	nombre del establecimiento
tipodesc_des	equipo por el cual se genera la emisión
ccf6_des	códigos de clasificación de fuentes emisoras
ciiu4_cod	clasificación internacional industrial uniforme nivel 4
ciiu3_cod	clasificación internacional industrial uniforme nivel 3
ciiu2_cod	clasificación internacional industrial uniforme nivel 2
ciiu1_cod	clasificación internacional industrial uniforme nivel 1
par_cod	código del parámetro (sustancia)

TABLA 34. CAMPOS CONTENIDOS EN LA BD DEL RETC

Fuente: Elaboración propia

7.1 VACÍOS DE INFORMACIÓN

Los campos mencionados previamente tendrían que ser completados por cada titular en el momento de ingresar sus emisiones al Sistema de Ventanilla Única del RETC, al declarar sus emisiones anuales, sin embargo, en la Tabla 35 es posible observar, que existe un porcentaje de éstos registros que no cuenta con información en algunos campos considerados relevantes para el desarrollo de cuentas ambientales de aire.

CAMPOS BD	CON DATO	%*	SIN DATO	%*
(1) CIU	983.238	65,7%	512.706	34,3%
(2) RUBRO	992.345	66,3%	503.599	33,7%
(3) COMUNA	1.471.773	98,4%	24.171	1,6%
(4) RUT	1.117.613	74,7%	378.331	25,3%
1 y 2 y 3 y 4	570.880	38,2%	8.817	0,6%

TABLA 35. CAMPOS DE LA BASE DE DATOS RETC CON Y SIN INFORMACIÓN.

*: Porcentajes calculados en relación al total de registros del inventario original (1.495.944 registros).

(4) Rut/Sin dato = número del rut menor o igual a 0.

Fuente: Elaboración propia

Tal como muestra la tabla, más de un 60% de los registros cuenta con información en cada uno de los campos de la base de datos. Sin embargo, existe un porcentaje importante del inventario que tiene campos vacíos, o con información errónea, lo cual genera inconvenientes al momento de trabajar con la información para simular el Cuadro SCAE de cuentas ambientales de aire. Asimismo, en muchos casos los registros carecen de más de un campo (ej. sin CIU y sin Rubro), en este sentido, en la Tabla 35 sólo se reflejan aquellos que carecen de los 4 campos contemplados, equivalentes a 8.817 registros, sin embargo, el no contar con información relevante del registro, dificulta el procedimiento de clasificación.

La Figura 37 muestra algunos ejemplos de errores encontrados con respecto a los RUT. Por su parte, en la Figura 38, encontramos que en buena parte de los registros con RUT no Válido se aprecia además la ausencia de "Comuna" y de "CIU". Se hubiese esperado encontrar errores en los datos históricos (2005-2009), sin embargo se distribuyen en prácticamente la totalidad del periodo de la Base de datos (2005-2013).

En la Figura 39, se presentan algunos de los registros con el campo de comuna vacío, lo que en la práctica no permite identificar donde están localizados estos establecimientos, puesto que un mismo RUT puede tener establecimientos en distintas comunas.

Por su parte, la Figura 40 presenta una muestra de los registros sin rubro, los cuales están distribuidos entre el período 2005-2009.

retc_cuentas_final_v2 : Base de datos- C:\Users\patr\Desktop\RETC FINAL 15 feb 2016\retc_cuentas_final_v2.accdB (Formato de archivo Access 2007 - 2016) - Access

Herramientas de base de datos ¿Qué desea hacer?

Dependiente Selección ▾
 Dependiente Avanzadas ▾
 Ordenar y filtrar Alternar filtro ▾

Nuevo Totales Reemplazar
 Guardar Revisión ortográfica Ir a ▾
 Eliminar Más ▾ Buscar Seleccionar ▾

Actualizar todo
 Registros Buscar Formato de texto

Calibri 11

N K S A

Datos Fuentes Fijas Consulta1

año	parametro	com_cod	rubro	emp_rut	est_nom	ciuu4_cod
2013	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)	5101	PANADERÍA	-7374		D1541
2013	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)	5101	PANADERÍA	-7361		D1541
2013	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)	5101	PANADERÍA	-7360		D1541
2013	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)	5101	PANADERÍA	-7352		D1541
2013	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)	5101	PANADERÍA	-7217		D1541
2013	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)	5101	PANADERÍA	-7157		D1541
2013	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)	5101	PANADERÍA	-7135		D1541
2013	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)	5101	PANADERÍA	-7125		D1541
2013	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)	5101	PANADERÍA	-7087		D1541
2013	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)	5101	PANADERÍA	-7084		D1541
2013	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)	5101	PANADERÍA	-7075		D1541
2013	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)	5101	PANADERÍA	-7074		D1541
2013	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)	5101	PANADERÍA	-7072		D1541
2013	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)	5101	PANADERÍA	-7044		D1541
2013	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)	5101	PANADERÍA	-7042		D1541
2013	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)	5109	CALDERAS	-7663	PLANTA EL SALTO	D1730
2013	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)		CALDERAS	-8299		D2010
2013	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)	5109	CALDERAS	-7981		D2422
2013	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)	5109	FABRICACIÓN DE ARTÍCULOS	-7988	PLASTICOS TUMANI	D2520
2013	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)	11201	CALDERAS	-7537	GRANERO - PLANTA CHAC	0
2013	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)	8402	CALDERAS	-7795		0
2013	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)	8402	CALDERAS	-7743		0
2013	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)	8402	CALDERAS	-7624		0
2013	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)	8402	CALDERAS	-7472		0
2013	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)	8402	CALDERAS	-7571		0
2013	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)	8303	CALDERAS	-7071		0
2013	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)	2201	CALDERAS	-8300		0
2013	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)	8401	CALDERAS	-7583		0
2013	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)	8401	CALDERAS	-7921		0
2013	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)	8401	CALDERAS	-7809		0
2013	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)	8401	CALDERAS	-7647		0
2013	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)	8401	CALDERAS	-7225		0
2013	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)	8401	CALDERAS	-7031		0
2013	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)	8401	CALDERAS	-7809		0
2013	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)	8406	CALDERAS	-7801		0
2013	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)	8404	CALDERAS	-7574		0
2013	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)	11101	CALDERAS	-7358		0
2013	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)	8405	CALDERAS	-7545		0
2013	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)	8405	CALDERAS	-7466		0

FIGURA 37. EJEMPLO INCONSISTENCIAS BD RETC: RUT

Fuente: Elaboración propia

retc_cuentas_final_v2 : Base de datos- C:\Users\patr\Desktop\RETC FINAL 15 feb 2016\retc_cuentas_final_v2.accdB (Formato de archivo Access 2007 - 2016) - Access

Herramientas de base de datos ¿Qué desea hacer?

Ascendente Selección Nuevo Totales Reemplazar Calibri 11

Descendente Avanzadas Actualizar Guardar Revisión ortográfica Buscar Ir a N K S Formato de texto

Quitar orden Alternar filtro Eliminar Más Buscar Seleccionar

Ordenar y filtrar Registros Buscar Formato de texto

año	parametro	com_cod	rubro	emp_rut	est_nom	ciu4_cod
2010	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)		CALDERAS	-7122		0
2009	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)		CALDERAS	-7122		0
2008	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)		CALDERAS	-7122		0
2007	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)		CALDERAS	-7122		0
2006	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)		CALDERAS	-7122		0
2009	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)			-1100		0
2005	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)		CALDERAS	-7023		O9199
2005	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)		CALDERAS	-7593		O9199
2005	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)		CALDERAS	-7660		O9199
2011	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)		CALDERAS	-7790		0
2005	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)		CALDERAS	-9021		O9199
2007	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)		CALDERAS	-8258		0
2005	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)			-651		D3699
2005	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)			-651		D3699
2005	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)			-651		D3699
2007	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)		CALDERAS	-8299		D2010
2008	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)		CALDERAS	-8299		D2010
2009	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)		CALDERAS	-8299		D2010
2010	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)		CALDERAS	-8299		D2010
2011	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)		CALDERAS	-8299		D2010
2012	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)		CALDERAS	-8299		D2010
2013	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)		CALDERAS	-8299		D2010
2005	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)		CALDERAS	-8299		D2010
2005	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)		CALDERAS	-7790		O9199
2007	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)		CALDERAS	-7660		0
2007	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)			-1114		0
2010	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)		CALDERAS	-7660		0
2010	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)		CALDERAS	-7790		0
2009	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)		CALDERAS	-7023		0
2009	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)		CALDERAS	-7593		0
2009	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)		CALDERAS	-7660		0
2009	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)		CALDERAS	-7790		0
2008	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)		CALDERAS	-7023		0
2008	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)		CALDERAS	-7593		0
2008	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)		CALDERAS	-7660		0
2008	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)		CALDERAS	-7790		0
2013	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)		CALDERAS	-7122		0
2007	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)		CALDERAS	-7593		0

FIGURA 38. EJEMPLO INCONSISTENCIAS BD RETC: RUT Y COMUNAS

Fuente: Elaboración propia

retc_cuentas_final_v2 : Base de datos- C:\Users\patr\Desktop\RETC FINAL 15 feb 2016\retc_cuentas_final_v2.accdb (Formato de archivo Access 2007 - 2016) - Access

Herramientas de base de datos ¿Qué desea hacer?

icendente Selección ▾ Nuevo Totales Reemplazar Calibri 11
 icendente Avanzadas ▾ Guardar Revisión ortográfica Buscar Ir a
 itar orden Alternar filtro Actualizar todo Eliminar Más Buscar Seleccionar Formato de texto

año	parametro	com_cod	rubro	emp_rut	est_nom	ciuu4_cod
2007	DIÓXIDO DE AZUFRE (SO2)			99568600		0
2007	DIÓXIDO DE AZUFRE (SO2)			-1125		0
2007	DIÓXIDO DE AZUFRE (SO2)			80969800		0
2007	DIÓXIDO DE AZUFRE (SO2)			84393900		0
2007	DIÓXIDO DE AZUFRE (SO2)			84449400		0
2007	DIÓXIDO DE AZUFRE (SO2)			85218500		0
2007	DIÓXIDO DE AZUFRE (SO2)			85487000		0
2007	DIÓXIDO DE AZUFRE (SO2)			88274600		0
2007	DIÓXIDO DE AZUFRE (SO2)			91125000		0
2007	DIÓXIDO DE AZUFRE (SO2)			78483600		0
2007	DIÓXIDO DE AZUFRE (SO2)			96641460		0
2007	DIÓXIDO DE AZUFRE (SO2)			78409770		0
2007	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)			-1181		0
2007	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)			-1178		0
2007	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)			-1177		0
2007	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)			-1173		0
2007	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)			-1171		0
2007	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)			-1168		0
2007	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)			-1166		0
2007	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)			-1162		0
2007	DIÓXIDO DE AZUFRE (SO2)			96591040		0
2007	DIÓXIDO DE AZUFRE (SO2)			-1104		0
2007	COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES			-1177		0
2007	DIÓXIDO DE AZUFRE (SO2)			-1122		0
2007	DIÓXIDO DE AZUFRE (SO2)			-1121		0
2007	DIÓXIDO DE AZUFRE (SO2)			-1118		0
2007	DIÓXIDO DE AZUFRE (SO2)			-1116		0
2007	DIÓXIDO DE AZUFRE (SO2)			-1115		0
2007	DIÓXIDO DE AZUFRE (SO2)			-1114		0
2007	DIÓXIDO DE AZUFRE (SO2)			-1111		0
2007	DIÓXIDO DE AZUFRE (SO2)			80764900		0
2007	DIÓXIDO DE AZUFRE (SO2)			-1108		0
2007	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)			-1155		0
2007	DIÓXIDO DE AZUFRE (SO2)			-1103		0
2007	DIÓXIDO DE AZUFRE (SO2)			-1101		0
2007	DIÓXIDO DE AZUFRE (SO2)			5519467		0
2007	DIÓXIDO DE AZUFRE (SO2)			8251111		0
2007	DIÓXIDO DE AZUFRE (SO2)			77359350		0
2007	DIÓXIDO DE AZUFRE (SO2)			77637380		0
2007	DIÓXIDO DE AZUFRE (SO2)			78077210		0

Registro: 1 de 24171 Filtro Buscar

FIGURA 39. EJEMPLO INCONSISTENCIAS BD RETC: COMUNAS

Fuente: Elaboración propia

retc_cuentas_final_v2 : Base de datos- C:\Users\patr\Desktop\RETC FINAL 15 feb 2016\retc_cuentas_final_v2.accdb (Formato de archivo Access 2007 - 2016) - Access

Herramientas de base de datos ¿Qué desea hacer?

icidente Selección - Nuevo Totales Reemplazar
 icidente Avanzadas Guardar Revisión ortográfica Buscar Ir a -
 ular orden Alternar filtro Actualizar todo Eliminar Más - Seleccionar -

Ordenar y filtrar Registros Buscar Formato de texto

año	parametro	com_cod	rubro	emp_rut	est_nom	cliu4_cod
2005	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)	6115		77865980		D1552
2005	MP2,5	6115		77865980		D1552
2005	DIÓXIDO DE AZUFRE (SO2)	6115		77865980		D1552
2007	MP10	6115		77865980		D1552
2006	MP2,5	6115		77865980		D1552
2005	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)	6115		77865980		D1552
2007	NITRÓGENO AMONIAICAL (O NH3)	6115		77865980		D1552
2005	MONÓXIDO DE CARBONO	6115		77865980		D1552
2007	MONÓXIDO DE CARBONO	6115		77865980		D1552
2006	DIBENZOPARADIOXINAS POLICLORADAS Y FURANOS (PCDD/F)	6115		77865980		D1552
2005	NOX	6115		77865980		D1552
2005	COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES	6115		77865980		D1552
2005	COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES	6115		77865980		D1552
2007	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)	6115		77865980		D1552
2005	NOX	6115		77865980		D1552
2007	DIÓXIDO DE AZUFRE (SO2)	6115		77865980		D1552
2006	NOX	6115		77865980		D1552
2005	MP2,5	6115		77865980		D1552
2006	NITRÓGENO AMONIAICAL (O NH3)	6115		77865980		D1552
2007	MERCURIO	6115		77865980		D1552
2009	MP2,5	6115		77865980		D1552
2007	MP2,5	6115		77865980		D1552
2007	DIBENZOPARADIOXINAS POLICLORADAS Y FURANOS (PCDD/F)	6115		77865980		D1552
2007	MATERIAL PARTICULADO	6115		77865980		D1552
2007	NITRÓGENO AMONIAICAL (O NH3)	6115		77865980		D1552
2007	MP10	6115		77865980		D1552
2007	MONÓXIDO DE CARBONO	6115		77865980		D1552
2007	MERCURIO	6115		77865980		D1552
2007	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)	6115		77865980		D1552
2007	DIÓXIDO DE AZUFRE (SO2)	6115		77865980		D1552
2008	NOX	6115		77865980		D1552
2009	NOX	6115		77865980		D1552
2008	DIÓXIDO DE AZUFRE (SO2)	6115		77865980		D1552
2009	DIBENZOPARADIOXINAS POLICLORADAS Y FURANOS (PCDD/F)	6115		77865980		D1552
2009	MATERIAL PARTICULADO	6115		77865980		D1552
2009	NITRÓGENO AMONIAICAL (O NH3)	6115		77865980		D1552
2009	MP10	6115		77865980		D1552
2009	MONÓXIDO DE CARBONO	6115		77865980		D1552
2009	MERCURIO	6115		77865980		D1552
2009	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)	6115		77865980		D1552

Registro: 1 de 193352 Filtado Buscar

FIGURA 40. EJEMPLO INCONSISTENCIAS BD RETC: RUBRO

Fuente: Elaboración propia

7.2 CLASIFICACIÓN INDUSTRIAL INTERNACIONAL UNIFORME CIIU

A continuación, se presentan observaciones que surgieron a partir del análisis de la NBD³⁷ del RETC, respecto de los registros y su clasificación por CIIU.

La clasificación por CIIU de los registros, permite identificar aquellos que corresponden a actividades productivas y cuáles, de aquellas que no lo son. La Tabla 36 indica la cantidad de registros por tipo de fuente (fija, móvil o difusa) que contienen código CIIU, respecto de los que no.

TIPO DE FUENTE	CON CIIU	%	SIN CIIU	%	TOTAL
FUENTE FIJA	700.435	50%	410.820	29%	1.111.255
FUENTE MÓVIL	210.106	15%	0	0%	210.106
FUENTE DIFUSA	2	0%	92.582	7%	92.584
SUB-TOTAL	910.543	64%	503.402	36%	1.413.945

TABLA 36. REGISTROS CON Y SIN INFORMACIÓN DE CIIU.

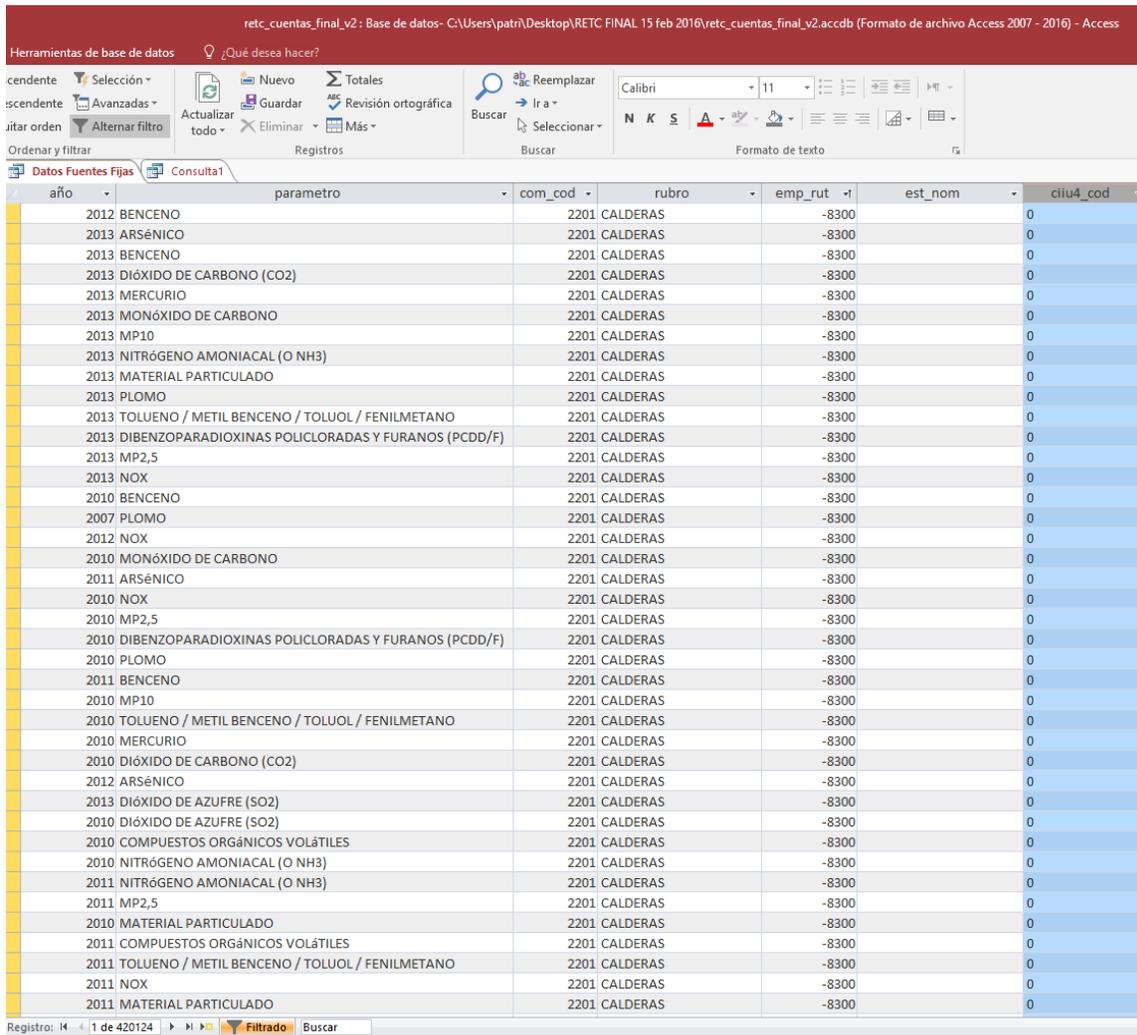
Porcentajes calculados en base a los registros totales de la NBD.

Fuente: Elaboración propia.

Del total de la NBD se observa que el 64% de los registros están clasificados por CIIU y un 36% carecen de esta clasificación, lo cual se explica en parte, por aquellos datos correspondientes a Fuentes Difusas que, de acuerdo a lo analizado, corresponderían a información de incendios en áreas naturales o agrícolas. Sin embargo, el mayor porcentaje corresponde a datos de Fuentes Fijas sin CIIU (29%), lo cual indica que dichos registros están incompletos desde su origen, en la declaración de emisiones por parte de los titulares.

De acuerdo a lo expuesto en la Tabla 36, un 36% de los registros, no cuentan con clasificación CIIU, lo cual no permite identificar el sector industrial del cual provienen dichas emisiones. (Figura 41). Los campos de CIIU vacíos están distribuidos entre los años 2005-2013.

³⁷ Base de Datos RETC modificada, se omiten de ésta las sustancias que no aplican al cuadro SCAE. Contempla 1.413.945 registros.



año	parametro	com_cod	rubro	emp_rut	est_nom	ciu4_cod
2012	BENCENO	2201	CALDERAS	-8300		0
2013	ARSÉNICO	2201	CALDERAS	-8300		0
2013	BENCENO	2201	CALDERAS	-8300		0
2013	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)	2201	CALDERAS	-8300		0
2013	MERCURIO	2201	CALDERAS	-8300		0
2013	MONÓXIDO DE CARBONO	2201	CALDERAS	-8300		0
2013	MP10	2201	CALDERAS	-8300		0
2013	NITRÓGENO AMONICAL (O NH3)	2201	CALDERAS	-8300		0
2013	MATERIAL PARTICULADO	2201	CALDERAS	-8300		0
2013	PLOMO	2201	CALDERAS	-8300		0
2013	TOLUENO / METIL BENCENO / TOLUOL / FENILMETANO	2201	CALDERAS	-8300		0
2013	DIBENZOPARADIOXINAS POLICLORADAS Y FURANOS (PCDD/F)	2201	CALDERAS	-8300		0
2013	MP2,5	2201	CALDERAS	-8300		0
2013	NOX	2201	CALDERAS	-8300		0
2010	BENCENO	2201	CALDERAS	-8300		0
2007	PLOMO	2201	CALDERAS	-8300		0
2012	NOX	2201	CALDERAS	-8300		0
2010	MONÓXIDO DE CARBONO	2201	CALDERAS	-8300		0
2011	ARSÉNICO	2201	CALDERAS	-8300		0
2010	NOX	2201	CALDERAS	-8300		0
2010	MP2,5	2201	CALDERAS	-8300		0
2010	DIBENZOPARADIOXINAS POLICLORADAS Y FURANOS (PCDD/F)	2201	CALDERAS	-8300		0
2010	PLOMO	2201	CALDERAS	-8300		0
2011	BENCENO	2201	CALDERAS	-8300		0
2010	MP10	2201	CALDERAS	-8300		0
2010	TOLUENO / METIL BENCENO / TOLUOL / FENILMETANO	2201	CALDERAS	-8300		0
2010	MERCURIO	2201	CALDERAS	-8300		0
2010	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2)	2201	CALDERAS	-8300		0
2012	ARSÉNICO	2201	CALDERAS	-8300		0
2013	DIÓXIDO DE AZUFRE (SO2)	2201	CALDERAS	-8300		0
2010	DIÓXIDO DE AZUFRE (SO2)	2201	CALDERAS	-8300		0
2010	COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES	2201	CALDERAS	-8300		0
2010	NITRÓGENO AMONICAL (O NH3)	2201	CALDERAS	-8300		0
2011	NITRÓGENO AMONICAL (O NH3)	2201	CALDERAS	-8300		0
2011	MP2,5	2201	CALDERAS	-8300		0
2010	MATERIAL PARTICULADO	2201	CALDERAS	-8300		0
2011	COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES	2201	CALDERAS	-8300		0
2011	TOLUENO / METIL BENCENO / TOLUOL / FENILMETANO	2201	CALDERAS	-8300		0
2011	NOX	2201	CALDERAS	-8300		0
2011	MATERIAL PARTICULADO	2201	CALDERAS	-8300		0

FIGURA 41. EJEMPLO INCONSISTENCIAS BD RETC: CIU

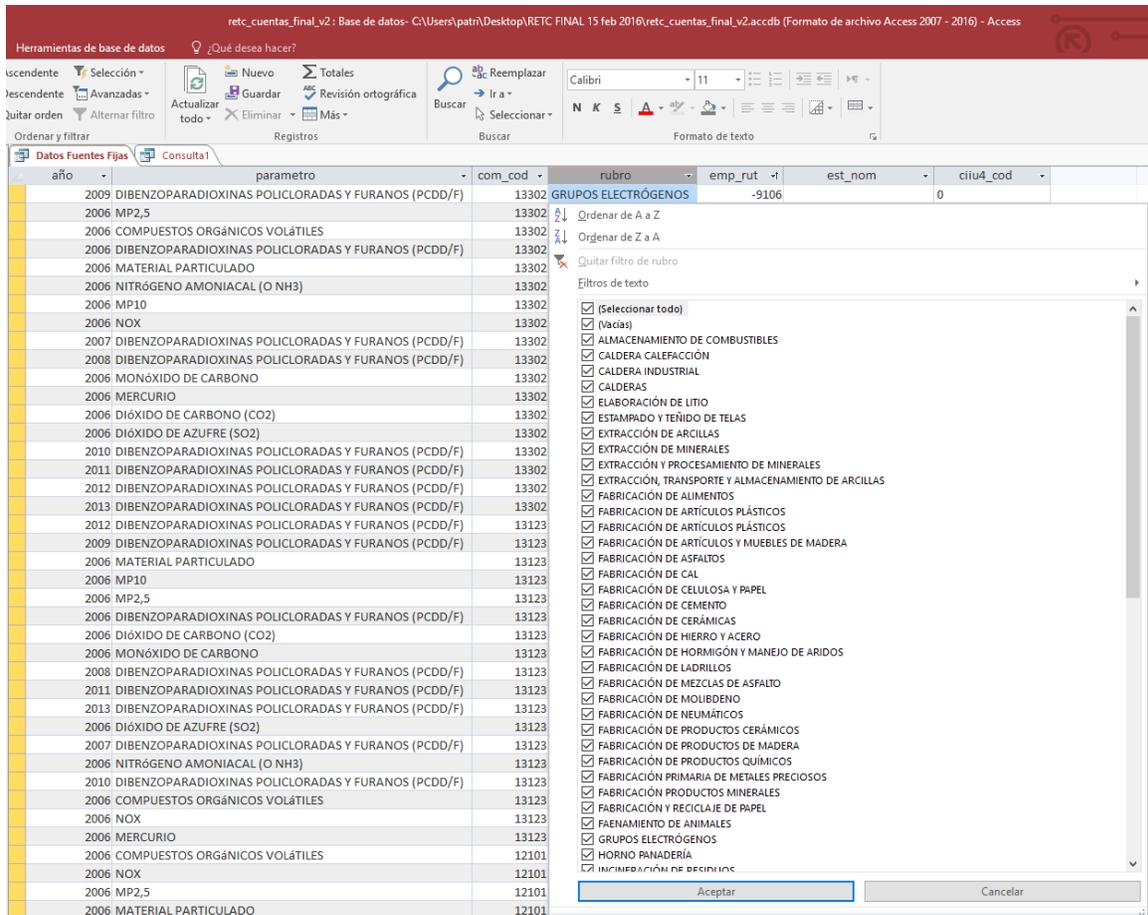
Fuente: Elaboración propia

En este sentido, se consideró que los registros sin CIU, pudieran contar con otros campos de información que permitieran eventualmente realizar la clasificación por industria, por ejemplo, a través del RUT de una empresa o el Rubro asignado, sin embargo, se presentaron los siguientes inconvenientes:

- RUT: el inconveniente está en que una empresa puede tener más de un giro comercial, por lo tanto, no era posible asignar un CIU con certeza.
- RUBRO: en algunos casos el rubro se registra en base al equipo que se utiliza (Caldera, Grupo electrógeno, etc.) y en otros en base a la actividad económica o giro del establecimiento (Fabricación de Cemento, Elaboración de Litio, Extracción de Minerales, etc.). Ambas lógicas aplicadas al mismo

campo no permiten utilizar la información para verificar o corroborar su alineación con el establecimiento a partir del RUT o Razón Social de los éstos (Figura 42).

- COMUNA: una empresa puede tener establecimientos en distintas comunas, y no necesariamente estos establecimientos tendrán una misma función industrial-comercial.



año	parametro	com_cod	rubro	emp_rut	est_nom	ciuu4_cod
2009	DIBENZOPARADIOXINAS POLICLORADAS Y FURANOS (PCDD/F)	13302	GRUPOS ELECTRÓGENOS	-9106		0
2006	MP2,5	13302				
2006	COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES	13302				
2006	DIBENZOPARADIOXINAS POLICLORADAS Y FURANOS (PCDD/F)	13302				
2006	MATERIAL PARTICULADO	13302				
2006	NITRÓGENO AMONIACAL (O NH3)	13302				
2006	MP10	13302				
2006	NOX	13302				
2007	DIBENZOPARADIOXINAS POLICLORADAS Y FURANOS (PCDD/F)	13302				
2008	DIBENZOPARADIOXINAS POLICLORADAS Y FURANOS (PCDD/F)	13302				
2006	MONÓXIDO DE CARBONO	13302				
2006	MERCURIO	13302				
2006	DÍOXIDO DE CARBONO (CO2)	13302				
2006	DÍOXIDO DE AZUFRE (SO2)	13302				
2010	DIBENZOPARADIOXINAS POLICLORADAS Y FURANOS (PCDD/F)	13302				
2011	DIBENZOPARADIOXINAS POLICLORADAS Y FURANOS (PCDD/F)	13302				
2012	DIBENZOPARADIOXINAS POLICLORADAS Y FURANOS (PCDD/F)	13302				
2013	DIBENZOPARADIOXINAS POLICLORADAS Y FURANOS (PCDD/F)	13302				
2012	DIBENZOPARADIOXINAS POLICLORADAS Y FURANOS (PCDD/F)	13123				
2009	DIBENZOPARADIOXINAS POLICLORADAS Y FURANOS (PCDD/F)	13123				
2006	MATERIAL PARTICULADO	13123				
2006	MP10	13123				
2006	MP2,5	13123				
2006	DIBENZOPARADIOXINAS POLICLORADAS Y FURANOS (PCDD/F)	13123				
2006	DÍOXIDO DE CARBONO (CO2)	13123				
2006	MONÓXIDO DE CARBONO	13123				
2008	DIBENZOPARADIOXINAS POLICLORADAS Y FURANOS (PCDD/F)	13123				
2011	DIBENZOPARADIOXINAS POLICLORADAS Y FURANOS (PCDD/F)	13123				
2013	DIBENZOPARADIOXINAS POLICLORADAS Y FURANOS (PCDD/F)	13123				
2006	DÍOXIDO DE AZUFRE (SO2)	13123				
2007	DIBENZOPARADIOXINAS POLICLORADAS Y FURANOS (PCDD/F)	13123				
2006	NITRÓGENO AMONIACAL (O NH3)	13123				
2010	DIBENZOPARADIOXINAS POLICLORADAS Y FURANOS (PCDD/F)	13123				
2006	COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES	13123				
2006	NOX	13123				
2006	MERCURIO	13123				
2006	COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES	12101				
2006	NOX	12101				
2006	MP2,5	12101				
2006	MATERIAL PARTICULADO	12101				

FIGURA 42. EJEMPLO INCONSISTENCIAS BD RETC: CLASIFICACIÓN RUBRO

Fuente: Elaboración propia

Como se observa, los campos no permitían llegar a una conclusión respecto de la actividad económica a la cual asignar dichas emisiones, e incluso, en muchos casos, los campos se encontraban vacíos o con datos inválidos.

En relación a los registros por Tipo de Fuente, se relevan las siguientes observaciones:

- Existen **59.554** registros de **fuentes fijas**, clasificados en 41 rubros distintos y categorizados bajo el código CIU O9199, el cual corresponde a la Sección “O - Otras actividades de servicios comunitarios, sociales y personales”, lo cual es interpretado como un error en la clasificación, o se consideró aplicar este código cuando no existía certeza del CIU correspondiente al registro (Figura 43).

año	parametro	com_cod	rubro	emp_rut	est_nom	ciu4_cod
2013	ARSÉNICO	13401	GRUPOS ELECTRÓGENOS	-7505	FUND. HOSPITAL PARROQUIAL SAN BE	09199
2013	ARSÉNICO	13130	GRUPOS ELECTRÓGENOS	-7504	FULL MARKET S.A.	09199
2013	ARSÉNICO	13402	CALDERAS	78279230	FRUTOS DEL MAIPO LTDA	09199
2013	ARSÉNICO	13402	GRUPOS ELECTRÓGENOS	78279230	FRUTOS DEL MAIPO LTDA	09199
2013	ARSÉNICO	13605	GRUPOS ELECTRÓGENOS	-7501	FRIOFRUTA S.A.	09199
2013	ARSÉNICO	13121	GRUPOS ELECTRÓGENOS	92196000	FRIGORIFICO LO VALLEDOR	09199
2013	ARSÉNICO	13401	GRUPOS ELECTRÓGENOS	-7500	FRIGORIFICO CAMER LTDA.	09199
2013	ARSÉNICO	13604	MISCELÁNEOS	96515810	FOSFOQUIM PADRE HURTADO	09199
2013	ARSÉNICO	13401	GRUPOS ELECTRÓGENOS	91489000	FINNING CHILE S.A.	09199
2013	ARSÉNICO	13108	GRUPOS ELECTRÓGENOS	91489000	FINNING CHILE S.A.	09199
2013	ARSÉNICO	13106	GRUPOS ELECTRÓGENOS	91489000	FINNING CHILE S.A.	09199
2013	ARSÉNICO	13110	CALDERAS	96825130	FERROVIAL & AGROMAN CHILE S.A.	09199
2013	ARSÉNICO	13402	MANEJO DE ÁRIDOS	96825130	FERROVIAL & AGROMAN CHILE S.A.	09199
2013	ARSÉNICO	13302	PRODUCTOS DE HIERRO Y	86598000	FERROCAST S.A.	09199
2013	ARSÉNICO	13118	CALDERAS	92819000	FELTRES S.A.	09199
2013	ARSÉNICO	13111	PANADERÍA	86372900	FELIX VALLES Y CIA. LTDA.	09199
2013	ARSÉNICO	13301	GRUPOS ELECTRÓGENOS	99541860	FE GRANDE MAQUINARIAS Y SERVICIOS S.A.	09199
2013	ARSÉNICO	13110	GRUPOS ELECTRÓGENOS	99541860	FE GRANDE MAQUINARIAS Y SERVICIOS S.A.	09199
2013	ARSÉNICO	13126	GRUPOS ELECTRÓGENOS	92305000	FCA.DE PAPELES CARRASCAL S.A.	09199
2013	ARSÉNICO	13111	CALDERAS	89264100	FCA.DE CONFITES PELAYO	09199
2013	ARSÉNICO	13118	CALDERAS	96718210	FCA. DE CONFES. TRIAL S.A.	09199
2013	ARSÉNICO	13124	GRUPOS ELECTRÓGENOS	-7466	FBO AEROCARDAL LTDA.	09199
2013	ARSÉNICO	13103	FABRICACIÓN DE PRODUCTOS	96755490	FANALOZA S.A.	09199
2013	ARSÉNICO	13103	GRUPOS ELECTRÓGENOS	96755490	FANALOZA S.A.	09199
2013	ARSÉNICO	13119	PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS	96595900	FABRICA DE LEVADURAS Y ALIMENTOS LA UNIO	09199
2013	ARSÉNICO	13128	GRUPOS ELECTRÓGENOS	89884200	FABISA S.A.	09199
2013	ARSÉNICO	13108	MISCELÁNEOS	96888220	EXTRUDER S.A.	09199
2013	ARSÉNICO	13301	CALDERAS	78266740	EXSER AGROINDUSTRIAL LTDA.	09199
2013	ARSÉNICO	13127	PANADERÍA	78346770	EUROPAN LTDA.	09199
2013	ARSÉNICO	13107	GRUPOS ELECTRÓGENOS	-7446	ETIQUETAS TO PRINT S.A.	09199
2013	ARSÉNICO	13119	FABRICACIÓN DE ARTÍCULOS	86474100	ETERSOL S.A.	09199
2013	ARSÉNICO	13119	GRUPOS ELECTRÓGENOS	86474100	ETERSOL S.A.	09199
2013	ARSÉNICO	13130	PANADERÍA	78592520	ESTABLECIMIENTOS SAN LUIS LIMITADA	09199
2013	ARSÉNICO	13104	PANADERÍA	78450290	ESTABLECIMIENTOS OLID LTDA.	09199
2013	ARSÉNICO	13101	PANADERÍA	78133230	ESTABLECIMIENTOS HORIZONTE LTDA.	09199
2013	ARSÉNICO	13101	PANADERÍA	96814790	ESTABLECIMIENTOS CASTILLA S.A.	09199
2013	ARSÉNICO	13101	GRUPOS ELECTRÓGENOS	-7420	EQUANT CHILE S.A.	09199
2013	ARSÉNICO	13119	CALDERAS	89996200	ENVASES DEL PACIFICO S.A.	09199
2013	ARSÉNICO	13129	GRUPOS ELECTRÓGENOS	96563570	ENTEL CALL CENTER S A	09199
2013	ARSÉNICO	13121	GRUPOS ELECTRÓGENOS	78758410	ENERLOVA	09199

FIGURA 43. EJEMPLO INCONSISTENCIAS BD RETC: CIU O9199

Fuente: Elaboración propia

- Se observa que, para un rubro particular, por ejemplo “PANADERÍAS”, existen 20 códigos CIU distintos, los cuales apuntan a áreas muy diversas, planteando nuevamente inconsistencias entre el campo rubro y el CIU asignado. Adicionalmente los 20 códigos CIU apuntan a áreas muy diversas, lo que se desprende fácilmente de la Sección. Para el Ejemplo: A, Agricultura, ganadería, caza y silvicultura; C, Explotación de minas y canteras; D, Industrias Manufactureras; E, Suministro de electricidad, gas y agua; entre otras (Figura 44).

año	parametro	com_cod	rubro	rv	emp_rut	est_nom	ciuuf_cod
2012	ARSÉNICO	9201	PANADERÍA	78833720			G5211
2013	MP2,5	9201	PANADERÍA	81537600	ANGOL I		G5211
2013	MATERIAL PARTICULADO	9201	PANADERÍA	81537600	ANGOL I		G5211
2013	MATERIAL PARTICULADO	9201	PANADERÍA	81537600	ANGOL I		G5211
2013	NITRÓGENO AMONIAICAL (O NH3)	9201	PANADERÍA	81537600	ANGOL I		G5211
2013	MP10	9201	PANADERÍA	81537600	ANGOL I		G5211
2013	MONÓXIDO DE CARBONO	9201	PANADERÍA	81537600	ANGOL I		G5211
2013	MERCURIO	9201	PANADERÍA	81537600	ANGOL I		G5211
2013	DIOXIDO DE CARBONO (CO2)	9201	PANADERÍA	81537600	ANGOL I		G5211
2011	TOLUENO / METIL BENCENO / TOLUOL / FENILMETANO	2101	PANADERÍA	76134941			G5211
2013	NOX	9201	PANADERÍA	81537600	ANGOL I		G5211
2011	COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES	9201	PANADERÍA	78833720			G5211
2011	DIBENZOPARADIOXINAS POLICLORADAS Y FURANOS (PCDD/F)	9201	PANADERÍA	78833720			G5211
2011	TOLUENO / METIL BENCENO / TOLUOL / FENILMETANO	9201	PANADERÍA	78833720			G5211
2011	MATERIAL PARTICULADO	9201	PANADERÍA	78833720			G5211
2011	NITRÓGENO AMONIAICAL (O NH3)	9201	PANADERÍA	78833720			G5211
2011	MP10	9201	PANADERÍA	78833720			G5211
2011	MONÓXIDO DE CARBONO	9201	PANADERÍA	78833720			G5211
2011	MERCURIO	9201	PANADERÍA	78833720			G5211
2013	MP10	9201	PANADERÍA	81537600	ANGOL I		G5211
2011	DIOXIDO DE AZUFRE (SO2)	9201	PANADERÍA	78833720			G5211
2013	NITRÓGENO AMONIAICAL (O NH3)	9201	PANADERÍA	81537600	ANGOL I		G5211
2011	BENCENO	9201	PANADERÍA	78833720			G5211
2011	ARSÉNICO	9201	PANADERÍA	78833720			G5211
2013	NOX	9201	PANADERÍA	81537600	ANGOL I		G5211
2013	MP2,5	9201	PANADERÍA	81537600	ANGOL I		G5211
2013	DIBENZOPARADIOXINAS POLICLORADAS Y FURANOS (PCDD/F)	9201	PANADERÍA	81537600	ANGOL I		G5211
2013	TOLUENO / METIL BENCENO / TOLUOL / FENILMETANO	9201	PANADERÍA	81537600	ANGOL I		G5211
2013	COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES	9201	PANADERÍA	81537600	ANGOL I		G5211
2011	DIOXIDO DE CARBONO (CO2)	9201	PANADERÍA	78833720			G5211
2005	NITRÓGENO AMONIAICAL (O NH3)	5101	PANADERÍA	-7739			D2732
2005	NITRÓGENO AMONIAICAL (O NH3)	5101	PANADERÍA	-7135			D2732
2005	NITRÓGENO AMONIAICAL (O NH3)	5101	PANADERÍA	-7636			D2732
2005	NITRÓGENO AMONIAICAL (O NH3)	5101	PANADERÍA	-7651			D2732
2005	NITRÓGENO AMONIAICAL (O NH3)	5101	PANADERÍA	-7725			D2732
2005	NITRÓGENO AMONIAICAL (O NH3)	5101	PANADERÍA	-7729			D2732
2005	NITRÓGENO AMONIAICAL (O NH3)	5101	PANADERÍA	-7732			D2732
2005	NITRÓGENO AMONIAICAL (O NH3)	5101	PANADERÍA	-7546			D2732
2005	NITRÓGENO AMONIAICAL (O NH3)	5101	PANADERÍA	-7735			D2732
2005	NITRÓGENO AMONIAICAL (O NH3)	5101	PANADERÍA	-7526			D2732

FIGURA 44. EJEMPLO INCONSISTENCIAS BD RETC: RUBRO Y CIU

Fuente: Elaboración propia

- Todos los registros de **fuentes móviles** cuentan con un único código CIU “I6021: Otro tipo de transporte regular de pasajeros por vía terrestre”³⁸. Esto permite dar cuenta nuevamente de inconsistencias en la clasificación de los registros, pues a modo de ejemplo, los camiones o bien los taxis colectivos, pueden ser clasificados con un código CIU único para estas actividades (Figura 45).

³⁸ Esta clase abarca los servicios regulares de transporte urbano, suburbano e interurbano de pasajeros que tienen itinerarios fijos y horarios con arreglo a los cuales cargan y descargan pasajeros en las paradas indicadas en los horarios, excepto los servicios de transporte interurbano en ferrocarril. Los servicios incluidos en esta clase pueden ser prestados utilizando autobuses, tranvías, trolebuses, trenes subterráneos, trenes de viaducto, etc. También se incluyen actividades de transporte tales como las de servicios de autobuses escolares, de transporte de trabajadores, de enlace con aeropuertos y estaciones de ferrocarril, de autobuses de excursión, funiculares, teleféricos, etc. (INE, 2007).

FIGURA 45. EJEMPLO INCONSISTENCIAS BD RETC: CIIU 16021

Fuente: Elaboración propia

- En cuanto a los registros de **fuentes difusas** con CIIU, nuevamente se presenta una inconsistencia entre los campos que definen la actividad productiva. Los dos registros que presentan CIIU, llevan el código “Q9900: Organizaciones y órganos extraterritoriales”, lo cual no se condice con los rubros “Extracción de arcillas” y “Extracción de Minerales”, y a su vez tampoco concuerda con la clasificación de fuente “Superficie de uso agrícola” como muestra la Figura 46. Otros **12.155** registros también presentan la clasificación por fuente “Superficie de uso agrícola” pero no cuentan con CIIU. Dadas estas incongruencias, se ha decidido asignar todas las emisiones difusas con clasificación por fuente “Superficie de uso agrícola” al sector A-Agricultura, contabilizando un total de **12.157** registros.

rubro	nombre_cor	fuente	emp_rut	est_nom	tipodesc_des	ccf6_des	cciu4_cod
EXTRACCIÓN DE ARCILLAS	Renaico	DIFUSAS	0	SIN INFORMACIÓN	Emisiones Fugitivas	Superficie de uso agrícola	Q9900
EXTRACCIÓN DE MINERALES	Traiguén	DIFUSAS	0	SIN INFORMACIÓN	Emisiones Fugitivas	Superficie de uso agrícola	Q9900

FIGURA 46. EJEMPLO INCONSISTENCIAS BD RETC: FUENTE DIFUSA.

Fuente: Elaboración propia

7.3 ASIGNACIÓN DE REGISTROS AL CUADRO SCAE

De igual forma, en la Tabla 37, se presenta la cantidad de registros, clasificados por tipo de fuente, que fueron asignados a cada uno de los sectores abordados por el SCAE. De esta forma, es posible observar la cantidad de registros que pudieron ser asignados a un sector SCAE (69,2%) respecto de los registros que no pudieron ser asignados (30,8%).

TIPO DE FUENTE	REGISTROS ASIGNADOS			REGISTROS NO ASIGNADOS	TOTAL
	INDUSTRIA	HOGARES	ACUMULACIÓN	REQUIERE DETALLE	
FUENTE FIJA	661.703	18.145	20.587	410.820	1.111.255
FUENTE MÓVIL	175.482	34.624	-	-	210.106
FUENTE DIFUSAS	12.157	55.152	-	25.275	92.584
SUBTOTALES	849.342	107.921	20.587	436.095	
TOTAL	977.850			436.095	1.413.945
%	69,2%			30,8%	100%

TABLA 37. ASIGNACIÓN DE REGISTROS RECT A CUADRO SCAE.

Porcentajes calculados en base a los registros totales de la NBD.

Fuente: Elaboración propia.

8 OBSERVACIONES BD INGEI PARA CUENTAS AMBIENTALES DE AIRE

Es importante tener en cuenta, que a diferencia del RETC, el cual es un sistema de registro al cual cada titular reporta sus emisiones, el INGEI es un inventario, con una estructura de sectores pre-definida, sobre la cual la autoridad responsable completa los campos de acuerdo a las estimaciones que se realizan, por tanto, la unidad básica del INGEI no es un establecimiento como en el RETC, sino, un subsector.

En primer lugar, se ha realizado un análisis de la BD completa, observando que ésta cuenta con un **total de 39.544** registros distribuidos en los años 1990-2010. De éstos, como se mencionó en la sección 6.2 (Ajustes metodológicos para la elaboración de cuentas ambientales con datos INGEI), **solo 6.046 son válidos** pues cuentan con un valor de emisión.

Las emisiones están registradas en Gigagramo, y los campos contemplados en el inventario para cada registro se presentan en la Tabla 38.

Campo	Definición
Contaminante	Sustancia
tipo_contaminante	GEI o local
Flujo	emisión o captura
Metodología	método de referencia o método sectorial
Sector	clasificación por sectores GL1996
Sub-Sector_1	clasificación por sectores GL1996 nivel 1
Sub-Sector_2	clasificación por sectores GL1996 nivel 2
Sub-Sector_3	clasificación por sectores GL1996 nivel 3
Sub-Sector_4	clasificación por sectores GL1996 nivel 4
Sub-Sector_5	clasificación por sectores GL1996 nivel 5
Tipo_emision	combustión o emisiones fugitivas
Nacional_internacional	origen territorial de las emisiones
Año	año para el cual se hace la estimación
Valor-Gg	emisión en Gigagramos
Valor_GgCO2_eq	emisión en Gigagramos de CO2 equivalente

TABLA 38. CAMPOS CONTENIDOS EN LA BD DEL INGEI

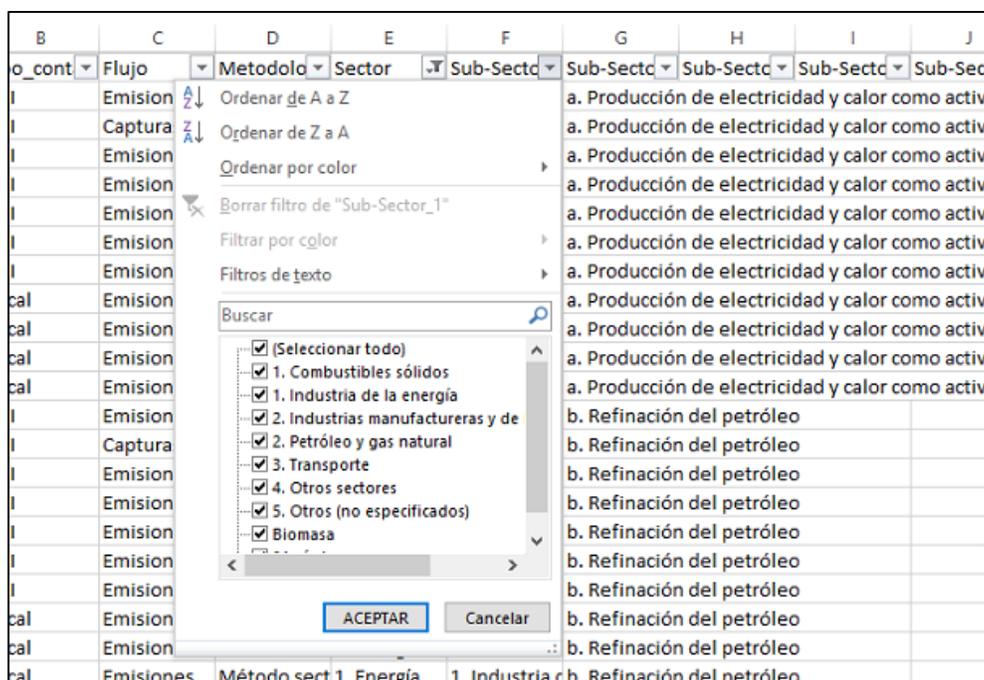
Fuente: Elaboración propia

El INGEI se elaboró siguiendo las *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero* (GL2006) (MMA, 2014b) metodología que considera cuatro 4 sectores: 1. Energía, 2. IPPU, 3. AFOLU, 4. Residuos. Sin embargo, para la presentación de los resultados, homologaron estos sectores a lo que plantean las directrices del IPCC (GL1996, GPG2000 y GPG-LULUCF), las cuales consideran 6 sectores: (1) Energía; (2) Procesos industriales; (3) Utilización de disolventes y otros productos; (4) Agricultura; (5) Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura; y (6) Residuos. Éstos últimos 6 sectores son los que están presentes en la Base de Datos.

8.1 CLASIFICACIÓN POR SECTORES INGEI

Teniendo en consideración lo anterior, se observa que el sector Energía presenta inconsistencias, las cuales están relacionadas a que el Sub-sector Nivel 1 de clasificación, no se encuentra en la BD. Este subsector considera 2 posibilidades: A. Quema de combustible y B. Emisiones fugitivas de combustible, las cuales fueron revisadas del informe del INGEI (MMA, 2014b).

De acuerdo a esto, el Sub-sector 2 aparece catalogado como Sub-sector 1, lo que genera un efecto en cadena hacia el resto de los niveles. Como se observa en la Figura 47, al filtrar el Sub-sector 1 del sector Energía, se presentan dos clasificaciones "1" que representan cosas diferentes, lo mismo pasa con la clasificación 2.



B	C	D	E	F	G	H	I	J
o_cont	Flujo	Metodolo	Sector	Sub-Sector	Sub-Sector	Sub-Sector	Sub-Sector	Sub-Sector
	Emision	Ordenar de A a Z			a. Producción de electricidad y calor como activ			
	Captura	Ordenar de Z a A			a. Producción de electricidad y calor como activ			
	Emision	Ordenar por color			a. Producción de electricidad y calor como activ			
	Emision	Borrar filtro de "Sub-Sector_1"			a. Producción de electricidad y calor como activ			
	Emision	Filtrar por color			a. Producción de electricidad y calor como activ			
	Emision	Filtros de texto			a. Producción de electricidad y calor como activ			
	Emision	Buscar			a. Producción de electricidad y calor como activ			
	Emision	<input checked="" type="checkbox"/> (Seleccionar todo)			a. Producción de electricidad y calor como activ			
	Emision	<input checked="" type="checkbox"/> 1. Combustibles sólidos			a. Producción de electricidad y calor como activ			
	Emision	<input checked="" type="checkbox"/> 1. Industria de la energía			a. Producción de electricidad y calor como activ			
	Emision	<input checked="" type="checkbox"/> 2. Industrias manufactureras y de			b. Refinación del petróleo			
	Captura	<input checked="" type="checkbox"/> 2. Petróleo y gas natural			b. Refinación del petróleo			
	Emision	<input checked="" type="checkbox"/> 3. Transporte			b. Refinación del petróleo			
	Emision	<input checked="" type="checkbox"/> 4. Otros sectores			b. Refinación del petróleo			
	Emision	<input checked="" type="checkbox"/> 5. Otros (no especificados)			b. Refinación del petróleo			
	Emision	<input checked="" type="checkbox"/> Biomasa			b. Refinación del petróleo			
	Emision				b. Refinación del petróleo			
	Emision				b. Refinación del petróleo			
	Emision				b. Refinación del petróleo			
	Emision				b. Refinación del petróleo			
	Emisiones	Método sect 1. Energía	1. Industria	b. Refinación del petróleo				

FIGURA 47. EJEMPLO INCONSISTENCIAS DB INGEI: SECTOR ENERGÍA

Fuente: Elaboración propia

8.2 ASIGNACIÓN DE REGISTROS AL CUADRO SCAE

A continuación, se presentan observaciones que surgieron a partir del análisis de la base de datos (BD) INGEI en vista a la elaboración futura de cuentas ambientales de emisiones a la atmósfera.

La Tabla 39 presenta una descripción de la asignación de registros a cada uno de los sectores del Cuadro SCAE. En ella se evidencia que la mayor cantidad de registros fueron asignados al sector industria, pues debido a la naturaleza del INGEI, es difícil identificar las emisiones correspondientes a los hogares.

SECTOR	SUB-SECTOR	REGISTROS ASIGNADOS
INDUSTRIA	A-AGRICULTURA	2163
	B-MINERÍA	693
	C-MANUFACTURA	1512
	H-TRANSPORTES	588
	OTROS	880
HOGARES	CALEFACCIÓN	147
	TRANSPORTES	0
	OTROS	0
ACUMULACIÓN	VERTEDEROS	63
TOTAL		6.046

TABLA 39. CANTIDAD DE REGISTROS ASIGNADOS POR SECTORES DE ACUERDO AL SCAE

Fuente: Elaboración propia

Para el caso de las sustancias emitidas por el Sector Industrial, cabe mencionar lo siguiente:

- La sustancia Hexafluoruro de azufre no presenta datos en el inventario, por falta de datos de actividad.
- La sustancia Hidrofluorocarburos, presenta datos sólo para el sector C-Manufacturas, a partir del año 2002.
- La sustancia Perfluorocarburos, presenta datos sólo para el sector C-Manufacturas, a partir del año 2005.

9 RESULTADOS EJERCICIO ELABORACIÓN DE CUENTAS AMBIENTALES DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA

El presente capítulo muestra los resultados obtenidos en el ejercicio de elaboración de las cuentas ambientales de emisiones a la atmósfera (9.1) y la visualización geográfica de algunos de los resultados obtenidos (9.2).

9.1 EJERCICIO ELABORACIÓN DE CUENTAS AMBIENTALES DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA

Tal como se explicó en la metodología, el ejercicio se realizó en paralelo para ambas fuentes de datos. Los resultados de ambos ejercicios se pueden encontrar en los Anexos IV.1 Cuentas aire con datos RETC y VI.2 Cuentas Aire con datos INGEI.

De ambos se aprecia que los resultados son completamente distintos, lo cual se explica debido a que el INGEI estima datos de emisión a nivel nacional, mientras que el RETC solo cubre una parte de los establecimientos que emiten emisiones a la atmósfera. Asimismo, los datos del RETC corresponden al periodo 2005-2014, mientras que los del INGEI al periodo 1990-2010. A modo de ejemplo se presentan en las Tablas 40 y 41, la comparación de las cuentas para el mismo periodo (2005-2010).

9.2 VISUALIZACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

A continuación se muestra una ejemplificación de cómo se pueden presentar los datos obtenidos de las cuentas de emisiones a la atmósfera con datos del RETC de manera geográfica, lo cual permite obtener una nueva visión de los resultados, de una manera más amigable al usuario.

Debido a su importancia, se optó por hacer el ejercicio con el dióxido de carbono (CO₂), para lo cual se generaron mapas de los años 2005, 2010 y 2014, a nivel regional y a nivel comunal. Los mapas del 1 al 6 muestran el ejercicio mencionado, se presentan primero los mapas regionales y luego los mapas comunales

Tipo de sustancias	CUADRO DE OFERTA DE EMISIONES AL AIRE (Toneladas)											CUADRO DE UTILIZACIÓN DE EMISIONES AL AIRE	
	Generación de Emisiones									Acumulación		Flujos al ambiente	
	Industrias - Según CIU					Hogares			Requiere Detalle	Emisiones de Vertederos	Oferta total de emisiones	Emisiones descargadas al ambiente	Utilización Total de Emisiones
	A - Agricultura	B - Minería	C - Manufacturas	H - Transportes	Otras	[1] Transportes	[2] Calefacción	Otros					
Amoníaco	275	357	15.897	2.647	37.141	5.580	41.109	-	-	117	103.123	103.123	103.123
Compuestos orgánicos volátiles distintos del metano	125.846	4.218	12.683	92.460	17.645	158.636	13.619.975	-	607.354	54	14.638.870	14.638.870	14.638.870
Contaminantes orgánicos persistentes	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0010	0,0000	0,0000	-	-	0,0000	0,0011	0,0011	0,0011
Dióxido de azufre	5.097	11.604	1.444.620	3.705	561.382	666	8.174	-	16.950	39	2.052.237	2.052.237	2.052.237
Dióxido de carbono	10.492.492	5.958.170	115.159.827	28.424.204	173.781.395	25.610.017	66.341.503	-	23.640.805	198.111	449.606.524	449.606.524	449.606.524
Metales pesados	0,13	0,10	221,68	0,03	33,02	0,00	0,43	-	-	0,04	255,44	255,44	255,44
Metano	-	-	-	3.566	-	4.211	-	-	-	-	7.777	7.777	7.777
Monóxido de carbono	250.156	13.633	165.584	786.428	137.195	1.137.794	25.090.928	-	1.351.546	982	28.934.246	28.934.246	28.934.246
Óxido nítrico	-	-	-	711	-	703	-	-	-	-	1.414	1.414	1.414
Óxidos nítricos	43.879	56.694	204.550	222.122	345.851	138.863	51.756	-	55.639	602	1.119.956	1.119.956	1.119.956
Partículas (incluso PM 10 y polvo)	47.433	51.163	338.630	684.115	184.612	42.426	4.119.867	-	268.446	1.131	5.737.824	5.737.824	5.737.824

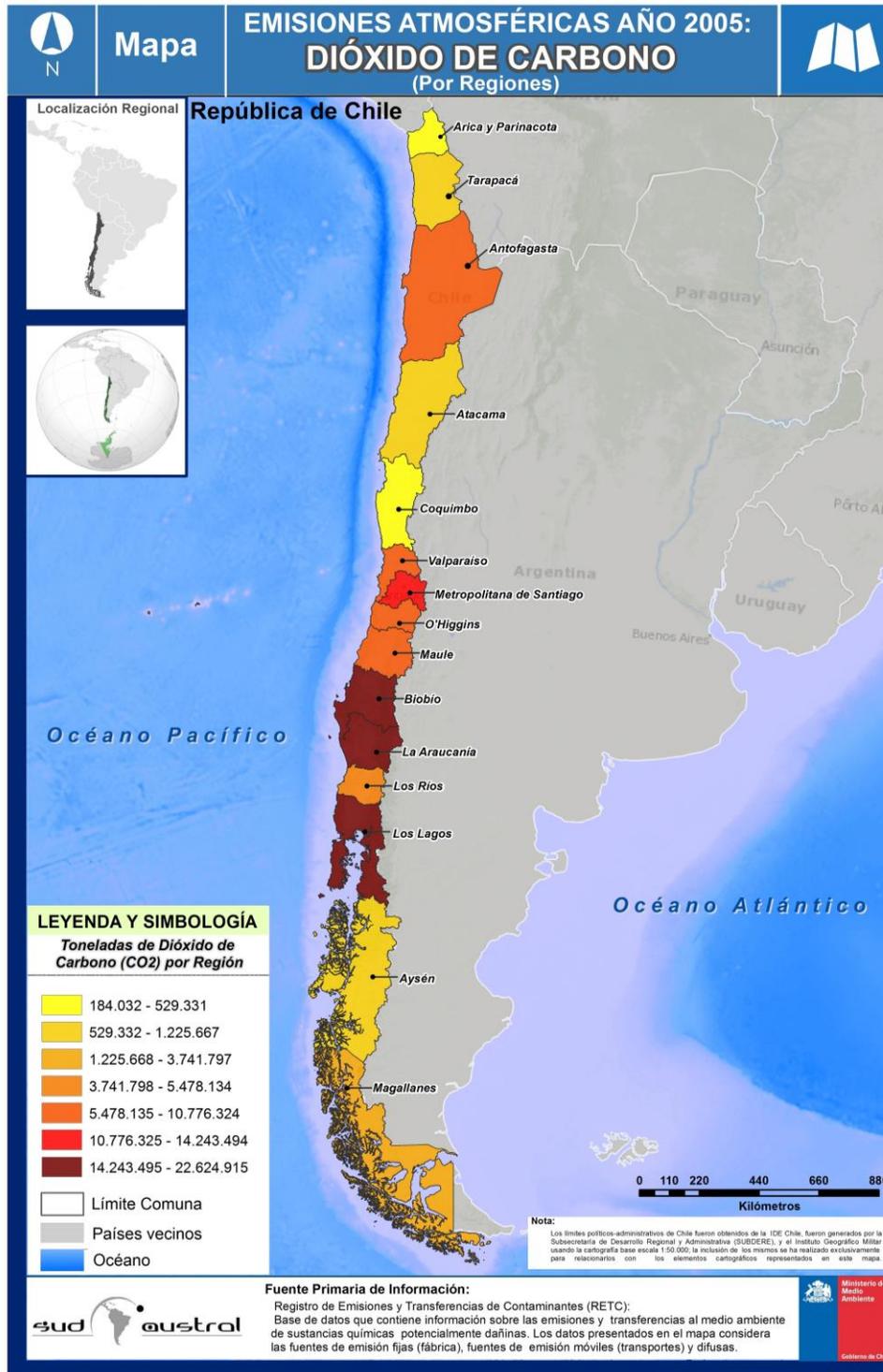
TABLA 40. EJERCICIO DE ELABORACIÓN DE CUENTAS AMBIENTALES DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA CON DATOS RETC

Fuente: Elaboración propia

Tipo de sustancias	CUADRO DE OFERTA DE EMISIONES AL AIRE (Toneladas)											CUADRO DE UTILIZACIÓN DE EMISIONES AL AIRE	
	Generación de Emisiones									Acumulación		Flujos al ambiente	
	Industrias - Según CIU					Hogares			Requiere Detalle	Emisiones de Vertederos	Oferta total de emisiones	Emisiones descargadas al ambiente	Utilización Total de Emisiones
	A - Agricultura	B - Minería	C - Manufacturas	H - Transportes	Otras	[1] Transportes	[2] Calefacción	Otros					
Compuestos orgánicos volátiles distintos del metano	2.070	26.480	58.800	244.320	10.480	-	654.210	-	-	-	996.360	996.360	996.360
Dióxido de azufre	39.933	-	461.063	159.734	888.151	-	1.824	-	-	-	1.550.705	1.550.705	1.550.705
Dióxido de carbono	491.973.347	14.948.951	94.327.281	118.580.141	159.806.785	-	19.649.964	-	-	-	899.286.470	899.286.470	899.286.470
Hexafluoruro de azufre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hydrofluorocarburos	-	-	1.111.545	-	-	-	-	-	-	-	1.111.545	1.111.545	1.111.545
Metano	1.926.417	285.689	39.256	25.082	141.252	-	212.427	-	-	822.194	3.452.317	3.452.317	3.452.317
Monóxido de carbono	2.525.481	171.910	720.180	1.354.180	196.800	-	3.736.180	-	-	-	8.704.731	8.704.731	8.704.731
Óxido nítrico	139.211	-	21.653	5.741	8.409	-	2.851	-	-	-	177.867	177.867	177.867
Óxidos nítricos	101.494	18.460	155.610	842.860	439.620	-	73.020	-	-	-	1.631.064	1.631.064	1.631.064
Perfluorocarburos	-	-	30.284	-	-	-	-	-	-	-	30.284	30.284	30.284

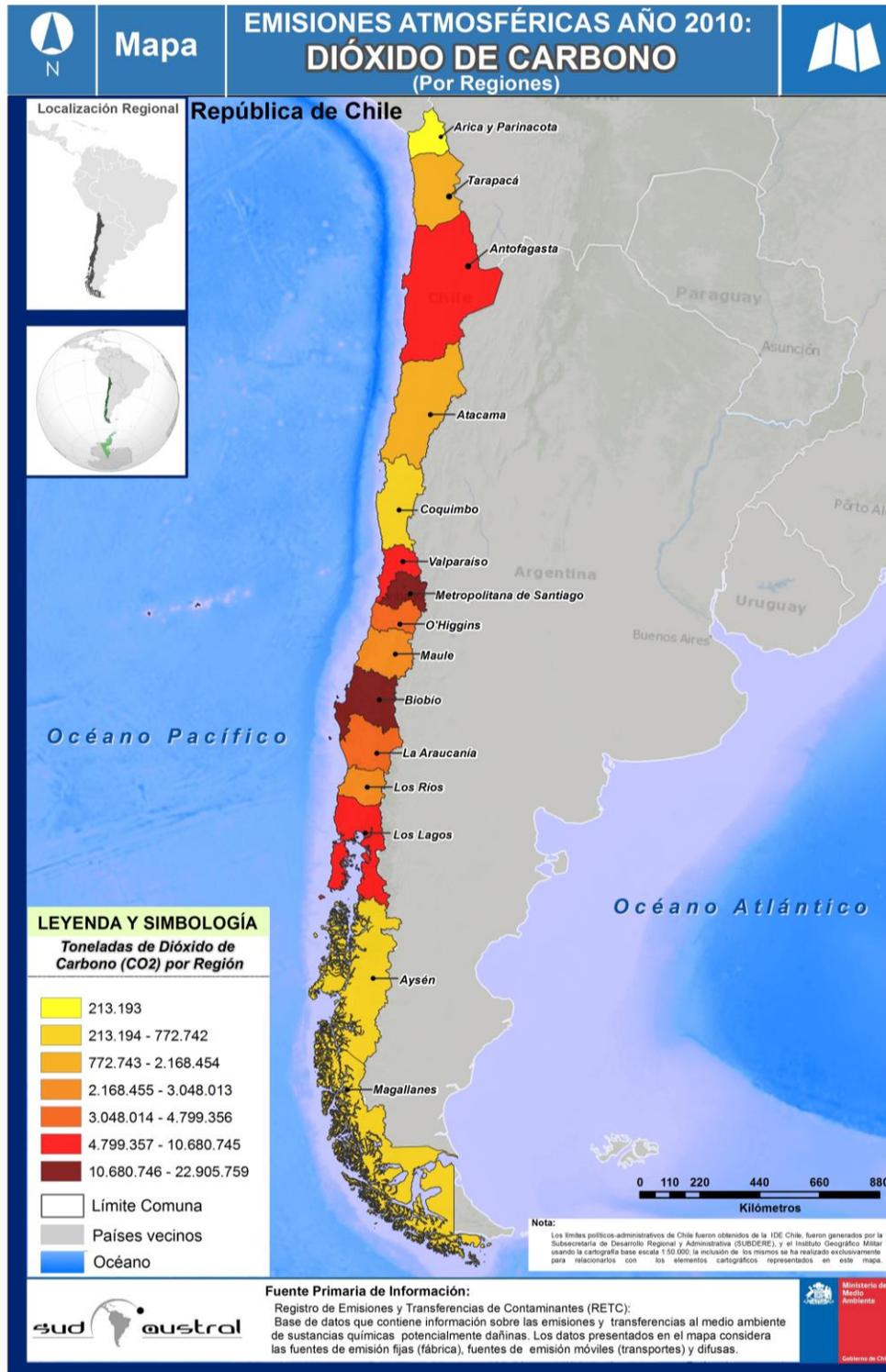
TABLA 41. EJERCICIO DE ELABORACIÓN DE CUENTAS AMBIENTALES DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA CON DATOS INGEI

Fuente: Elaboración propia



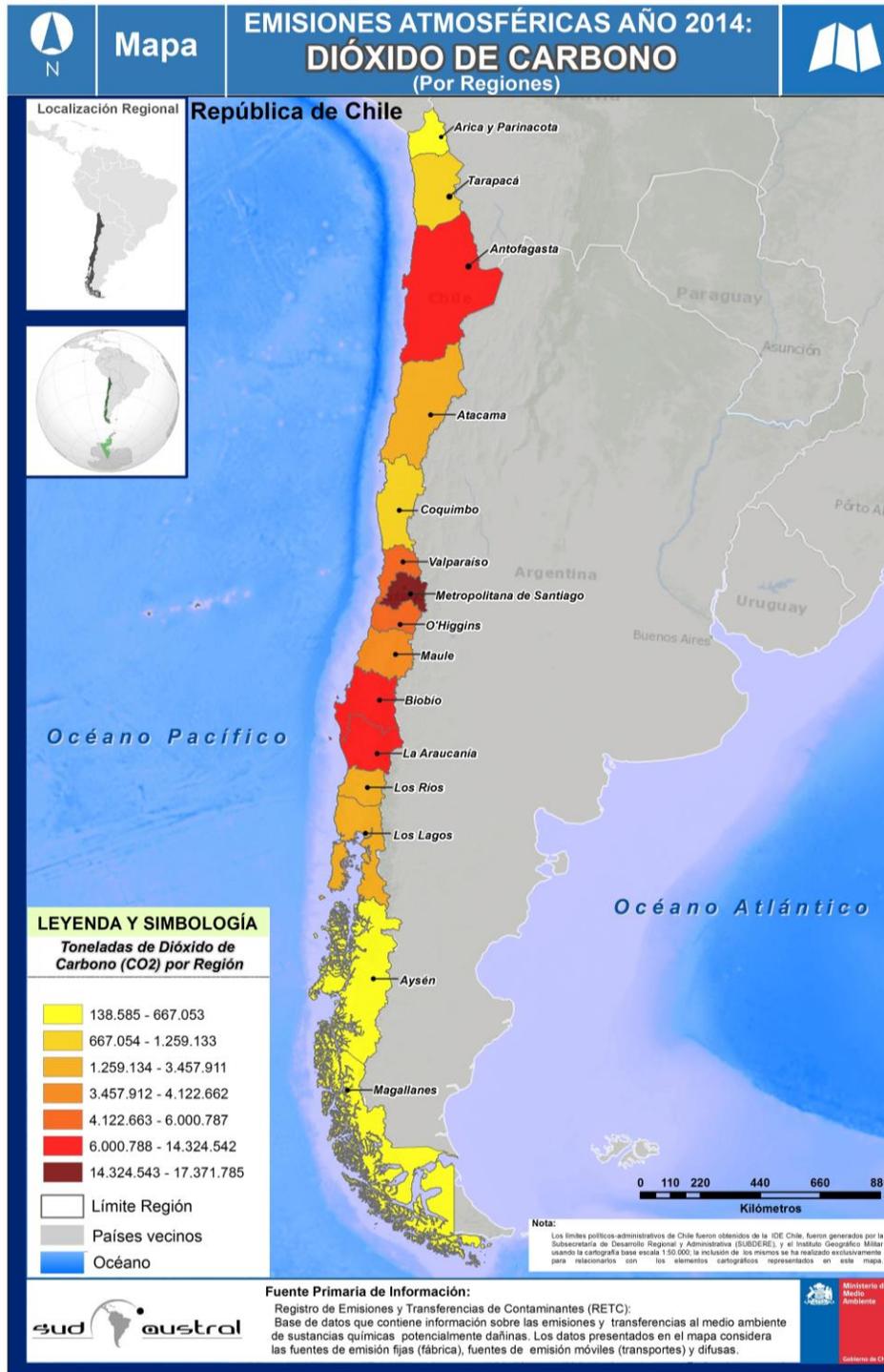
MAPA 1. EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO POR REGIONES (2005)

Fuente: Elaboración propia en base a datos RETC



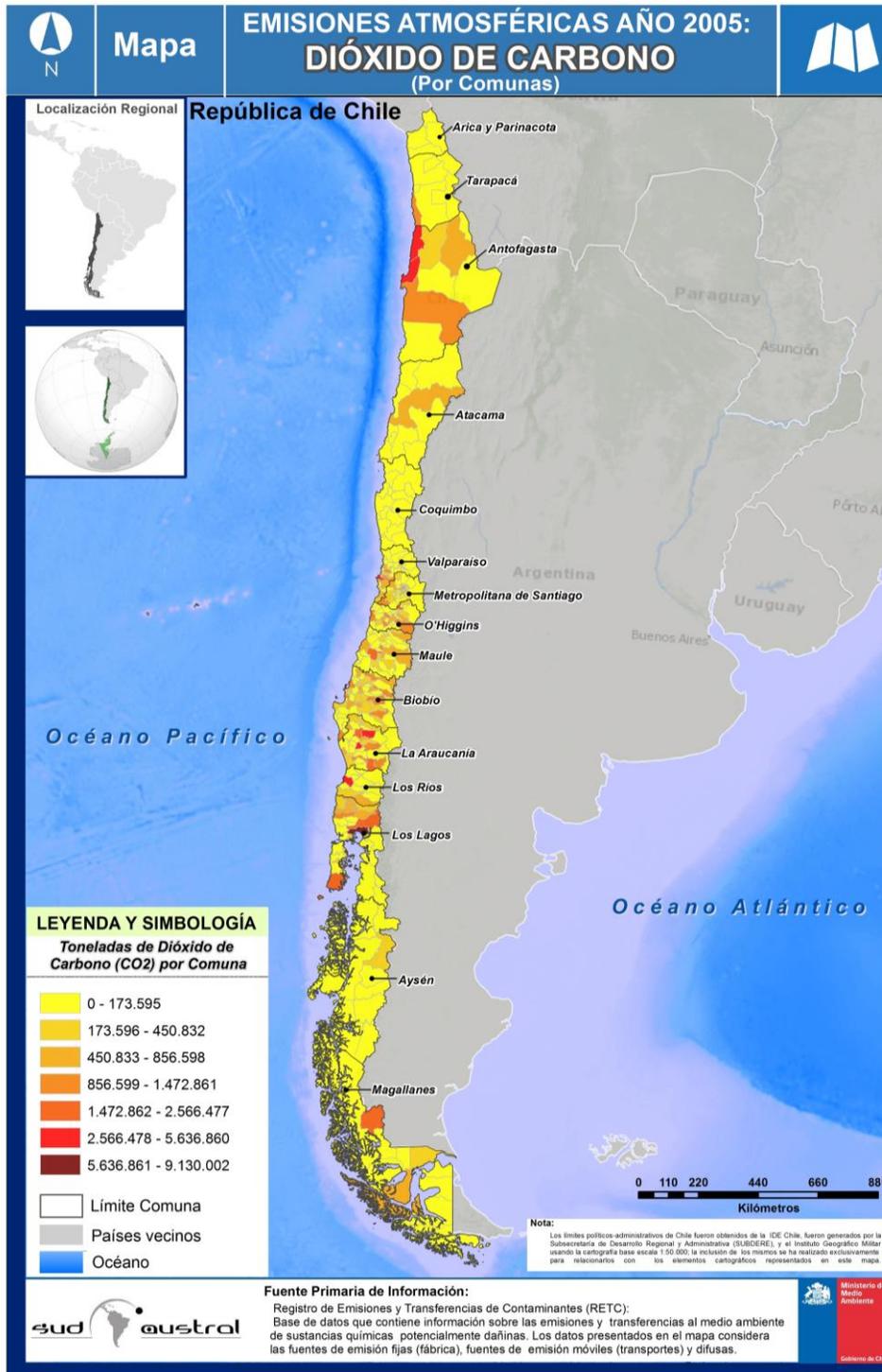
MAPA 2. EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO POR REGIONES (2010)

Fuente: Elaboración propia en base a datos RETC



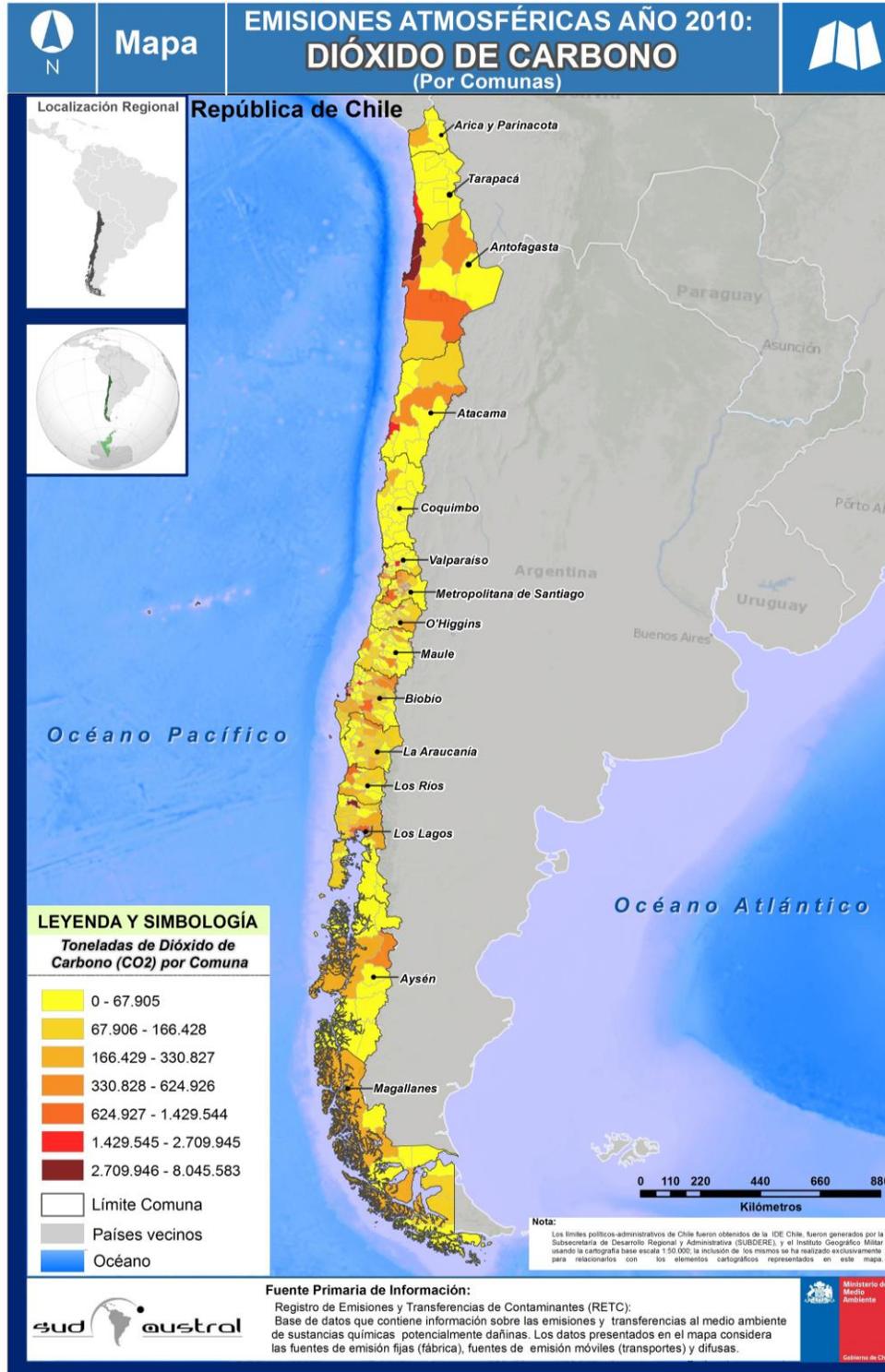
MAPA 3. EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO POR REGIONES (2014)

Fuente: Elaboración propia en base a datos RETC



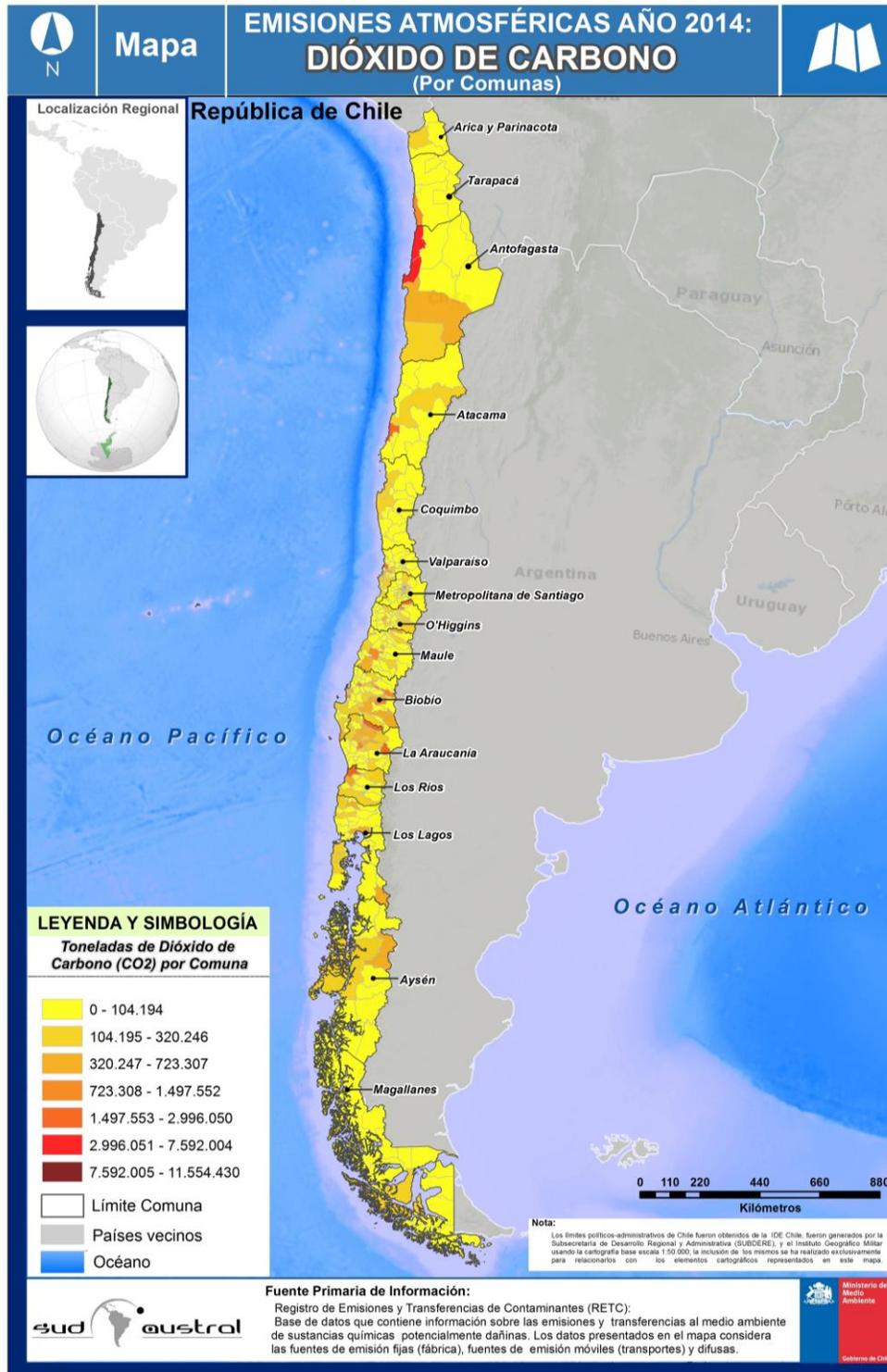
MAPA 4. EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO POR COMUNAS (2005)

Fuente: Elaboración propia en base a datos RETC



MAPA 5. EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO POR COMUNAS (2010)

Fuente: Elaboración propia en base a datos RETC



10 DISEÑO Y POBLAMIENTO DE BASE DE DATOS

El presente capítulo se centra en el diseño de la base de datos (estructura) de la información estadística necesaria para la realización de las cuentas ambientales de bosques en el marco del SCAE 2012. En este diseño se incluye tanto la información disponible como la no disponible, dejando de esta manera la estructura preparada para cuando se pueda incorporar dicha información faltante.

Si bien en primera instancia se buscó la opción de cargar los datos en forma automatizada, la realidad nacional no lo permite, ya que parte de la estadística debe ser procesada previamente (reclasificaciones y correcciones de errores principalmente).

A continuación se presenta en la Figura 48 el modelo entidad-relaciones (MER) de la base de datos. Asimismo, se presenta el archivo digital en formato Access con la estructura de la BD ("Cuentas Aire.accdb", Anexo III), sin embargo debido a que la información de base presenta variadas inconsistencias, el ejercicio de poblamiento se realizó en formato Excel ("Cuadro SCAE con RETC.xls" y "Cuadro SCAE con INGEI.xls", Anexo IV).

Junto con esto, a continuación se presenta el diccionario de la base de datos, el cual también se entrega en formato digital, en el Anexo III.

Tabla	ANIO		
Columna	Constraint	Tipo	Descripción
ID_ANIO	Primary Key	NÚMERO	Código de año
DESCRIPCION		TEXTO LARGO	Descripción de año

Tabla	REGION		
Columna	Constraint	Tipo	Descripción
ID_REGION	Primary Key	NÚMERO	Código de región
DESCRIPCION		TEXTO LARGO	Descripción de región

Tabla	UNIDAD_MEDIDA		
Columna	Constraint	Tipo	Descripción
ID_UNIDAD_MEDIDA	Primary Key	AUTONUMERACIÓN	Código de unidad de medida
DESCRIPCION		TEXTO CORTO	Descripción de unidad de medida

Tabla	CLASIFICACIONSCAE		
Columna	Constraint	Tipo	Descripción
ID_CLASIFICACIONSCAE	Primary Key	AUTONUMERACIÓN	Código de clasificación SCAE
DESCRIPCION		TEXTO LARGO	Descripción de clasificación SCAE

Tabla	CONTAMINANTESCAE		
Columna	Constraint	Tipo	Descripción
ID_CONTAMINANTESCAE	Primary Key	AUTONUMERACIÓN	Código de contaminante SCAE
DESCRIPCION		TEXTO LARGO	Descripción de contaminante SCAE

Tabla	TIPO_OFERTA		
Columna	Constraint	Tipo	Descripción
ID_TIPO_OFERTA	Primary Key	AUTONUMERACIÓN	Código de tipo de oferta
DESCRIPCION		TEXTO LARGO	Descripción de tipo de oferta

Tabla	CLASE_OFERTA		
Columna	Constraint	Tipo	Descripción
ID_CLASE_OFERTA	Primary Key	AUTONUMERACIÓN	Código de clase de oferta
DESCRIPCION		TEXTO LARGO	Descripción de clase de oferta

Tabla	TIPO_INDUSTRIA		
Columna	Constraint	Tipo	Descripción
ID_TIPO_INDUSTRIA	Primary Key	AUTONUMERACIÓN	Código de tipo de industria
DESCRIPCION		TEXTO LARGO	Descripción de tipo de industria

Tabla	TIPO_ACUMULACION		
Columna	Constraint	Tipo	Descripción
ID_TIPO_ACUMULACION	Primary Key	AUTONUMERACIÓN	Código de tipo de acumulación
DESCRIPCION		TEXTO LARGO	Descripción de tipo de acumulación

Tabla	SCAE		
Columna	Constraint	Tipo	Descripción
ID_SCAE	Primary Key	AUTONUMERACIÓN	Código de SCAE
DESCRIPCION		TEXTO LARGO	Descripción de SCAE

Tabla	ANIO_REGION		
Columna	Constraint	Tipo	Descripción
ID_ANIO_REGION	Primary Key	TEXTO CORTO	Código de año_región
ID_ANIO		NÚMERO	Código de año
ID_REGION		NÚMERO	Código de región

Tabla	EMISIONES		
Columna	Constraint	Tipo	Descripción
ID	Primary Key	AUTONUMERACIÓN	Código de emisiones
ID_ANIO_REGION		TEXTO CORTO	Código de año_región
EMISIONES		NÚMERO	Valor de emisiones
ID_UNIDAD_MEDIDA		NÚMERO	Código de unidad de medida
ID_CLASIFICACIONSCAE		NÚMERO	Código de clasificación SCAE
ID_SCAE		NÚMERO	Código de SCAE
ID_CONTAMINANTESCAE		NÚMERO	Código de contaminante SCAE
ID_TIPO_ACUMULACION		NÚMERO	Código de tipo de acumulación
ID_TIPO_HOGARES		NÚMERO	Código de tipo de hogares
ID_TIPO_INDUSTRIA		NÚMERO	Código de tipo de industria
ID_TIPO_OFERTA		NÚMERO	Código de tipo de oferta
ID_CLASE_OFERTA		NÚMERO	Código de clase de oferta

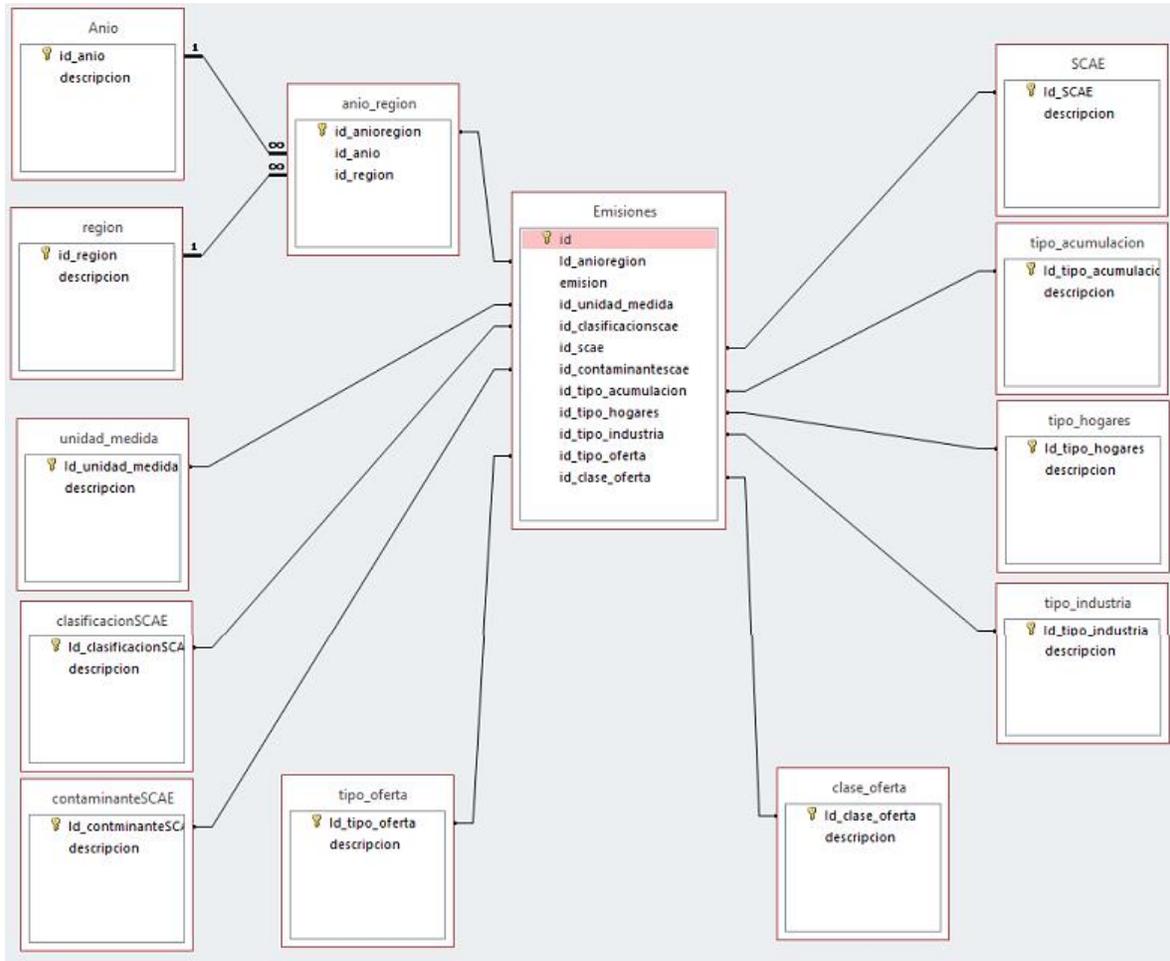


FIGURA 48. MODELO ENTIDAD-RELACIÓN DE BASE DE DATOS CUENTAS DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA

Fuente: Elaboración propia

11 RECOMENDACIONES

Una vez resumida y sistematizada la información de estadísticas de emisiones a la atmósfera y diseñada la base de datos, se procedió a realizar el ejercicio de completar el cuadro de la cuenta de emisiones a la atmósfera. De esta manera, se pudo evidenciar de manera práctica los vacíos de información identificados en los capítulos anteriores. Los ejercicios presentados en el Anexo IV presentan una primera aproximación para la futura elaboración de cuentas ambientales de emisiones a la atmósfera.

En esta sección se exponen recomendaciones relacionadas a cada una de las fuentes de datos de emisiones a la atmósfera revisadas en la presente consultoría.

A continuación se presentan tres secciones que abordan recomendaciones para: base de datos RETC (11.1), base de datos de INGEI (11.2) y generales (11.3).

11.1 CUENTAS EN BASE A DATOS RETC

Como ya se comentó en el capítulo 7 “Observaciones BD RETC para Cuentas Ambientales de Aire”, esos registros presentaban errores sustanciales, lo cual hace necesario y urgente revisar y arreglar las inconsistencias a fin de poder utilizar esta BD para la futura elaboración de cuentas ambientales.

La base de datos del RETC representa a un subconjunto de los datos referidos a emisiones, ya que en su directorio se contemplan solo 22.844 unidades productivas (empresas y/o establecimientos). Este valor, dista bastante del cerca de millón de contribuyentes que declaran pago de IVA o declaran rentas de primera categoría, quienes potencialmente participan de hechos económicos y ambientales. Por esta razón, al momento de elaborar las cuentas ambientales de emisiones a la atmósfera se deberá expandir los datos para que representen al universo (Venegas, 2015).

Considerando la naturaleza del RETC, en teoría ésta debiese ser la BD central en la cual se sustenten todos los cálculos de las futuras cuentas ambientales, sin embargo en la práctica esto no ocurre, debido a las inconsistencias encontradas. Sin embargo, si éstas son corregidas se recomienda realizar las cuentas en base al RETC ampliado al universo, agregando las emisiones de sustancias del INGEI que no están presentes en los registros del RETC, a fin de que ambas fuentes de datos sean complementarias, en la medida de lo posible. En este punto hay que tener presente que si un dato se encuentra en ambas bases de datos, se debe optar por una u otra, ya que debido a que sus metodologías son distintas sus datos no son compatibles.

Debido a los errores encontrados en los distintos campos que son completados por los mismos establecimientos que mandan su información al RETC, surge la duda de si los datos de emisiones también contendrán errores. Esto debido a que los datos de emisiones no fueron revisados, y simplemente se tomaron como correctos.

Sin embargo, se cree que sería un buen ejercicio tomar algunas muestras en terreno al azar en distintos establecimientos, a fin de corroborar la información de las emisiones en sí, y verificar si los registros son correctos. Si bien no se pueden hacer mediciones para comparar los registros antiguos, teniendo el valor presente se pueden hacer modelaciones de las emisiones para atrás en base a datos de crecimiento de la empresa por ejemplo.

Se recomienda además expandir el nivel jerárquico del CIU hasta niveles inferiores, dado que algunas actividades solo son posibles de aislar en esas instancias, tal es el caso de los Vertederos-Rellenos Sanitarios, los cuales deben ser asignados a la columna Acumulación del SCAE.

11.2 CUENTAS EN BASE A DATOS INGEI

Como ya se comentó en el capítulo 8 “Observaciones BD INGEI para Cuentas Ambientales de Aire”, esos registros presentaban algunas inconsistencias, relacionadas a los Sub-sectores del Sector Energía. Si bien para efectos de las cuentas ambientales esto no afecta en gran medida, ya que las emisiones se presentan agregadas y no en detalle, se recomienda revisar este punto.

Asimismo, se evidenció que el INGEI utiliza en gran medida el método nivel 1 del IPCC, es decir, los valores por defecto que entrega este organismo. Se entiende que realizar las estimaciones de emisiones con otros niveles de mayor detalle, es más costoso si se realiza para todos los sectores del inventario al mismo tiempo, pero quizás una solución sería realizar un inventario en profundidad para cierto sector en un año, y luego en la versión siguiente del inventario realizarlo para otro sector. De esta manera, se podría adaptar las variables a la realidad nacional, y se contaría con una base más sólida para poder seguir elaborando las estimaciones de emisiones.

Junto con esto, y teniendo en mente la futura elaboración de cuentas ambientales a la atmósfera, se requiere que el INGEI cuente con los datos de los gases del grupo F (HFC, PFC, SF₆), ya que estos son los únicos de la lista de sustancias del SCAE que no están en la base de datos del RETC. Por lo tanto la única fuente posible de datos recae en el INGEI.

Los INGEI siguen una metodología validada internacionalmente, lo cual ha de suponer una consistencia de los datos entre los distintos años de los INGEI. Por esta razón, se podría considerar al INGEI como una opción robusta para la elaboración de cuentas ambientales de emisiones a la atmósfera. Para esto se podrían tomar datos obtenidos en el INGEI e incorporar solamente los datos provenientes del RETC que correspondan a Transporte de Hogares. Sin embargo, esta opción no se recomienda plenamente debido a que al analizar en profundidad el INGEI; se evidenció el carácter estimativo que posee, ya que todos sus cálculos se basan en el método nivel 1 del IPCC, es decir son factores por defecto que no se condicen plenamente con la realidad nacional.

Finalmente, con respecto a la clasificación realizada en la BD del INGEI (la cual no posee los CIU específicos para cada registro), se recomienda realizarla para tener la información de respaldo, pues en teoría, la clasificación SCAE debiese salir de la agregación de las clasificaciones particulares, y no de manera inversa como se hizo en el ejercicio.

11.3 RECOMENDACIONES GENERALES

Se recomienda sistematizar a nivel central la información de los inventarios de emisiones locales, al menos contar con un listado de cuáles existen, a fin de tener claridad de su distribución geográfica y periodicidad.

Con respecto a la homologación de sistemas de clasificación (CIU rev 3, CIU rev 4 e IPCC2006), se recomienda revisar en detalle la propuesta de 6 dígitos para el CIU rev 2003 realizada para el año 2013 por Particulotech. Esto debido a que al momento de utilizarla para asignar los CIU a los registros de la BD del RETC de los otros años, se evidenció que poseía varios errores. Como la asignación de los otros registros se realizó de manera manual, al realizar esto, se miraron los registros contiguos que aparecían en la BD, los cuales en varias ocasiones fueron corregidos en base a criterio experto. Los cambios quedaron marcados en color rojo y las nuevas asignaciones en color naranja en el archivo digital "Tabla CIU rev3 a rev4.xlsx" disponible en el Anexo II.

12 CONCLUSIONES

A continuación, se exponen las principales conclusiones que surgen a partir del desarrollo del presente informe:

- La revisión de los distintos sistemas de contabilidad de emisiones presentes en Chile, en vistas a la elaboración de Cuentas Ambientales de Emisiones Atmosféricas, permitió reconocer al RETC como la fuente de información primaria más apropiada. En este sentido, comprende el sistema con mayor cantidad de datos base, la cual considera información anual declarada por los propios titulares de las empresas, a diferencia de otros sistemas, que se basan en estadísticas, parámetros y/o factores de emisión establecidos por defecto por organismos internacionales.
- Debido a que no se logró obtener los inventarios de emisiones locales a nivel nacional durante el desarrollo de esta consultoría, a pesar que fueron solicitados al MMA, y sólo fue posible realizar la revisión del Inventario para la Región Metropolitana, y el Inventario de Temuco y Padre las Casas (disponibles en la web), es que, en términos generales, los Inventarios Locales no fueron considerados para el desarrollo del ejercicio. Adicionalmente a esto, los inventarios revisados, dan luces de una periodicidad irregular, pues serán los gobiernos locales quienes definan cada cuántos años realizarlos, lo cual no es consistente con la necesidad de datos anuales por parte de las cuentas ambientales de aire.
- Si bien el RETC se considera como el sistema más apropiado, esto no lo deja exento de observaciones a su operatividad. En este sentido, es necesario en primer lugar, realizar los esfuerzos necesarios para que la información subida al Sistema de Ventanilla Única del RETC se complete de manera correcta y completa. Existe una cantidad considerable de registros en el RETC que se encuentran erróneamente clasificados o bien, sin datos. Esta falencia resulta en una imposibilidad de asignar emisiones a la clasificación SCAE, debilitando la funcionalidad de la cuenta en relación a sus objetivos para el país.
- Se necesita contar con un nivel mayor de CIU (RETC llega solo al nivel 4), dado que algunas actividades solo se pueden diferenciar a este nivel de detalle, como es el caso de los Vertederos - Rellenos Sanitarios.
- Adicionalmente, el RETC contempla una cantidad de establecimientos que dista en gran medida de la realidad nacional, siendo una pequeña muestra respecto de cerca de un millón de contribuyentes que declaran pago de IVA o declaran rentas de primera categoría en Chile. Por lo tanto, los resultados basados en esta muestra tendrían que ser expandidos al Universo de establecimientos nacionales y lograr un resultado consistente para Chile.
- Un punto a favor respecto del RETC, se relaciona con la posibilidad de georreferenciar a nivel comunal las emisiones, dado que, en gran medida, los registros cuentan con esta información. Esto permite la elaboración de mapas y una visualización más clara y territorial del movimiento de las emisiones. En

este sentido, el INGEI presenta la desventaja de que sus datos no pueden ser desagregados a niveles inferiores, puesto que todos los cálculos son realizados para el nivel nacional.

- Por su parte, el INGEI de Chile, cuenta con una estructura de clasificación con una orientación más cercana a la tecnología, lo cual dificulta su tratamiento en términos económicos (homologación a clasificación CIU). Adicionalmente, en términos generales, opera bajo metodologías y parámetros para la estimación de emisiones por defecto, incorporando incertidumbre a los resultados. Es por estos motivos, que, si bien es posible realizar el ejercicio de cuentas ambientales de aire en base a este inventario, sus resultados pueden distar bastante de la realidad nacional, disminuyendo la funcionalidad de este instrumento.
- De acuerdo a los resultados, se observa que existen pocos registros en relación a los gases del grupo F - HFC, PFC, SF₆. Dado su carácter de gases efecto invernadero, éstos debiesen estar mejor contabilizados en el INGEI, sin embargo, su contabilidad es insuficiente.
- A pesar de lo anterior, todas las sustancias exigidas por el Cuadro SCAE para Cuentas Ambientales de Aire, se encuentran en mayor o menor medida cubierta por estos dos sistemas (RETC/INGEI), por tanto, los esfuerzos deben ir orientados a mejorar los sistemas de medición, a aumentar los datos de actividad y a generar factores de emisión propios para la realidad nacional.
- El cuadro SCAE opera bajo el principio de residencia, y tanto el RETC como el INGEI operan bajo el principio de territorialidad. Para superar esta brecha, los sistemas nacionales requieren contabilizar las emisiones de residentes en el extranjero, así como identificar aquellas emisiones de extranjeros en el territorio nacional.

REFERENCIAS

- Abaza, H. 1993. Appraisal methodology for sustainable development projects, in: Mohan Munashinghe, ed.: "Environmental economics and natural resource management in developing countries". Washington, D.C., The World Bank, pp. 1-16.
- Bachelet, M. 2013. Programa de Gobierno Michelle Bachelet 2014-2018. 198 p.
- Banco Central de Chile, 2001. Cuentas ambientales: Metodología de medición de recursos forestales en unidades físicas 1985-1996. Santiago, Chile. 78 p.
- BANGUAT e IARNA. 2009. Cuenta Integrada de Energía y Emisiones. Bases teóricas, conceptuales y metodológicas. Coediciones 34. Anexo 2. 61p.
- CEPAL, 2013. Una propuesta regional de estrategia de implementación del Sistema de Cuentas Ambientales y Económicas (SCAE) 2012 en América Latina. CEPAL - Serie de Estudios Estadísticos (86): 70p.
- Claude, M. 1997. Cuentas Pendientes: Estado y Evolución de las Cuentas del Medio Ambiente en América Latina. Fundación Futuro Latinoamericano. 144p.
- Chapela, F. 2006. Aplicación de un sistema de "Cuentas Ambientales" a la toma de decisiones de manejo forestal comunitario: el Sistema Local de Evaluación de la Sostenibilidad. Estudios Rurales y Asesoría, A.C. 8 p.
- Commonwealth of Australia. 2014. National Inventory by Economic Sector 2011-12. Australian Government. Department of the Environment. 21p.
- CONAMA. 1999. Primera Comunicación Nacional bajo la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. 153 p.
- DANE. 2015 a. Boletín Técnico. Cuenta Ambiental y Económica de Energía y Emisiones 2012-2013. Provisional. Última revisión: 11 de noviembre de 2015. Disponible en: http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/ambientales/cuentas_ambientales/cuenta_ambiental_economica_energia_emisiones/BL_Energia_emisiones_2013_provisional.pdf
- DANE. 2015b. Cuenta Satélite Ambiental. CSA. Última revisión: 11 de noviembre de 2015. Disponible en: <http://www.dane.gov.co/index.php/medio-ambiente/cuentas-ambientales>
- DICTUC, 2007. Actualización del Inventario de Emisiones de Contaminantes Atmosféricos en la Región Metropolitana 2005. Corporación Nacional del Medio Ambiente, Región Metropolitana. 281 p.
- DICTUC, 2008. Actualización del Inventario de Emisiones Atmosféricas en las Comunas de Temuco y Padre Las Casas. Comisión Nacional del Medio Ambiente, Región De La Araucanía. 221 p.
- European Union. 2015. Manual for Air Emissions Accounting (AEA). Eurostat Manuals and guidelines. ISSN 2315-0815. 111p.

Eurostat. 2013. Compilation Guide (2013) for Eurostat's Air Emissions Accounts (AEA). Revision of part B of the Manual for Air Emissions Accounts (AEA) – 2009 edition. 124p.

FAO. 2015. Estimación de emisiones de efecto invernadero en la agricultura. Un manual para abordar los requisitos de los datos para los países en desarrollo. Roma.

Feldt, A. 2012. Climate change and humans rights: creating norms to govern earth's atmosphere. Doctor of Philosophy. University of Oklahoma.

IARNA. 2009. Cuenta Integrada de Energía y Emisiones (CIEE). Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica Integrada de Guatemala. Serie Divulgativa N°6. 20p.

IARNA. 2011. Cuenta de Energía y Emisiones, CEE. Última revisión: 12 de noviembre de 2015. Disponible en: <http://www.infoiarna.org.gt/index.php/cuentas-ambientales/cuenta-integrada-de-energia-y-emisiones-ciee>

INE, Banguat y IARNA-URL. 2013. Las cuentas de capital natural guatemalteco. Principales hallazgos del SCAE y aplicaciones en el ciclo de políticas públicas. Notas sobre capital natural (1):10p.

INE, 2007. Clasificador Chileno De Actividades Económicas CIU.CL_2007. Departamento de Imagen Corporativa. 290 p.

INE, 2014a. CIU4.CL 2012 Clasificador Chileno de Actividades Económicas. Departamento Imagen Corporativa. 440 p.

INE, 2014b. Cuentas medioambientales. Cuentas de emisiones a la atmósfera. Base 2008. Serie contable 2008 – 2012. Notas de Prensa. 6p.

INEGI, 2013. Sistema de Cuentas Nacionales de México. Cuentas Económicas y Ecológicas de México (SCEEM). Fuentes y Metodologías. 230p.

INEGI. 2014. Sistema de Cuentas Nacionales de México. Cuentas Económicas y Ecológicas de México (SCEEM). Fuentes y Metodologías. 10p.

IPCC. 2014a. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland.

IPCC. 2014b: Resumen para responsables de políticas. En: Cambio climático 2014: Mitigación del cambio climático. Contribution del Grupo de trabajo III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlomer, C. von Stechow, T. Zwickel y J.C. Minx (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, Estados Unidos de America

Isa, F. 2003. Cuentas Ambientales en los países de América Latina y el Caribe: Estado de Situación. Segunda Reunión de REDESA Ambiental, Santiago Noviembre 26 al 28, 2003.

Isa, F., Ortúzar, M. y Quiroga, R. 2005. Cuentas ambientales: Conceptos, metodologías y avances en los países de América Latina y el Caribe. CEPAL - Serie Estudios Estadísticos y Prospectivos (30): 62p.

Meier, P. y M. Munashinge. 1994. Incorporating Environmental Concerns Into Power Sector Decisionmaking: A Case Study of Sri Lanka. The International Bank for Reconstruction and Development/THE WORLD BANK. World Bank Environment Paper 6. nk. Washintong, D C. USA. 167 p. Disponible en: http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/WDSP/IB/1999/09/25/000178830_98101911315378/Rendered/PDF/multi_page.pdf

MINENERGIA, 2015. Inventario de Emisiones de GEI para PyMEs. Disponible en: <http://huelladecarbono.minenergia.cl/>

MINSAL, 2005. DS N° 138 Establece obligación de declarar emisiones. Departamento de Asesoría Jurídica. 3 p.

MINSEGPRES, 2010. Ley 20417 Crea el Ministerio, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente. Disponible en: <http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1010459>

MMA. 2011. Segunda Comunicación Nacional de Chile ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. 289 p.

MMA, 2012. Reporte 2005-2011, del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes, RETC. Departamento de Estadísticas e Información Ambiental, División de Estudios. 213p.

MMA, 2013. Sistema Ventanilla Única del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC). 19 p.

MMA. 2014a. Primer Informe Bienal de Actualización de Chile. Ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. 305 p.

MMA, 2014b. Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero de Chile, Serie Temporal 1990-2010. 202 p.

Naciones Unidas, 2009. Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas (CIIU) Revisión 4. Departamento de Asuntos Económicos y Sociales. 346 p.

Naciones Unidas, Comisión Europea, Fondo Monetario Internacional, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, Banco Mundial. 2014. Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica 2012 – marco central-. Naciones Unidas. 289p.

Norse, D. y Saigal, R. 1993. National economic cost of soil erosion in Zimbabwe, in: Mohan Munashinghe, ed.: "Environmental economics and natural resource management in developing countries". Washington, D.C., TheWorld Bank, pp. 229-240.

OECD, 2004. Recommendation of the Council on Material Flows and Resource Productivity C(2004)79. Disponible en:

<http://acts.oecd.org/Instruments/ShowInstrumentView.aspx?InstrumentID=48&InstrumentPID=45&Lang=en&Book=False>

OECD, 2008. Recommendation of the Council on Resource Productivity. Disponible en: <http://acts.oecd.org/Instruments/ShowInstrumentView.aspx?InstrumentID=52&InstrumentPID=49&Lang=en&Book=False>

OECD. 2014. Air Emission Accounting. Background note. COM/ENV/STD(2014)1. 20p.

Olivo, M. y Soto-Olivo, A. 2010. Comportamiento de los gases de efectos invernadero y las temperaturas atmosféricas con sus escenarios de incremento potencial. Universidad, Ciencia y Tecnología 14(57); 221-230.

Particूलotech. 2014. Ajustes Metodológicos para Cuentas de Emisiones al Aire. Subsecretaría de Medio Ambiente. 59p.

PUC, TAU y ECONAT. 1999. Cuentas Ambientales del Recurso Agua en Chile. Serie Economía Ambiental – Documento de Trabajo (11): 112p.

Recalde, R. A. 1993. Environmental management: an economic proposal for Uruguay. in: Mohan Munashinghe, ed.: "Environmental economics and natural resource management in developing countries". Washington, D.C., The World Bank, pp. 242-255.

Rees, R., Flack, S., Maxwell, K., Mistry, A. 2014. Air: Greenhouse gases from agriculture. Encyclopedia of Agriculture and Food Systems 1; 293-304.

Remuzgo, L., Trueba, C., Sarabia, J.M. 2016. Evolution of the global inequality in greenhouse gases emissions using multidimensional generalized entropy measures. Physica A; 146-157

Ridgeway, A. 2012. Implementing the SEEA in Canada: Lessons learned. UNCEEA Sustainable Development Learning Event. Statistics Canada.

Statistics Canada. 2012. Greenhouse gas emissions, by sector. Última revisión: 11 de noviembre de 2015. Disponible en: <http://www.statcan.gc.ca/tables-tableaux/sum-som/l01/cst01/envi42a-eng.htm>

Statistics Canada. 2014. Documentation. Canadian System of Environmental-Economic Accounts – Physical Flow Accounts. Última revisión: 11 de noviembre de 2015. Disponible en: http://www23.statcan.gc.ca/imdb/p2SV.pl?Function=getSurvDocument&Item_Id=164099&SurvId=164090

Statistics Canada. 2015a. Canadian System of Environmental-Economic Accounts – Physical Flow Accounts (PFA). Última revisión: 11 de noviembre de 2015. Disponible en: <http://www23.statcan.gc.ca/imdb/p2SV.pl?Function=getSurvey&SDDS=5115>

Statistics Canada. 2015b. Energy Account. Última revisión: 11 de noviembre de 2015. Disponible en: http://www23.statcan.gc.ca/imdb-bmdi/document/5115_D2_T9_V1-eng.htm

Statistics Canada. 2015c. Environmental and resource accounts. Última revisión. 1 de septiembre de 2015.
Disponible en: <http://www.statcan.gc.ca/eng/nea/list/env?fpv=1762>

Van Tongeren, J., Schweinfest, S., Lutz, E., Gómez Luna, M. y Guillen Martín, F. 1993. Integrated Environmental and Economical accounting: a case study for Mexico. in: Mohan Munashinghe, ed.: "Environmental economics and natural resource management in developing countries". Washington, D.C., The World Bank, pp. 257- 289.

Venegas, J. 2015. Antecedentes técnicos y metodológicos para la implementación de un plan nacional de cuentas ambientales. Informe final de consultoría. 123 p.

ANEXOS

ANEXO I. ESTADÍSTICAS DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA RECOPIADAS (FORMATO DIGITAL)

En el presente anexo se incluyen todos los archivos originales recopilados por cuenta del consultor u obtenidos por parte del Ministerio de Medio Ambiente, para la realización de esta consultoría. Se encuentran ordenados por carpeta de acuerdo a las fuentes de información, a saber: RETC, INGEI, Inventarios Locales, Particulotech.

Información disponible en carpeta “ANEXO I. Estadísticas recopiladas”.

ANEXO II. ESTADÍSTICAS DE EMISIONES A LA ATMOSFERA PROCESADAS (FORMATO DIGITAL)

En el presente anexo se incluyen los archivos generados por Sud-Austral Consulting con las estadísticas de emisiones a la atmósfera ya procesadas y listas para ser utilizadas en la elaboración de cuentas ambientales de emisiones a la atmósfera. Se encuentran ordenados por carpeta de acuerdo a las fuentes de información base, a saber: RETC e INGEI.

Información disponible en carpeta “ANEXO II. Estadísticas procesadas”.

ANEXO III. DISEÑO DE BASE DE DATOS (FORMATO DIGITAL)

Este anexo contiene la base de datos diseñada de acuerdo a los requerimientos del SCAE 2012 y poblada con la información presentada en el Anexo II. El diseño de la estructura de la base de datos se presenta en formato Access y la ejemplificación de su poblamiento en formato Excel.

Información disponible en carpeta “ANEXO III. Diseño de base de datos”.

ANEXO IV. EJERCICIOS DE ELABORACIÓN DE CUENTAS AMBIENTALES DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA (FORMATO DIGITAL)

En el presente anexo se incluyen los archivos generados por Sud-Austral Consulting con los ejercicios de elaboración de cuentas ambientales de emisiones a la atmósfera en base a la información recopilada y sistematizada. Se generó un archivo para cada ejercicio realizado, a saber, uno para cada fuente de información disponible. Información disponible en carpeta “ANEXO IV. Ejercicio elaboración de cuentas aire”.

ANEXO IV.1. CUENTAS AIRE CON DATOS RETC

ANEXO IV.2. CUENTAS AIRE CON DATOS INGEI



Sud-Austral Consulting SpA
+56 9 94493730
patricio.emanuelli@sud-austral.cl
www.sud-austral.cl
La Reina – Santiago- Chile