

CAPITULO 4

“RESULTADOS”



CAPITULO 4: RESULTADOS

4.1 RECOPIACION Y ANALISIS DE ANTECEDENTES A NIVEL NACIONAL E INTERNACIONAL DE LIBERACIONES DE DIOXINAS Y FURANOS

4.1.1 Antecedentes a nivel nacional

4.1.1.1 Diagnóstico nacional de contaminantes orgánicos persistentes CONAMA (2001)

Los PCB han tenido numerosas aplicaciones industriales, especialmente como fluidos aislantes en estructuras eléctricas, fluidos de sistemas hidráulicos, retardantes de llama de plásticos, etc. Actualmente, su uso ha sido prohibido en todos los países industrializados, aunque muchos productos que contienen PCB se encuentran en uso, por lo tanto, es esperable que existan emisiones de PCB al ambiente por algún tiempo.

Este estudio es importante, debido a que en la actualidad se han identificado ciertos tipos de PCB que se denomina “PCB asimilables a dioxinas”, por su similitud en cuanto a sus propiedades toxicológicas. Por esta razón, se consideró necesario conocer los principales resultados de este diagnóstico a nivel nacional, el cual podía entregar información valiosa para el presente inventario.

Los objetivos generales del proyecto fueron los siguientes:

- Elaboración de un perfil nacional de los Contaminantes Orgánicos Persistentes, incluyendo la elaboración de un catastro de fuentes y un perfil nacional de los bifenilos policlorados que permita establecer una base para las negociaciones y el cumplimiento de las futuras disposiciones del Instrumento Internacional Jurídicamente Vinculante.
- Establecer un procedimiento estandarizado para la elaboración de catastro de fuentes, muestreo, análisis químico y elaboración de un perfil de las sustancias químicas y sus residuos en el medio ambiente, para que sea un instrumento de apoyo a futuros proyectos y acuerdos internacionales.

De acuerdo a estos objetivos, las principales conclusiones fueron las siguientes:

- Existe un importante volumen de aceite dieléctrico almacenado que contiene PCB's (240 m³), material que en algún momento deberá ser eliminado de acuerdo a los mecanismos que establece la reglamentación vigente. Este aceite dieléctrico con PCB's almacenado, proviene fundamentalmente de empresas mineras cupríferas de la II y III Regiones.

- Las empresas eléctricas cuentan principalmente con aceites con PCB's en uso, donde la Región Metropolitana y la VIII Región son las más significativas. Cabe señalar que la información recibida sólo corresponde a volúmenes declarados por las empresas y que no representan necesariamente los volúmenes reales totales que existen en el país.

- La información incluye transformadores en los cuales no se especificó el tipo de aceite utilizado, pero que, de acuerdo al año de fabricación, probablemente contengan PCB. El volumen total de estos aceites asciende a 18 m³ (aprox.).

- El volumen total de aceite que contiene PCB's declarado por las empresas chilenas más aquéllos en los cuales existen presunciones de contener PCB, suma 396 m³ (aprox.).

- El perfil de aceites declarados en uso y almacenados, permite observar que las Regiones II y III tienen volúmenes significativos de aceite dieléctrico; le siguen la Región Metropolitana y VIII Región, respectivamente. Esta información es de importancia al momento de fijar un plan de control y monitoreo ambiental de PCB.

- El destino de los transformadores en desuso debiera ser parte importante en el control de PCB, debido al posible aporte de PCB al ambiente (eliminación del aceite a los cursos de agua, suelo, etc).

- Existe desconocimiento por parte de algunas empresas del tipo de aceite dieléctrico fluido utilizado. Este hecho se expresa principalmente en la falta de precaución para disponer de manera adecuada los residuos de transformadores y condensadores.

- Los resultados obtenidos en este estudio preliminar indican que existe contaminación por PCB en Chile, pero que ésta es inferior a la observada en países industrializados. Existe contaminación por PCB en distintos compartimentos ambientales, lo que refleja de alguna manera que los contaminantes están circulando en nuestros ecosistemas.

4.1.1.2 El Convenio de Estocolmo, las emisiones de dioxinas y furanos y un análisis de los procesos de las fundiciones primarias de concentrados de cobre en Chile. (Documento Técnico elaborado por la Comisión Chilena del Cobre en base a la información entregada por las fundiciones chilenas, Diciembre de 2002)

En Chile existen 7 fundiciones de cobre (Chuquicamata, Potrerillos, El Teniente, Ventanas, Paipote, Altonorte y Chagres), en las cuales se funde un promedio aproximado de 5 millones de toneladas anuales de concentrado.

En este documento se mencionan las principales etapas del proceso asociado a las fundiciones de concentrados de cobre en Chile (secado, fusión, conversión, refinación, moldeo de ánodos, tratamiento de escoria, limpieza y tratamiento de gases).

Las conclusiones son las siguientes:

- En la actualidad, ninguna fundición primaria de cobre en Chile procesa materiales secundarios (posibilidades de presencia de PVC u otro producto orgánico clorado). Más aún, en Chile no existen fundiciones secundarias.

- La operación de las fundiciones permite cumplir con tres medidas primarias que apuntan a la disminución en la generación de dioxinas: (1) Temperaturas de combustión sobre los 850°C, (2) Tiempos de residencia superiores a 2 segundos a esa temperatura y (3) Mantención del régimen de turbulencia.

- A nivel internacional, no existe evidencia científica que justifique incluir las fundiciones primarias de cobre como fuentes prioritarias de contaminación con dioxinas.

En resumen, de acuerdo a este informe, las fundiciones primarias de concentrado de cobre no deben ser consideradas fuentes de liberación de dioxinas y furanos.

4.1.1.3 Comentarios al “Instrumental Normalizado” (Toolkit) realizado por la Corporación Chilena de la Madera Región del Bío Bío (Marzo de 2004)

Este documento fue elaborado por la Corporación Chilena de la Madera “Corma”, a través de su Departamento de Celulosa y Papel Zona Centro Sur y de su Comité de Medio Ambiente, con la colaboración de la empresa consultora extranjera ÅF-Celpap, atendiendo lo solicitado por CONAMA en orden a enviar comentarios al “Instrumental normalizado para la identificación y cuantificación de liberaciones de dioxinas y furanos” emitido por PNUMA.

En términos generales, se enumeran algunos de los comentarios realizados:

- Se presentan contradicciones entre las diferentes Tablas y Factores de Emisión propuestos en el TOOLKIT para la emisión asociada con los residuos de la combustión de corteza. En la Tabla 55 se menciona un FE = 1000 μg EQT/t de ceniza, equivalente a unos 50 μg EQT/TJ de combustible, mientras que en la Tabla 38, Clasificación 2, se menciona el FE = 15 μg EQT/TJ de combustible, que incluye a las Calderas de Corteza existentes en la industria, por lo que este FE se estima razonable.
- Cuando en el TOOLKIT se menciona que los FE consideran que todas las plantas tienen sistemas de tratamiento de efluentes que producen lodos y descargas con bajos contenidos de sólidos suspendidos, se interpreta como tratamiento primario seguido de tratamiento biológico o químico o ambos. El TOOLKIT no diferencia entre métodos de tratamiento, que podría influir en la distribución entre las fases líquida y sólida. Las PCDD/PCDF no se degradan en el tratamiento, lo que significa que la misma cantidad que ingresa sale del sistema presentándose tan solo una redistribución entre las fases líquida (efluente) y sólida (lodos).
- El proceso de producción de celulosa estándar chilena no está representado en el Toolkit dado que en él aparece mencionada la clasificación “old technology” utilizada para blanquear la pulpa solamente cloro gaseoso (Cl_2) mientras que en nuestro país, así como en la mayor parte del mundo hoy en día, sólo se utiliza una fracción de compuesto blanqueante bajo esta forma y el saldo se adiciona como Dióxido de Cloro (ClO_2). Esto implica una generación de PCDD/PCDF muchísimo

menor que la especificada en la Tabla 56 del TOOLKIT (8 μg EQT/ADt) hecho que genera la necesidad de definir una tercera categoría de proceso, “Kraft pulps & papers, improved technology, standard bleaching (Cl_2 & ClO_2)”.

4.1.1.4 Comentarios respecto al vacío legal en la legislación nacional (Unidad de Desarrollo Tecnológico de la Universidad de Concepción, 2003)

La situación de Chile no es diferente al resto de América Latina. Esto quiere decir, que la situación normativa respecto a este tema es bastante escueta y débil.

En Chile las dioxinas aparecen mencionadas oficialmente en dos puntos. Por un lado se tiene la Norma de Emisión para la Incineración y Coincineración de Residuos², donde se establece que en instalaciones de incineración (especificadas en la Tabla N° 4 de la Norma) no deben generar emisiones donde las dioxinas y furanos superen un nivel de “0.2 nanogramos por metro cúbico normal (ng/Nm^3)”. En la práctica, esto delimita la acción de la norma solamente sobre las emisiones de la subcategoría N° 1 y N° 3, es decir, sobre las fuentes de emisión respecto a la incineración de desechos y a la generación de energía, dejando fuera al resto (los procesos de combustión incontrolados quedan fuera al no existir un proceso controlado ni a un responsable de su ocurrencia).

En el otro punto mencionado, las dioxinas quedan especificados como contaminantes de productos de origen animal, por lo que se fijan exigencias sanitarias a productos que se internan al país³. Sin embargo, esta disposición sanitaria, aunque benéfica en términos de asegurar una calidad en torno a los alimentos que se consumen dentro de Chile, no se aplica sobre las fuentes de emisión, por lo que carece de fortaleza legal.

De esta forma, al realizar una comparación con el nivel de discusión normativo que se realiza en países desarrollados, tales como EE. UU., Canadá, los países de Europa o Nueva Zelanda, queda claro que Chile queda en una posición muy retrasada, puesto que existe un gran número de fuentes de emisión a nivel nacional que no están considerados en términos normativos, ni por consideraciones económicas, ni medioambientales ni de salud.

² CONAMA- (<http://www.conama.cl/portal/1255/article-26594.html>)

³ RES EX 2.701, Diario Oficial N° 36.483, jueves 7 de Octubre de 1999, Pág.40

4.1.1.5 Otros proyectos relacionados

A) “Levantamiento de Información para la Implementación del Convenio Sobre los Contaminantes Persistentes (COPs)”, CONAMA (2001)

El objetivo del estudio fue la elaboración de una propuesta concreta de “Programa Nacional de COPs”, bajo la forma de un Comité de Implementación Convenio COPs, que permita la implementación, seguimiento y apoyo al Convenio. La estructura del informe consta de siete capítulos que son: Compuestos Orgánicos Persistentes - Normativa Aplicable - Análisis de las Capacidades Nacionales para la Implementación del Convenio - Análisis del Convenio o Tareas para el Estado de Chile - Propuesta de Implementación del Convenio en Chile - Sistema de Información de Apoyo – Difusión.

B) “2ª Fase Estudio de la Calidad de Aire en Regiones Urbano Industriales”, CONAMA (2002)

El objetivo fundamental del estudio, fue elaborar los inventarios de emisiones de contaminantes atmosféricos en las ciudades de Rancagua, Valparaíso, Viña del Mar y Temuco. Se consideraron tres grupos de fuentes: Fuentes Estacionarias (fuentes puntuales, fuentes de área), Fuentes Móviles (en ruta, fuera de ruta) y Fuentes de Emisiones de Polvo Fugitivo (construcción y demoliciones, polvo resuspendido en calles, actividades agrícolas). Los contaminantes incorporados al estudio son: material particulado. (MP10), partículas totales en suspensión, hidrocarburos totales, compuestos orgánicos volátiles, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, óxidos de azufre.

C) “Priorización de Medidas de Reducción de Emisiones por Uso Residencial de Leña para la Gestión de la Calidad del Aire en Temuco y Padre las Casas”, CONAMA (2001)

El objetivo del estudio fue priorizar un conjunto de medidas de reducción de emisiones de material particulado producto de la combustión residencial de leña, factibles de implementar en Temuco y Padre Las Casas. El estudio concluyó que el porcentaje de hogares que utiliza leña es cercano al 70%. Respecto a la calidad del combustible, aproximadamente el 50% de la leña consumida tiene un contenido de humedad entre 50 y 100% base seca, niveles muy superiores a los utilizados en países como EE.UU. ó Canadá, donde la norma indica como humedad máxima 25% en base seca. En relación al origen de las emisiones en estufas, se concluye que éstas dependen principalmente de las características del combustible utilizado, en este sentido, una mayor humedad produce una combustión más incompleta, aumentando la emisión de contaminantes.

4.1.2 Antecedentes a nivel internacional

4.1.2.1 Recopilación de inventarios a nivel internacional

A) European Dioxin Inventory (1993-1995)

En febrero de 1993 el Consejo de las Naciones Unidas (en adelante NU) acordó la reducción del 90 % de las emisiones totales de dioxinas y furanos provenientes de fuentes conocidas para el año 2005, comparadas con las descargas conocidas hacia el año 1985. Por esta razón, en una conferencia realizada el año 1993, se acordó realizar un inventario de las principales fuentes de emisión. Para esta tarea se encomendó a la North Rhine Westphalia State Environment Agency (LUA NRW) que comenzó su trabajo el año 1995.

Cabe destacar que la primera medida importante para la disminución de las liberaciones fue la reducción de emisiones por concepto de incineración de residuos peligrosos. Iniciativas posteriores de la Unión Europea permitieron la reducción de emisiones de algunas plantas que producían cantidades mayores que las mismas plantas incineradoras de residuos peligrosos.

En este inventario participaron los siguientes países: Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, España, Finlandia, Grecia, Francia, Irlanda, Italia, Holanda, Luxemburgo, Noruega, Portugal, Reino Unido, Suecia y Suiza.

Antecedente importante: existen diferentes estructuras de dioxinas y furanos, lo cual está directamente relacionado con su grado de toxicidad. Por esta razón, se han definido la Unidad "Equivalentes de Toxicidad" (EQT) o "Internacional Toxic Equivalent" (EQT-I) para normalizar y así establecer un único parámetro de comparación entre las diferentes fuentes y tipos de emisiones. Los valores que se presentan a continuación utilizan esta unidad de medida.

A continuación se presentan los principales resultados del inventario:

Emisiones al aire: Se estimó que las emisiones totales de los 17 países es cercana a 3.300 g EQT-I/año. Posteriormente, en una evaluación de estos valores (considerando factores de emisión por defecto), se determinó que sólo considerando las principales fuentes de emisión de estos países, este valor aumenta alrededor de los 5.700 g EQT-I/año, representando éstas el 90 % del total de las emisiones actuales. De esta manera, es posible estimar las emisiones al aire en aproximadamente 6.500 g EQT-I/ año. Considerando la superficie de los países considerados ($3.6E9 \text{ m}^2$), se pudo estimar un promedio de $5 \text{ pg EQT-I/m}^2\cdot\text{día}$, valor dentro de los límites de la norma para áreas rurales de Alemania ($5\text{-}20 \text{ pg EQT/m}^2\cdot\text{día}$).

A continuación se presentan las principales fuentes de emisión de dioxinas al aire:

Tabla N° 4.1-1 Emisiones anuales de dioxinas al aire (17 países del proyecto)

ITEM	g EQT-I/año	% total
Plantas incineradoras de residuos domésticos y/o municipales (legales)	1.437,1	25,1
Plantas de sinterización del hierro	1.010,1	17,6
Combustión residencial (madera)	945,0	16,4
Plantas incineradoras de residuos hospitalarios	815,5	14,2
Plantas impregnadoras de madera	381,4	6,7
Incendios	379,9	6,6
Plantas incineradoras de residuos domésticos y/o municipales (ilegales)	174,0	3,0
Otras plantas sinterizadoras de materiales especiales	115,0	2,0
Transporte por carreteras y caminos	111,1	1,9
Hornos eléctricos en plantas de acero	83,4	1,5
Producción secundaria de Cobre	76,9	1,3
Combustión residencial (carbón, lignite)	40,0	0,7
Producción secundaria de Aluminio	39,0	0,7
Combustión industrial (calderas, turbinas a gas, motores estacionarios)	20,9	0,4
Plantas cementeras	20,5	0,4
Producción secundaria de Zinc	19,9	0,3
Crematorios	16,8	0,3
Fundiciones de metales no ferrosos	3,0	0,1
Plantas de reciclaje de metales (p.e.cables)	1,7	0,0
Producción de Cal	0,0	0,0
Total	5.691,2	100,0

Residuos sólidos: Los resultados obtenidos para la tasa de generación de dioxinas en residuos sólidos presentan un total de aproximadamente 3.000 g EQT-I por año. Fue imposible contar con todos los valores de factores de emisión y tasas de generación, debido a que la información disponible era deficitaria.

Los valores obtenidos en este proyecto, para las fuentes de generación de dioxinas estudiadas, fueron los siguientes:

Tabla Nº 4.1-2 Emisiones anuales de dioxinas en los residuos de procesos (17 países del proyecto)

ITEM	g EQT-I/año	% total
Rellenos sanitarios	1.623,00	53,3
Incineradoras MSW	1.039,60	34,1
Incendios	220,00	7,2
Producción de EDC y PVC	61,80	2,0
Sludge spreading	35,40	1,2
Hornos eléctricos en plantas de acero	22,30	0,7
Producción secundaria de aluminio	17,40	0,6
Producción de compost a partir de residuos	13,60	0,4
1,2-dichloro ethane + vinylchloride	5,40	0,2
Producción de cloro	3,65	0,1
Basis oxygen	1,53	0,1
Tratamiento de residuos domiciliarios y del sector comercial	1,30	0,0
Fundiciones de fierro moldeado	0,82	0,0
Producción primaria de cobre	0,35	0,0
Hornos de coque	0,31	0,0
Incineración de residuos industriales	0,30	0,0
Electrólisis de aluminio	0,03	0,0
Crematorios	0,02	0,0
Producción secundaria de plomo		0,0
Producción secundaria de zinc		0,0
Pig iron tapping		0,0
Producción de pesticidas e hidrocarburos halogenados		0,0
Producción de pulpa		0,0
Total	3.046,8	100,0

Aguas residuales: Los resultados asociados a este tipo de contaminación presentan valores de aproximadamente 16 g EQT-I/año, lo cual dista mucho con los valores obtenidos para las liberaciones gaseosas (6.500 g EQT-I/ año) y contaminación de residuos sólidos (3.000 g EQT-I por año), por lo que su incidencia asociada a las liberaciones podría ser despreciable. Al igual que el caso de los residuos sólidos, existe poca información asociada a aguas residuales, comparada con la información asociada a las liberaciones gaseosas.

A continuación se presentan los principales valores para la contaminación de dioxinas vía aguas residuales obtenidos en este proyecto:

Tabla N° 4.1-3 Emisiones anuales de dioxinas en aguas residuales de procesos (17 países del proyecto)

ITEM	g EQT-I/año	% total
Tratamiento de residuos domiciliarios y del sector comercial	10,04	61,2
Plantas de sinterización del hierro	4,69	28,6
Incineración de residuos industriales	0,80	4,9
Incineración de residuos domésticos y municipales	0,27	1,6
Hornos de coque	0,23	1,4
1,2-dichloro ethane + vinylchloride	0,22	1,3
Instalaciones de mezclas asfálticas	0,10	0,6
Producción de cloro	0,03	0,2
Incendios	0,02	0,1
Electrólisis de aluminio		0,0
Producción de EDC y PVC		0,0
Producción de pesticidas e hidrocarburos halogenados		0,0
Producción de pulpa		0,0
Producción textil		0,0
Total	16,4	100,0

Aspectos asociados a la metodología utilizada: La metodología asociada a la recolección de datos se basó, principalmente, en el trabajo por dos vías paralelas:

- Recopilación de información a través de las respectivas autoridades nacionales, las cuales desarrollaron inventarios y programas de mediciones.
- Recopilación de datos técnicos y estadísticos de los distintos tipos de plantas e instalaciones.

Problemas y recomendaciones del inventario: El desarrollo del inventario multinacional no estuvo ajeno a problemas de diferente índole, entre ellos destacan los siguientes:

- La incertidumbre global asociada a la estimación de emisiones fue muy alta.
- La calidad de la información de los diferentes países difiere ampliamente, especialmente en el número de fuentes consideradas y en el resultado de las mediciones.
- La mayor información disponible fue la asociada a las liberaciones al aire, debido a que esta vía de contaminación es la más significativa.
- La carencia de mediciones de dioxinas fue permanente en el caso de residuos sólidos; lo mismo para sus tasas de generación.

- Fue difícil obtener información de incineradoras municipales con producción menor a 3 toneladas por hora.
- La información asociada a las incineradoras de hospitales es incompleta y, en algunos casos, contradictoria. La información de cantidades globales es conocida, pero la composición de ésta, en muchos casos, no lo es. No se encontró mucha información acerca de la cantidad de plantas operando. Adicionalmente, los factores de emisión utilizados para este tipo de plantas es amplio, por lo que la incertidumbre asociada fue muy alta.
- Respecto a la combustión de madera a nivel residencial, no se encontró información acerca de la composición de las mezclas utilizadas, es decir, madera limpia, contaminada y otros materiales agregados habitualmente a los equipos de combustión.
- La predicción de liberaciones en incendios es muy difícil de obtener, debido al desconocimiento de compuestos precursores de dioxinas. Más aún, no existe certeza de que la presencia de PVCs genere indiscutiblemente dioxinas, pues para ello se deben generar condiciones particulares en la combustión.
- De acuerdo a los datos disponibles, la contaminación con dioxinas del transporte está asociada principalmente con combustibles plomados, por lo que el transporte juega un rol importante sólo en aquellas naciones que todavía usan este combustible.

Conclusiones del inventario: Las principales conclusiones de este inventario se presentan a continuación:

- El conocimiento acerca de las liberaciones ha mejorado durante los últimos 10 años.
- Los valores medidos de emisiones de dioxinas en el presente inventario distan mucho de estar completos.
- Un pequeño número de categorías de fuentes de emisión al aire son las causantes de la mayor parte de la contaminación en Europa. Estas son, principalmente: todo tipo de incineradores de basura y el sector de producción de metales (particularmente las plantas de sinterización del hierro).
- Se estima que si se adoptan medidas con las fuentes de emisión del párrafo anterior, tendiendo sus emisiones a nivel cero, el total de emisiones a nivel europeo pueden disminuir en un 50 %.

• Las principales técnicas recomendadas son el “abatimiento químico” (p.e. catalizadores), pues los métodos de recolección (p.e. filtros) sólo transportan el contaminante de un receptor a otro.

• Debido a que la combustión doméstica y los incendios son fuentes muy difíciles de controlar o reducir, éstas constituyen la cota inferior de emisiones.

• Las dioxinas contenidas en residuos presentan valores similares a las liberaciones atmosféricas. Sin embargo, se estima que las posibilidades de que éstas ingresen a la cadena de los alimentos son bajas. Desafortunadamente, no existen investigaciones al respecto, por lo que se recomienda crear a la brevedad programas de investigación acerca del tema.

B) European Dioxin Inventory – Stage II (2000)

Para identificar las fuentes de emisión de dioxinas y cuantificar las liberaciones totales de dioxinas y furanos en los Estados Miembros de las Naciones Unidas, la Dirección General (DG) XI encargó un programa de investigación a la Agencia Estatal del Medio Ambiente del Rhin Septentrional-Westphalia (LUA). Esta segunda etapa del inventario nació de las dificultades y carencias detectadas como resultado de la primera etapa desarrollada entre 1993-1995. El programa se inició en 1994 y se desarrolló en dos fases (LUA 1997):

• **Fase I:** Acopio de datos sobre liberación de dioxina con referencia al período 1993-1995. Además de las liberaciones a la atmósfera, se incluyeron las liberaciones al agua, tierra y materias residuales. Sobre la base de la información disponible, se identificaron las más importantes carencias de datos.

• **Fase II:** Se completaron las carencias, tanto en lo que se refiere a los países, sobre los que hasta ese entonces se disponía de información escasa, como a los procesos que fueron mejor caracterizados.

• En el año 1997 LUA publicó los resultados de la Fase I, que consistió en un programa de investigaciones de dos años sobre disponibilidad de información en lo que respecta a las liberaciones. El informe incluyó a 15 Estados Miembros de la Unión Europea y, además, a Noruega y Suiza.

Uno de los principales resultados del estudio de LUA fue que, si bien han aumentado considerablemente los conocimientos sobre liberaciones en países europeos, los inventarios nacionales están aún muy lejos de estar completos. No se dispone de información sobre los estados miembros: Grecia, Irlanda, Luxemburgo y Portugal. Faltan datos, en particular, sobre incineración de desechos municipales sólidos en

Italia, España y gran número de pequeñas instalaciones en Francia. En cuanto a emisiones no atmosféricas, son muy escasos los países que han entregado informaciones y ésta, asociada a un pequeño número de tipos de fuentes. En general, no se comunicaron factores de emisión.

Para la fase II del proyecto Inventario Europeo de Dioxinas, los objetivos fueron los siguientes:

- Mejorar los datos de emisión existentes para las fuentes de emisión más relevantes con la finalidad de reducir la incertidumbre de las estimaciones asociadas a dichas emisiones.
- Recolectar datos para aquellos países que todavía no poseen datos de emisión mediante el desarrollo de programas de medición de emisiones.
- Complementar la etapa I del inventario incluyendo estudios complementarios asociados a emisiones al suelo y al agua.

La Tabla N° 4.1-4 presenta los valores de liberaciones de dioxinas por año para diferentes categorías. En particular, una estimación para el año 2000 y la proyección de éstos para el año 2005:

Tabla N° 4.1-4 Emisiones anuales de dioxinas para el año 2000 y 2005 (17 países miembros)

ITEM	2000		2005	
	g EQT-I/año		g EQT-I/año	
	Mín	Máx	Mín	Máx
Plantas de sinterización	447	554	383	467
Combustión residencial (madera)	532	971	523	969
Incineradoras de residuos hospitalarios	96	392	51	161
Incineradoras de residuos industriales	131	166	16	45
Plantas impregnadoras de madera	131	349	118	310
Fires	60	371	60	371
Incineradoras de residuos domesticos y/o municipales (ilegales)	126	200	116	187
Incineradoras de residuos domesticos y/o municipales (legales)	412	506	178	232
Otras plantas sintetizadoras de materiales especiales	1	86	1	86
Transporte por carreteras y caminos	37	82	41	60
Hornos eléctricos en plantas de acero	120	153	141	172
Producción secundaria de Cobre	15	17	15	17
Combustión residencial (carbón, lignite)	86	370	82	337
Producción secundaria de Aluminio	27	72	21	60
Combustión industrial (calderas, turbinas a gas, motores estacionarios)	34	81	39	78
Plantas cementeras	13	49	14	50
Producción secundaria de Zinc	22	25	20	20
Crematorios	9	19	13	22
Plantas de reciclaje de metales (p.e.cables)	40	50	40	50
Fundiciones de metales no ferrosos	40	74	38	72
Plantas de energía	55	72	60	67
Total	2.434	4.659	1.970	3.833

C) Dioxin and Furan Inventories (National and Regional Emissions of PCDD/PCDF, UNEP Chemicals, 1999)

En este informe se presentan y evalúan los hallazgos inicialmente obtenidos mediante inventarios nacionales de liberaciones de dibenzo-p-dioxinas policloradas y dibenzofuranos policlorados (PCDD/PCDF). La mayor parte de los países ha estimado las liberaciones a la atmósfera, siendo escasos los datos disponibles sobre emisiones al agua y al suelo.

Los países considerados en este estudio son: Austria, Australia, Bélgica, Suiza, Canadá, Alemania, Dinamarca, Francia, Hungría, Japón, Países Bajos, Suecia, República de Eslovaquia, Reino Unido y Estados Unidos.

En el año 1999, las principales liberaciones resultan de los procesos de combustión. Sobre la base de los datos disponibles y haciendo referencia al año 1995, se puede calcular que el total anual de liberaciones se aproxima a 10.500 g EQT-I. Los cálculos más bajos son de 8.300 g EQT-I/año y los más elevados se aproximan a 36.000 g EQT-I/año.

Para comparar las más importantes fuentes de liberación que figuran en los inventarios nacionales, las fuentes de dioxinas y furanos se clasificaron en nueve sectores principales:

- **Hierro y acero:** Plantas siderometalúrgicas, incluidas las fundiciones, plantas de sinterización y coquerías (en muchos países se produce el coque únicamente para las acerías).
- **Metales no ferrosos:** Plantas primarias y secundarias para la producción de cobre, aluminio, zinc y plomo.
- **Centrales productoras de energía:** Alimentadas con carbón, gas, petróleo bruto o madera.
- **Plantas de combustión industrial:** Unidades industriales alimentadas con carbón, gas, petróleo bruto, lodos de alcantarilla y biomasa para su uso en el lugar.
- **Pequeñas unidades de combustión:** Se trata sobre todo de calentadores domésticos y chimeneas alimentados con carbón, petróleo y gas.
- **Incineración de desechos:** Se incluye la incineración de desechos municipales sólidos, desechos peligrosos, lodos de alcantarilla, desechos de hospitales, desechos de madera y crematorios.
- **Transportes por carretera:** Automóviles, autobuses, camiones que utilizan gasolina con/sin plomo o Diesel.

- **Producciones de minerales:** Producción de cemento, cal, vidrio, ladrillos, etc.

- **Otros:** Plantas desguazadoras, mezcladores de asfalto, secadoras de piensos verdes, recortes de madera, industria química, fuegos accidentales y quemas voluntarias.

Los resultados y conclusiones de este trabajo se pueden resumir de la siguiente manera:

- El número de inventarios de liberaciones nacionales existentes al año 1999 es muy escaso (15 basados en datos nacionales). La mayor parte de los datos disponibles proceden de países de Europa Occidental y América del Norte. En Asia sólo existe el inventario de Japón, que se refiere a un pequeño número de categorías de fuentes, así como el cálculo de liberaciones procedentes de incineradores de desecho de Corea del Sur. En cuanto al Hemisferio Sur, hasta 1999, sólo Australia ha calculado sus liberaciones anuales, basándose en factores de emisión publicados. No se dispone de ningún dato acerca de África, América Central y del Sur.
- La mayor parte de los inventarios existentes se ocupan casi exclusivamente de las liberaciones de dioxinas y furanos a la atmósfera. Pueden existir cantidades considerables de dioxinas y furanos en reserva que contengan “antiguos” productos químicos, como el ácido 2,4,5 triclorofenoxiacético (2,4,5-T), el pentaclorofenol que se utilizó para el tratamiento de la madera y los bifenilos policlorados (PCB) utilizados en transformadores y capacitores. Entre otros reservorios figuran terraplenes/vertederos, suelos contaminados y sedimentos.

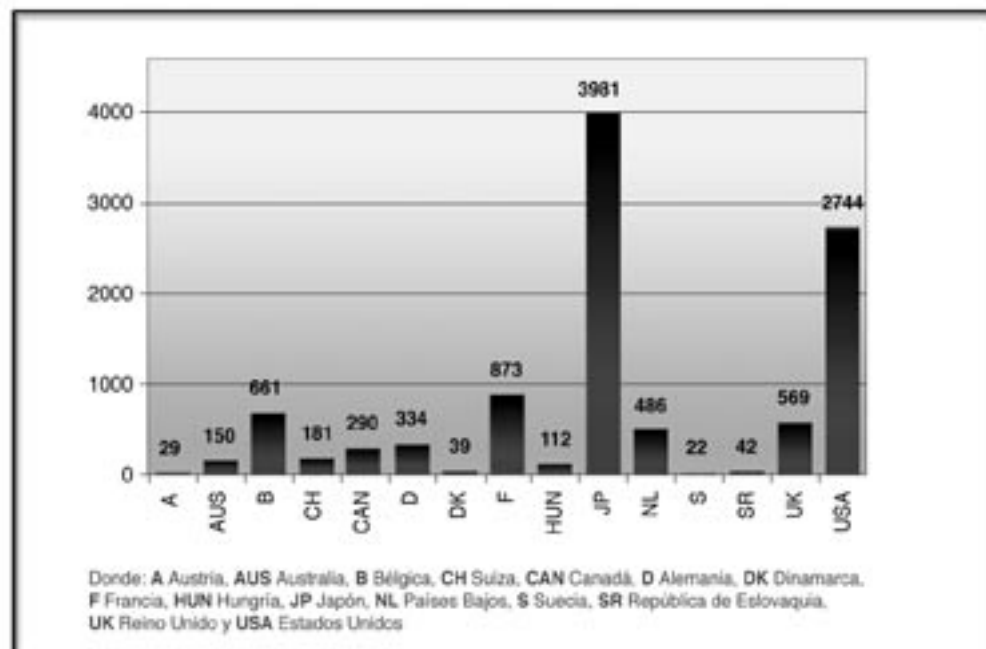
Es importante destacar que algunos países han basado sus inventarios en factores de emisión preparados fuera del propio país. No se ha determinado factores de emisión de ciertas fuentes, como por ejemplo, la incineración abierta de basura, los incendios en terraplenes, etc.

- Entre los sectores de las distintas fuentes, la mejor cobertura es la que se refiere a la incineración de desechos sólidos municipales, tanto mediante medidas de liberaciones en chimenea como por tasas de actividad. Como es este sector el que está experimentando los más importantes cambios tecnológicos, los factores de emisión y las liberaciones van cambiando con gran rapidez. En consecuencia, los países dotados de una tecnología moderna o de una legislación rigurosa están observando fuertes tendencias descendentes.

- El sector de la incineración de desechos peligrosos es relativamente homogéneo y no representa una fuente importante en ningún país.

- Es escasa la información disponible con respecto al sector de la producción de hierro y acero. Algunos países europeos han identificado este sector como el principal contribuyente a los inventarios nacionales de dioxinas. Estados Unidos y Canadá se dan cuenta de la importancia de esas fuentes, pero hasta ahora no han realizado ningún tipo de medición. Por consiguiente, es necesario que se obtengan datos fidedignos.
- De los pocos ejemplos disponibles de liberaciones al agua y a la tierra o con otros productos, puede concluirse que las emisiones al agua se refieren únicamente a los efluentes acuosos de las industrias de la pasta y del papel. La contaminación en otros productos se limita casi exclusivamente al pentaclorofenol (PCP), mientras que se están ignorando las dioxinas y furanos en los bifenilos policlorados (PCB).
- Algunos países deberán actualizar su inventario de manera que puedan estimar más exactamente su situación actual, sobre todo si se han establecido reglamentos más estrictos.
- A la fecha (1999) no existen métodos armonizados para producir y evaluar datos destinados a los inventarios nacionales de dioxinas y furanos. Además la cobertura de fuentes varía de unos países a otros. Es evidente la necesidad de armonizar la obtención y evaluación de datos, lo que facilitará la comparación de los distintos inventarios nacionales de dioxinas y furanos.

Gráfico N° 4.1-1 Flujos anuales de PCDD/PCDF a la atmósfera (g I-EQT/a). Total de emisiones de fuentes conocidas = 10.500 g EQT-I/a; año de referencia 1995



En resumen, este informe da una imagen instantánea de las liberaciones y los cálculos de liberaciones totales de estos compuestos en el medio ambiente hacia el año 1999. Es importante hacer notar que en este inventario se han identificado los principales sectores que contribuyen las liberaciones a la atmósfera, aunque es posible que existan fuentes de dioxinas y furanos que no se hayan identificado o cuantificado. Por otra parte, es preciso tener en cuenta que no puede darse por supuesto que los factores de emisión establecidos en países industrializados vayan a ser representativos de las industrias de los países menos desarrollados.

D) Inventario nacional de liberaciones de dioxinas y furanos, Uruguay (Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente 2002)

Este documento sintetiza los resultados del Primer Inventario Normalizado de Identificación y Cuantificación de liberaciones en Uruguay. Fue realizado en el marco del Convenio de Cooperación entre el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) – Productos Químicos y el Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente celebrado en el año 2001, dentro de las actividades programadas en el Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes.

El principal objetivo fue la identificación y cuantificación de las fuentes de dibenzo-p-dioxinas y dibenzofuranos policlorados (dioxinas y furanos), constituyendo sus resultados una primera aproximación de la magnitud de dichas liberaciones en este país.

El inventario se realizó tomando como base la metodología preparada por PNUMA –Productos Químicos, denominada “Instrumental Normalizado para la Identificación y Cuantificación de Liberaciones de Dioxinas y Furanos”. El protocolo utilizado agrupa las actividades que generan emisiones de dioxinas y furanos en diferentes categorías, que a su vez se dividen en subcategorías identificando en cada una de ellas cuáles son las principales vías de liberación.

La cuantificación se realizó tomando la tasa de actividad del año 2000 para cada una de las actividades identificadas y el factor de emisión recomendado por el Instrumental. La liberación anual es expresada en gramos de Equivalentes de Toxicidad Internacional (EQT-I) por año.

La compilación y procesamiento de los datos relevados resultan en un valor de generación total de dioxinas y furanos de 28 g EQT en el año 2000, correspondiendo a una tasa de 8,5 µg EQT/hab.año y 159 µg EQT/km².año.

Los mayores porcentajes de liberación corresponden a la atmósfera (61 %) y los residuos (29 %). La liberación total a la atmósfera fue de 17,1 g EQT, representando la combustión no controlada el 45 %, seguida en orden de magnitud por la incineración controlada de desechos que contribuyó en un 28 %.

Con relación a la categoría establecida como combustión no controlada, la quema de residuos agrícolas, la quema no controlada de residuos urbanos y los incendios forestales constituyen las principales fuentes de liberación. Para el caso de la categoría incineración controlada de desechos, los incineradores de residuos hospitalarios son prácticamente la única fuente.

La liberación total con los residuos fue de 8,1 g EQT, correspondiendo a la combustión no controlada el 76 %, siendo su principal fuente la quema no controlada de residuos urbanos. Le sigue en orden de importancia la producción de metales ferrosos y no ferrosos, que representó el 20 % de esta emisión.

Dentro de las liberaciones de menor importancia tenemos la liberación a la tierra, con un total de 1,8 g EQT, al agua con 0,4 g EQT y con los productos de 0,6 g EQT.

Tabla Nº 4.1-5 Resumen Inventario de Uruguay

Categorías	Emisiones anuales (g EQT/año)				
	Atmósfera	Agua	Tierra	Productos	Residuos
1. Incineración de residuos	4,802	0,000	0,000	0,000	0,032
2. Producción de metales ferrosos	1,249	0,000	0,000	0,000	1,599
3. Generación de energía y calefacción	1,141	0,000	0,000	0,000	0,148
4. Producción de minerales	0,909	0,000	0,000	0,000	0,117
5. Transportes	1,359	0,000	0,000	0,000	0,000
6. Procesos de Combustión Incontrolados	7,650	0,000	1,786	0,000	6,100
7. Producción y uso de sustancias químicas y bienes de consumo	0,004	0,171	0,000	0,603	0,009
8. Varios	0,016	0,000	0,000	0,000	0,004
9. Evacuación / terraplén	0,000	0,198	0,000	0,015	0,075

E) La emisión de dioxinas y furanos en el distrito metropolitano de Quito (Ministerio del Medio Ambiente, 2000)

Este proyecto fue realizado para cumplir con el Memorando de Entendimiento firmado entre el Ministerio del Medio Ambiente del Ecuador y el Programa Ambiental de las Naciones Unidas (UNEP Chemicals), en el cual la Secretaría Técnica de Productos Peligrosos desarrolló un estudio sobre fuentes de Compuestos Orgánicos Persistentes (COPs) en Ecuador.

Para el Distrito Metropolitano de Quito, se realizó la estimación de dioxinas provenientes de desechos hospitalarios, crematorios, vehículos de gasolina y Diesel, combustión de madera, combustión de aceite, combustión de carbón, cigarrillos y fabricación de pulpa de papel.

A continuación se presenta una tabla resumen con los resultados obtenidos en el proyecto:

Tabla 4.1-6 Sumario de posibles emisiones de dioxinas y furanos en el Distrito Metropolitano de Quito

Fuentes de emisión	g EQT-l/año	Año estimación
Incineración de desechos hospitalarios	0,00098	1998
Crematorios	0,0204	2000
Vehículos a gasolina	0,0576	2000
Camiones diesel	0,0113	2000
Combustión de madera	0,00464	2000
Combustión de aceite	0,00846	2000
Combustión de carbón	0,0008	2000
Cigarrillos	0,00155	1997
Fabricación de pulpa de papel	0,00129	1998
Total	0,10702	

F) Dioxin Sampling and Analysis Program, Thailand (UNEP Chemical, 2000)

En el año 1997, el Departamento de Control de la Contaminación del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente del Gobierno de Tailandia en Bangkok inició un programa de dioxinas, el cual contó con el apoyo financiero de GTZ, UNEP Chemicals y Euro Chlor. Este trabajo incluyó un inventario de emisiones de dioxinas (PCDD) y furanos (PCDF).

Las instalaciones representativas para los respectivos sectores industriales, reconocidas como potenciales generadores de dioxinas y furanos, fueron seleccionadas por el Departamento de Control de la Contaminación. En ellas fueron muestreadas y analizadas muestras gaseosas y residuales (sólidas, líquidas y lodos).

Las instalaciones escogidas para el muestreo fueron las siguientes:

- Incinerador de residuos sólidos (1 unidad)
- Cementeras con y sin co-combustión de líquidos residuales peligrosos y/o neumáticos
- Fundiciones secundarias de plomo (2 unidades)
- Plantas de acero (2 unidades del tipo horno al arco eléctrico)
- Fundición secundaria de metales (1 unidad)
- Crematorios (1 unidad)
- Incinerador de residuos hospitalarios (2 unidades)

A continuación se presentan los resultados obtenidos en la investigación:

Tabla Nº 4.1-7 Resumen emisiones en las fuentes muestreadas de Tailandia

Fuente	Emisiones (mg EQT-l/año)
Incinerador municipal de residuos sólidos	550
Plantas de cemento	35
Fundiciones secundarias de plomo	168
Plantas de acero	2.841
Fundición secundaria de metales	5
Crematorio	6
Incineradores residuos hospitalarios	1.436

G) The European Atmospheric Emission Inventory of Heavy Metals and Persistent Organic Pollutants for 1990 (UBA 1997, TNO Institute of Environmental Sciences, Energy and Process Innovation)

El Instituto TNO de Ciencias Ambientales, Investigaciones sobre Energía e Innovación de Procesos, de Apeldoorn (Países Bajos), en nombre de la Agencia Ambiental Alemana (UBA), publicó "El Inventario Europeo de Emisiones a la Atmósfera de Metales Pesados y Contaminantes Orgánicos Persistentes para 1990" (UBA 1997). El informe presenta los resultados para el año 1990 del inventario de emisiones de metales pesados y contaminantes orgánicos persistentes. El inventario incluye a todos los países de Europa excepto a los tres países caucásicos y Turquía (en total 38 países), y se basa en las comunicaciones oficiales de los países y, en caso de falta de datos, en las estimaciones de emisión hechas por TNO. En la lista de sustancias incluidas en el informe figuran, entre otras, las dibenzo-p-dioxinas policloradas y los dibenzofuranos policlorados (PCDD/PCDF).

En cuanto a los países, fuentes o compuestos no incluidos en las notificaciones oficiales, se prepararon estimaciones de emisiones por defecto que se utilizaron para completar el inventario.

El Inventario de Emisiones Europeas TNO se estableció incluyendo una amplia gama de compuestos, metales pesados y sustancias orgánicas realizando una gran cantidad de generalizaciones (p.e. se determinaron factores de emisión sin tomar en consideración las diferencias de tecnología). En particular, en lo que se refiere a los PCDD/PCDF, acerca de los cuales existen tantas mediciones y se han analizado casi todas las categorías posibles de fuentes, la metodología aplicada fue muy imprecisa y los datos obsoletos, en relación con la situación actual.

A continuación se presentan los resultados obtenidos por países en relación a las emisiones a la atmósfera de dioxinas y furanos:

Tabla Nº 4.1-8 Emisiones a la atmósfera de PCDD/PCDF en 1990 en 38 países europeos (UBA 1997)

País	g EQT/año	País	g EQT/año
Albania	12	Irlanda	44
Austria	85	Islandia	1
Bélgica	616	Italia	583
Bulgaria	154	Lituania	23
Bosnia y Herzegovina	7	Luxemburgo	28
Belarús	106	Letonia	14
Suiza	242	Moldova	23
Chipre	1	Ex Rep. Yugoslava de Macedonia	5
República Checa	224	Países Bajos	505
Alemania	1.196	Noruega	39
Dinamarca	71	Polonia	359
España	134	Portugal	17
Estonia	18	Rumania	1.500
Finlandia	53	Federación de Rusia	1.412
Francia	1.636	República Eslovaca	43
Reino Unido	881	Eslovenia	6
Grecia	25	Suecia	84
Croacia	13	Ucrania	877
Hungría	167	Yugoslavia (Serbia y Montenegro)	112
Total Europa			11.314

H) Informe de la situación y los conocimientos actuales sobre las principales fuentes y emisiones de dioxinas en México (Centro Nacional de Investigación y Capacitación Ambiental, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, México, DF., México, Enero 2002)

Las fuentes utilizadas para la realización de este inventario fue principalmente una adaptación de la información generada para el inventario de los Estados Unidos de América. La información obtenida de fuentes internacionales, como son los reportes de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos o USEPA, y de Environment Canada, proporcionaron las bases de los factores de emisión que fueron aplicados directamente a los requerimientos de este estudio en las estimaciones para las fuentes emisoras de dioxinas y furanos.

Ninguno de los factores de emisión de este estudio se derivó a partir de mediciones efectuadas en chimenea, por lo que la certidumbre es media. Aunque se cuentan con datos de emisión de dioxinas y furanos por incineradores de residuos biológico-infecciosos y para algunos incineradores de residuos industriales y de cementeras que usan residuos peligrosos como combustibles alternativos, se usaron como base de estimación los factores de emisión existentes en el reporte de inventario de emisiones estadounidense (USEPA, 1998), por tener un conocimiento de la certidumbre asociada a dichos factores de emisión. Cabe destacar que los factores de emisión utilizados fueron desarrollados para otras condiciones económicas y de operación, en países mayormente industrializados.

Este reporte proporciona bases de información sobre las principales fuentes de emisión de dioxinas furanos y sirve de base a programas de protección ambiental dando fundamentos en la formulación de prioridades de atención.

A continuación se presentan los resultados de las liberaciones estimadas para dos escenarios en el tiempo: para el año 1995 y el año 2000:

Tabla N° 4.1-9 Emisiones anuales de dioxinas y furanos por fuente a nivel nacional en 1995 y 2000

Fuente	Año		Tendencia
	1995 g EQT-I/año	2000 g EQT-I/año	
Incendios forestales	3,55	1,85	-45%
Quema de desechos agrícolas	221,83	221,83	=
Incineración de residuos peligrosos biológico-infecciosos	3,10	5,27	70%
Incineración de residuos industriales peligrosos	0,02	0,84	4.100%
Quema doméstica de basura	177,13	103,77	-41,40%
Incendios es sitios de disposición	166,51	115,47	-30,60%
Quema de biogás	0,09	0,09	=
Ladrilleras	0,46	0,46	=
Cementeras	5,96	7,71	29,36%
Pulpa y papel	0,58	0,77	34,40%
Policloruro de vinilo	1,91	2,43	27,20%
Hornos de arco eléctrico	0,70	0,81	15,50%
Total	582	461	-20,71%

D) Inventario de USA (1995)

Este inventario presenta información sobre las liberaciones de dioxinas y furanos, y de compuestos similares tales como PCB, al ambiente desde fuentes conocidas y otras sospechosas. En su mayoría, las estimaciones nacionales se realizaron con datos de liberaciones medidos en los Estados Unidos.

En los Estados Unidos, las principales fuentes identificadas se agruparon de la siguiente manera:

- **Fuentes de combustión:** Las dioxinas y furanos se forman en la mayoría de los sistemas de combustión. Éstos pueden incluir la incineración de residuos (tal como residuos municipales, lodo de aguas residuales, residuos médicos y residuos peligrosos), combustión de varios combustibles (tales como carbón, madera y productos del petróleo), otras fuentes de alta temperatura (tales como hornos de cemento) y fuentes mal controladas de la combustión (tales como fuegos de edificios).

- **Producción, fundición y refinación de metales:** Se pueden formar durante las diferentes operaciones primarias y secundarias de los

metales, incluyendo la sinterización del mineral de hierro, la producción de acero y la recuperación de metal de desecho o chatarra.

- **Fabricación de productos químicos:** Se pueden formar como subproductos de la fabricación de pulpa de madera blanqueada con cloro, de los fenoles clorados (e.g. pentaclorofenol-PCP), de PCB, de los herbicidas fenólicos (e.g., 2,4,5-T) y de los compuestos alifáticos tratados con cloro (e.g., dicloruro de etileno).

- **Procesos biológicos y fotoquímicos:** Los estudios recientes han sugerido que las dioxinas y furanos se pueden formar bajo ciertas condiciones ambientales (e.g., compostaje), de la acción de micro-organismos en compuestos fenólicos tratados con cloro. En forma similar, se ha informado que se producen durante la fotólisis de fenoles altamente tratados con cloro.

- **Fuentes de depósito o vertederos:** Los depósitos o vertederos son lugares donde los materiales contienen dioxinas y furanos previamente formados (o compuestos similares a dioxinas como los PCB) y que tienen el potencial para la redistribución y la circulación de estos compuestos en el ambiente. Los depósitos potenciales incluyen suelos, sedimentos, vegetación y madera tratada con PCP.

Para las categorías antes mencionadas, a excepción de fuentes de depósito o vertederos, se realizaron estimaciones de emisión para el aire, tierra, agua y productos. Las estimaciones de liberaciones a todos los medios (excepto productos) fueron aproximadamente 3.000 g EQT en 1995 y 11.900 g EQT en 1987. Estas estimaciones fueron generadas sumando las liberaciones a través de todas las fuentes en el inventario. Cada una de las estimaciones tiene un rango de incertidumbre, la cual se deriva de estimaciones para fuentes individuales (para 1987 el rango es 5.000 a 29.100 g EQT y para 1995 el rango es 1.200 a 7.900 g EQT).

La disminución de liberaciones estimadas entre 1987 y 1995 se ha debido, sobre todo, a las reducciones en liberaciones desde incineradores municipales y residuos médicos. En ambas categorías, las reducciones han ocurrido producto de una combinación de mejoras en los controles de la combustión y de emisión, y del cierre de instalaciones.

Las liberaciones ambientales de dioxinas en los Estados Unidos tienen su origen en una amplia variedad de fuentes, pero son las liberaciones al aire desde fuentes de combustión las que generan el mayor aporte. El inventario de 1995 estima que las

liberaciones desde fuentes de la combustión son de un orden de magnitud mayor que las del resto de las categorías combinadas.

4.1.2.2 Discusión y análisis de los diferentes inventarios

A continuación se presenta una serie de tablas a través de las cuales se pueden comparar diferentes aspecto entre los distintos inventarios recopilados:

Tabla N° 4.1-10 Tendencia de emisiones de dioxinas y furanos desde 1985-2000

Emisiones anuales inventarios nacionales (1995-2000)				
País	g EQT-I/ año 1985	g EQT-I/ año 1990	g EQT-I/ año 1995	g EQT-I/ año 2000
Japón		3.981* - 8.351*	5.300*(2)	
USA	12.000*(1)		2.744*	
Francia			873*	
Bélgica	850*/6**/347***	892*/7**/447***	662*/4**/485***	
Reino Unido			569*-1.099*	
Holanda			486*	(58*)
Canadá		353*/454**/173****	290*/5**/173****	(199*)
Suiza		242*	181*	(72*)
Australia			150*-2.300*(2)	
Hungría	214*	167*	112*	
República Checa y Eslovaca			42*	
Dinamarca			39*	
Austria			29*	
Suecia		32* - 115*	22* - 88*	
Ecuador (Quito)				<1
Uruguay				28
México			582	461
Alemania		1.210	291	(<70)

*: Emisión al aire; **: Emisión al agua; ***: Emisión en residuos; ****: Emisión en suelo
 Los valores sin asteriscos incluyen las 4 vías de liberación anteriores
 (:): Estimación proyectada; (1) Inventario de 1987; (2) Inventario de 1998

En la tabla anterior no es posible observar una tendencia clara, a excepción de Alemania, país que presenta una disminución de un 75% de liberaciones anuales.

Tabla N° 4.1-11 Principales fuentes de emisión por países

País	Principales fuentes de emisión por país (1995-2000)
Japón	Incineración de desechos municipales (80%) y desechos peligrosos (10%)
USA	Incineración de desechos (50% aprox.)
Francia	Incineración de desechos municipales
Bélgica	Incineración de desechos domésticos y hospitalarios
Reino Unido	Incineración de desechos (80%)
Holanda	Incineración de desechos (79%)
Canadá	Incineración de desechos municipales (23%), combustión residencial de madera (12%)
Suiza	Incineración de desechos (principio 90's). En la actualidad, combustión ilegal de desechos en viviendas
Australia	Incendios espontaneos y quemas programadas (75%)
Hungría	Incineración (42%)
Rep. Checa y Eslov.	Incineración de desechos (61%), industria metalúrgica (20%) y producción de energía (17%)
Dinamarca	Incineración de desechos municipales, industriales y hospitalarios
Austria	92% uso de madera como combustible (49% residencial)
Suecia	No se evidenció preponderancia por algún sector en especial
Ecuador (Quito)	Todos los valores son muy pequeños <0,1g EQT-I /año
Uruguay	Incineración no controlada de desechos (45%) y controlada (28%)
México	Quema de desechos agrícolas (48%), incendios en sitios de disposición (25%), quema de basura doméstica (22%)
Alemania	Producción siderometalúrgica y fundiciones de metales ferrosos (54%)

De la Tabla N° 4.1-11 se puede deducir que la principal fuente de liberación identificada corresponde a la incineración de desechos municipales. Cabe destacar además, que en la mayoría de estos países la incineración es una práctica habitual, no así en el caso de Chile.

Tabla N° 4.1-12 Convenios e iniciativas para la realización de inventarios

Principales Inventarios	
Inventario Uruguay (2002)	Convenio de cooperación entre el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA-Productos Químicos) y el Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente. Inventario Nacional (Normalizado)
Inventario Ecuador (2002)	Memorando de entendimiento entre UNEP/Chemicals y el Ministerio del Medio Ambiente del Ecuador. Proyecto parcial aplicado sólo a Quito (No normalizado)
European Dioxin Inventory Stage II (2000)	Fase II del inventario European Dioxin Inventory Stage I, en donde se completaron las carencias tanto en lo que se refiere a los países sobre los que hasta ese año se disponía de información escasa
Inventario UNEP (1999)	Decisión 19/13 (1997) del Parlamento de la UNEP. Realización de inventarios en Austria, Bélgica, República Checa y República Eslovaca, Dinamarca, Francia, Alemania, Hungría, República Eslovaca, Suecia, Suiza, Holanda, Reino Unido, Canadá, Estados Unidos, Australia, Japón, Nueva Zelandia y Corea del Sur (No normalizado)
European Dioxin Inventory Stage I (1995)	5° Programa Europeo de Política y Acción el Consejo de Ministros definió la meta política de reducir como medida de precaución la liberación de PCDD/PCDF al medio ambiente y a la cadena alimentaria humana. La meta consistiría en reducir las emisiones de PCDD/PCDF en un 90 % para el año 2005 en comparación con el año de referencia 1985 (No normalizado)

Como se puede observar en la Tabla N° 4.1-12, desde el año 1995 comenzó a estudiarse el tema de una forma masiva, principalmente al interior de Europa. Como consecuencia de estos primeros trabajos, las Naciones Unidas ha patrocinado inventarios en otros países, como es el caso de Uruguay y de Chile.

Tabla N° 4.1-13 Realizadores de los inventarios y fuentes de factores de emisión

País	Investigadores y/u organismos que realizaron el inventario	Fuentes de factores de emisión
Japón	Hiraoka M. And S.Okajima (1994): Source Control Technologies in MSW Inconeration Plants. Organohalogen Compd., 446-453 de 1998)	Valores medidos en Japón (reevaluación
Japón	MITI (1998):Advisory Committee on Dioxins Measures, Environmental Protection and Industrial Location Bureau, Ministry of Internacional Trade and Industry (MITD): The second interim report, November 1998	
USA	Oficina de Investigación y Desarrollo (ORD) de la Agencia de Protección Ambiental (EPA), 1992	Extrapolación de algunos factores medidos en el país
Francia	Ministerio Francés de Desarrollo Regional y del Medio Ambiente y la Agencia Nacional del Medio Ambiente (ADEME 1999): Homepage of the Ministry for Regional and National Development and the Environment, France	Información no disponible
Bélgica	De Fré R. and M. Wevers (1995): Opgemaakt in Opdracht van de Vlaamse Milieumaatschppij (Ordernummer: 941055)	Literatura internacional
Reino Unido	HMIP 1995; Eduljee G. And P. Dyke (1996): An Updated Inventory of Potential PCDD and PCDF Emission Sources in the UK.Sci.Tot. Environ., 303-321; Alcock R., R. Genmill, and K.C. Jones (1998): An Updated UK PCDD/F Atmospheric Emission Inventory Based on Recent Emission Measurement Programme. Organohalogen Compd., 105-108	De diferentes publicaciones
Holanda	de Koning J.A.A. Sein. L.M. Troost, and H.J.Bremmer (1994): Sources of Dioxin Emissions in the Netherlands. Organohalogen Compd., 315-318. Environmental Protection Agency (eds.), Viena, Austria	Información no disponible
Canadá	Environment Canada and the Federal/Provincial Task Force (1999): Dioxins and Furans and Hexachlorobenzene. Inventory of Realeses. Prepared by Environment Canada and the federal/Provincial Task Force on Dioxins and Furans for the Federal Provincial Advisory Committee for the Canadian Environmental Protection Act (CEPA-FPAC), January 1999	Valores Europeos
Suiza	BUWAL (Agencia Suiza para el Medio Ambiente,1997): Dioxine und Furane - Standortbestimmung, Beurteilungsgrundlagen, Maßnahmen. Schriftenreihe Umwelt Nr. 290 Umweltgefährdende Stoffe. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Berna, Suiza, 1997	Información no disponible
Australia	Pacific Air & Environment para el Grupo de Protección Ambiental del Medio ambiente de Australia (EPG 1998): Sources of Dioxins and Furans in Australia: Air Emissions. Study prepared by Pacific Air & Environment for Environment Australia's Environment Protection Group (EPG). Environment Australia, August 5, 1998	Estudios internacionales, principalmente, Reino Unido, EEUU y Países Bajo

Tabla N° 4.1-13 Realizadores de los inventarios y fuentes de factores de emisión

País	Investigadores y/u organismos que realizaron el inventario	Fuentes de factores de emisión
Hungría	Instituto Húngaro de Protección Ambiental (KGI 1997): Documento Informativo sobre Emisiones de Metales y Contaminantes Orgánicos Persistentes, Necesario para Preparar Acuerdos Internacionales. Instituto de Protección del Medio Ambiente Oficina de Expertos, Budapest, diciembre de 1997	Informe TNO (Unwelt Bundes Amt 1997)
Rep. Checa y Eslovaca	Kocan A. (1994): Air Pollution by Emissions of Persistent Organic Pollutants in the Slovak Republic - Summary. Instituto de Medicina Preventiva y Clínica, Bratislava, República Eslovaca, noviembre de 1994	Sin información, sólo se hace mención a la gran incertidumbre existente con respecto a los factores de emisión
Dinamarca	Ministry of Environment and Energy (1997): Dioxins, Sources, Levels and Exposures in Denmark. Working Document No. 50, Ministerio del Medio Ambiente y la Energía, Dinamarca; Agencia Danesa de Protección del Medio Ambiente, 1997	Información no disponible
Austria	UBAVIE (1996): http://www.ubavie.gv.at/info/corin94e/pops.htm . Copyright: Federal Environment Agency, Vienna, Austria	Información no disponible
Suecia	de Wit C. (1995): Swedish Dioxin Survey. Preliminary data. Solna, Sweden	Información no disponible
Ecuador (Quito)	Fausto R.Rivera A., 2000: La emisión de dioxinas y furanos en el distrito metropolitano de Quito	Información no disponible
Uruguay	Silvia Aguinaga et al, 2002: Inventario nacional de liberaciones de dioxinas y furanos, Uruguay	Instrumental normalizado para la identificación y cuantificación de liberaciones de dioxinas y furanos (PNUMA, Productos Químicos, 2003)
Alemania	Ifeu (1998): Ermittlung von Emissionen und Minderungsmaßnahmen für persistente organische Schadstoffe in der Bundesrepublik Deutschland. Stoffband A: Polychlorierte Dibenzodioxine und -furane (PCDD/F) und polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH). Ifeu-Institut, Heidelberg, März 1998. Forschungsvorhaben Nr. 104 02 365. Im Auftrag des Umweltbundesamtes, Berlin	Información no disponible
Corea del Sur	Chang Y.-S., J.-E. Oh, and D.-C. Sin (1998): The Evaluation of Emission and Environmental Levels of PCDD/Fs in Korea. Organohalogen Compd. 36, 11-15	Información no disponible

De la Tabla N° 4.1-13 se puede concluir que la mayoría de los estudios ha sido coordinada por las agencias ambientales de cada país. Por otra parte, los factores de emisión utilizados en cada inventario difieren unos de otros, lo que hace poco comparable sus resultados.

Tabla N° 4.1-14 Diferentes categorías utilizadas en los distintos inventarios

Categorías utilizadas en los distintos inventarios																			
Categoría	Inventario Ecuador (2002)	Inventario Uruguay (2002)	Inventario UNEP (1999)																
			Austria	Bélgica	Rep. Checa y Eslo.	Dinamarca	Francia	Alemania	Hungría	Rep. Eslovaca	Suecia	Suecia	Reino Unido	Canadá	USA	Australia	Japón		
1 Aceite lubricante																			
2 Agricultura																			
3 Agricultura y silvicultura																			
4 Biocombustibles																			
5 Calderas industriales y comerciales																			
6 Calefacción energía																			
7 Calefacción de viviendas																			
8 Centrales productoras de energía - (plantas de poder)																			
9 Combustibles fósiles																			
10 Combustión controlada																			
11 Combustión de aceite de desecho																			
12 Combustión de carbón																			
13 Combustión de desechos de madera (serrerías y P&P)																			
14 Combustión de gas de ferriplén																			
15 Combustión de la madera																			
16 Combustión de neumáticos																			
17 Combustión de paja																			
18 Combustión de petróleo (residencial)																			
19 Combustión del petróleo																			
20 Combustión doméstica de carbón																			
21 Combustión doméstica de madera																			
22 Combustión doméstica de madera (limpia)																			
23 Combustión doméstica de madera (tratada)																			
24 Combustión en la industria manufacturera																			
25 Combustión industrial																			
26 Combustión industrial de madera																			
27 Combustión en industrias de la energía y la transformación																			
28 Combustión residencial del petróleo																			
29 Composte																			
30 Construcción																			
31 Crematorios																			
32 Deposición a la atmósfera																			
33 Desechos clínicos																			
34 Desechos químicos																			
35 Energía																			
36 Fabricación de cal																			
37 Fabricación de vidrio																			
38 Fuegos domésticos																			
39 Fundición de acero EAF																			
40 Fundición de metales de base																			
41 Fundición de plomo secundario																			
42 Fundiciones de acero y hierro																			

Tabla Nº 4.1-14 Diferentes categorías utilizadas en los distintos inventarios

Categoría		Categorías utilizadas en los distintos inventarios													
		Inventario Ecuador (2002)	Inventario Uruguay (2002)	Austria	Bélgica	Rep. Checa y Eslo	Dinamarca	Francia	Alemania	Hungría	Rep. Eslovaca	Suecia	Suiza	Holanda	Reino Unido
43	Gas de terraplén														
44	Generación de energía														
45	Generación de energía y calefacción														
46	Hierro y acero														
47	Hornos arco eléctrico														
48	Humo de cigarrillos														
49	Identificación de posibles puntos calientes														
50	Incendios accidentales														
51	Incendios naturales (madera)														
52	Incineración de carcasas animales														
53	Incineración de desechos														
54	Incineración de desechos de cloro orgánico y aceite de desecho														
55	Incineración de desechos hospitalarios														
56	Incineración de desechos industriales (peligrosos)														
57	Incineración de desechos municipales (IDMS)														
58	Incineración de líquido residual de fabricas de papel														
59	Incineración de lodos de alcantarilla														
60	Incineración de lodos de fabricación de papel														
61	Incineración de madera y desechos de madera														
62	Incineración de residuos municipales (legales)														
63	Incineración de desechos biomédicos														
64	Incineración de desechos federales														
65	Industria														
66	Industria de productos minerales														
67	Industria del cemento (hornos)														
68	Industria del papel y la pasta														
69	Industria Química (producción)														
70	Industrias de mezclado de asfalto														
71	Industrias varias														
72	Lodos de alcantarilla														
73	Manejo de desechos														
74	Metales no ferrosos (fundición)														
75	Otros sinterizadores de materiales especiales														
76	Otros procesos de alta temperatura														
77	Papel y cartón														
78	Pasta y papel (caldera con licor Kraft)														
79	Pasta y papel (caldera con madera cargada de sal)														
80	Pequeñas unidades de combustión														
81	Plantas de combustión industrial														
82	Plantas de combustión no industriales														

Tabla N° 4.1-14 Diferentes categorías utilizadas en los distintos inventarios

Categorías utilizadas en los distintos inventarios														
Categoría		Inventario Ecuador (2002)	Inventario Uruguay (2002)	Inventario UNEP (1999)										
				Austria	Bélgica	Rep. Checa y Eslo.	Dinamarca	Francia	Alemania	Hungría	Rep. Eslovaca	Suecia	Suiza	European Inventory Stage I (1996)
83	Plantas de reciclaje de metales													
84	Postes eléctricos en servicio													
85	Proceso de cobre secundario													
86	Proceso de sinterización													
87	Procesos de combustión no controlados													
88	Procesos de producción													
89	Procesos metalúrgicos													
90	Procesos PCP en madera													
91	Producción de cerámica													
92	Producción de cobre													
93	Producción de coque													
94	Producción de metales ferrosos y no ferrosos													
95	Producción de metales no ferrosos y aluminio													
96	Producción de plaguicidas													
97	Producción de sustancias químicas y bienes de consumo													
98	Producción secundaria de aluminio													
99	Producción secundaria de zinc													
100	Producción siderometalúrgica													
101	Productos minerales													
102	Productos químicos halogenados y VCM													
103	Productos textiles													
104	Quema de cables y motores eléctricos													
105	Refinerías de petróleo													
106	Regeneración de carbón													
107	Sector combustibles/energía													
108	Servicios													
109	Sustancias químicas halogenadas													
110	Terraplenes/biogás e incineración de lodos													
111	Transporte por carretera (tráfico)													
112	Tratamiento y evacuación de desechos													
113	Uso de conservadores de la madera													
114	Varios													
115	Viviendas													

Otra importante conclusión de los diferentes inventarios es la diferente categorización de las fuentes en cada país, lo que dificulta aún más la comparación entre los valores obtenidos en cada uno de ellos, como se puede observar en la Tabla N° 4.1-14.

4.1.2.3 Instrumental Normalizado para la Identificación y Cuantificación de Liberaciones de Dioxinas y Furanos (PNUMA, Productos Químicos, 2003)

Este instrumental se genera para asistir a los países en la identificación de fuentes y la estimación de liberaciones, porque los actuales inventarios de dioxinas y furanos no son satisfactorios desde este punto de vista. Muchos de ellos son incompletos, obsoletos o carecen de una estructura uniforme. Los inventarios que no se ocupan de fuentes potencialmente importantes dioxinas y furanos, tal vez por la insuficiencia de la información nacional, sugieren erróneamente que esas fuentes no son significativas y no precisan de controles efectivos. Además, sólo un pequeño número de inventarios se ocupan de liberaciones distintas de las atmosféricas.

El “Instrumental Normalizado” se ha conformado gracias a la experiencia acumulada de las personas que han realizado inventarios. El marco de categorías de fuentes ha sido establecido por un equipo central, en consulta con los usuarios finales de países que desean obtener ayuda para la compilación de sus inventarios. Ha sido diseñado como una metodología sencilla y normalizada y con una base de datos acompañante que permita reunir inventarios nacionales y regionales de dioxinas y furanos coherentes.

De acuerdo a lo señalado por este “Instrumental Normalizado”, su aplicación no pasa por la realización de pruebas de emisiones. Además, el proceso está diseñado para que sea adaptable. El factor de emisión y la base de datos para la descripción del proceso deben revisarse y mejorarse a medida que vayan obteniéndose nuevos datos sobre emisiones y las nuevas cifras pueden aplicarse al perfeccionamiento del inventario general. Los elementos fundamentales de este “Instrumental Normalizado” son los siguientes:

- Una metodología para identificar los procesos industriales y no industriales importantes que liberan dioxinas y furanos a la atmósfera, agua, tierra y con productos y residuos en un determinado país, y proceder a un examen sistemático para identificar cuáles de entre ellos son los más importantes.
- Directrices sobre el acopio de información acerca de los procesos pertinentes, con lo que podrá procederse a la clasificación de esos procesos en clases con liberaciones similares.
- Una base de datos detallada de factores de emisión que facilite datos por defecto adecuados que puedan aplicarse y que sean repre-

sentativos de la clase en la cual se ha agrupado el correspondiente proceso. En el futuro y a medida que vaya disponiéndose de nuevos datos de liberaciones se irá poniendo al día esta base de datos.

- Directrices para el montaje y presentación de un inventario, utilizando tanto factores de emisión por defecto como datos específicos de país, de manera que los inventarios resultantes sean comparables.

Con el fin de que los inventarios sean claros, coherentes y comparables, el “Instrumental Normalizado” entrega directrices para la presentación de los resultados. Además, su metodología permite que los resultados se puedan ir actualizando y mejorando a medida que se actualicen y perfeccionen las estadísticas de actividad y los factores de emisión. Cuando se disponga de datos medidos o se hayan hecho cálculos nacionales, el “Instrumental Normalizado” está diseñado de forma que permita su inclusión, junto a las estimaciones obtenidas a partir de los factores de emisión por defecto. Así pueden apreciarse las carencias de datos, las incertidumbres y las diferencias entre los procesos en un país y los factores de emisión generados a partir de las publicaciones internacionales.

De acuerdo al “Instrumental Normalizado”, los inventarios de los países que utilicen esta metodología podrán mostrar que se han tomado en consideración todas las posibles fuentes, incluso si no hay actividad o ésta es insignificante en ese país. Para cada fuente de un país existirá una estimación de liberaciones a todos los medios sobre los que haya suficientes datos y una indicación de la magnitud probable, en caso de que no se disponga de la totalidad de los datos.

4.1.2.4 Principales accidentes con dioxinas ocurridos los últimos 40 años

A continuación se presentan los principales accidentes ocurridos los últimos 40 años relacionados con la contaminación con dioxinas, furanos y PCB:

- Seveso, Italia (1976)
- Bélgica (1999)
- Defoliantes sobre Vietman (1959-1975)
- Yusho, Japón (1968)
- Yu-Cheng, Taiwán (1968)
- Nueva Plymouth, Nueva Zelanda (1985)
- Santo André, Brasil (1998)
- Neratovice, República Checa (1966-1968)

En las tablas siguientes se entrega un resumen con los principales antecedentes de estos accidentes:

A) Accidente de Seveso

Tabla N° 4.1-15 Información accidente de Seveso

Item	Descripción
Lugar	Seveso, Italia
Fecha	11 de julio de 1976
Muertos	Ninguna persona murió
Heridos	640 casos de irritaciones químicas agudas de la piel (cloroacné) que ya han curado
Efectos en el medio ambiente	Hubo que descontaminar suelos y viviendas. 3.300 animales, principalmente pollos y conejos, murieron en los alrededores de la fábrica y unos 77.000 animales fueron sacrificados para impedir que dioxinas entraran en la cadena trófica
Causas	Sobre las doce y media de la mañana del sábado día 10, la brida de una válvula de seguridad del tanque de TCP (fabrica Icmesa) estalla como resultado de una sobrepresión, causada por una reacción exotérmica accidental. Por la válvula se escapa una mezcla química en forma de aerosol que contiene, entre otras sustancias tóxicas, triclorofenato de sodio, sosa cáustica, disolventes con una alta proporción de dioxinas tóxicas que llegó a las zonas vecinas, especialmente a la localidad de Seveso
Daños a la salud	<ul style="list-style-type: none"> • La nube tóxica de Seveso causó 447 casos de quemaduras químicas agudas y 193 casos de cloroacné, que cicatrizaron con el paso del tiempo. Casi 30.000 muestras de sangre fueron guardadas en un frigorífico por el Dr. Paolo Mocarelli, director de laboratorio del hospital de Desio, tomadas desde los primeros momentos de la catástrofe. Esta actuación resultó muy valiosa para el mundo científico, ya que en las fechas del accidente apenas se contaba con información acerca de los daños a la salud del TCDD ni con los conocimientos técnicos para analizar las concentraciones de dioxinas. Las secuelas tardías de la exposición al agente tóxico fueron aún peores que los efectos inmediatos en la piel. Las víctimas de Seveso han padecido alteraciones y desórdenes en los sistemas inmunológico, nervioso y cardiovascular. La propia sensación de angustia, ansiedad y estrés provocó un ligero aumento de las enfermedades coronarias y de la muerte por fallo cardíaco en los 15 y 20 años siguientes a la catástrofe. • Otra de las secuelas tardías son las de tipo ginecológico. Ante la posibilidad de que las mujeres en estado de gestación pudieran alumbrar hijos con malformaciones congénitas, el gobierno italiano permitió el aborto voluntario de las mujeres embarazadas en el momento de la catástrofe. • Por último cabe destacar también que el escape tóxico de Icmesa causó trastornos en el sistema inmunológico, cuyo efecto también se asocia a las dioxinas. Los afectados son más propensos a contraer enfermedades, debido al bajo nivel o debilidad de sus defensas.
Otros efectos	<ul style="list-style-type: none"> • Los edificios enclavados en las 110 hectáreas correspondientes a la zona más gravemente dañada, tuvieron que ser demolidos y sus escombros fueron arrojados a los depósitos construidos para tal fin. Fuera de esta zona, 112 casas con sus correspondientes huertos y alrededores fueron descontaminados empleando sofisticados equipos de succión de polvo y agua para los recintos interiores y soluciones jabonosas especiales para el exterior. La vegetación fue arrancada y el agua contaminada se almacenó en contenedores • Todos estos trabajos culminan cuatro años después de aquel 10 de julio de 1976. En 1984 toda la zona más afectada presentaba el aspecto de un desierto, sin construcciones, sin vida animal, sin vegetación y con toda la superficie removida. Por ello, dentro de las medidas de regeneración del territorio, se determinó la creación de un fabuloso parque donde la contaminación había tenido mayor impacto, llamado Bosco delle Querce. Bajó él se hallan enterrados los depósitos que contienen los 225.000 m3 de restos de suelo contaminado por la dioxina, incluyendo los escombros de la fábrica y de otras edificaciones, más los cadáveres de los 77.000 animales sacrificados. Los animales silvestres también han vuelto a estas tierras.

B) Incidente de los “Pollos Belgas”**Tabla N° 4.1-16 Información incidente de los “Pollos Belgas”**

Item	Descripción
Lugar	Bélgica
Fecha	1999
Muertos	Ninguna persona murió
Heridos	No hubo efectos inmediatos identificados
Efectos en el medio ambiente	No determinado
Causas	Bélgica denunció ante la Comisión de Comunidades Europeas la distribución en su territorio de alimentos balanceados para animales gravemente contaminados por dioxinas. Esta distribución, que abarcaría aproximadamente el 25% de las granjas de pollos, gallinas y un número indeterminado de criaderos de cerdos y bovinos, se inició a partir del 15 de enero de 1999. Los resultados de diez muestras tomadas el día 5 de mayo arrojaron resultados entre 1,2 y 2.400 pg/TEQ/g de dioxinas. Los resultados del estudio confirmaron la contaminación de estos productos por aceites industriales transformados.
Daños a la salud	<ul style="list-style-type: none"> • Los autores de la investigación asumen que, a consecuencia del incidente, diez millones de belgas ingirieron entre 10 y 15 Kg. de PCB y entre 200 y 300 gramos de dioxinas, aunque la traducción de estas cifras al impacto sobre la salud es muy poco precisa. • Seguramente, en los próximos años se producirá un aumento en el número total de cánceres en esta población, pero las estimaciones sobre la magnitud de este aumento (entre 40 y 8.000 casos) presentan un margen de error tan amplio que ofrecen poca información al respecto. Finalmente los investigadores esperan también efectos neurotóxicos en neonatos, aunque éstos ni siquiera han podido ser cuantificados.
Otros efectos	Con fecha 3 de junio de 1999, la Comunidad Europea dicta la decisión 1999/363/CE, por la que se restringe la puesta en el mercado de productos de pollos o gallinas criados en Bélgica entre el 15 de enero y el 1 de junio de 1999; al día siguiente, esta restricción se extiende a productos de origen porcino o bovino por decisión 1999/368/CE, publicadas ambas en el Diario Oficial de las Comunidades Europeas.

C) Defoliantes sobre Vietnam

Tabla N° 4.1-17 Información Defoliantes sobre Vietnam

Item	Descripción
Lugar	Vietnam
Fecha	1959-1975
Muertos	Indeterminados
Heridos	Indeterminados
Efectos en el medio ambiente	No determinado
Causas	<ul style="list-style-type: none"> • La operación Ranch Hand supuso unas 20.000 incursiones aéreas norteamericanas en tierra vietnamita. En ellas se esparcieron, como defoliantes, más de 40 millones de litros de agente naranja, 21 millones de agente blanco, 4 millones de agente azul, medio millón de agente púrpura, otro tanto de agente rosa y 31.000 litros de agente verde. Los nombres se daban según fuera el color de la franja identificadora de los bidones que contenían los productos, que eran fabricados por Dow Chemical y Monsanto, junto a otras cinco firmas de menor envergadura. Los agentes contenían siempre defoliantes clorados, y el naranja, en particular, era una mezcla a partes iguales de ésteres n-butílicos del ácido dicloro 2,4-fenoxiacético (conocido como 2,4-D) y de ácido tricloro 2,4,5-fenoxiacético (2,4,5-T). • A la toxicidad para los humanos de estos compuestos, sobre todo por inhalación o contacto continuados, se añadió, sinérgicamente, otra mucho peor y, según la administración norteamericana, no prevista: el 2,3,7,8-TCDD estaba presente en todos los agentes como impureza industrial considerada inevitable, desde 1 parte por millón (ppm) en el naranja, hasta las 70 ppm de los rosa y verde. Según los expertos, tal contaminante aparece siempre, entre otras síntesis orgánicas, en cualquier producto en cuya preparación figure el 2,4,5-triclorofenol. En total, se ha podido cifrar en 170 kilos la cantidad de aquella dioxina esparcida en casi 1.700.000 hectáreas de selva sudvietnamita, de las cuales aproximadamente un millón quedaron seriamente afectadas.
Daños a la salud	<ul style="list-style-type: none"> • Las consecuencias de aquellos bombardeos sobre la salud parecen innegables, tanto entre la actual población vietnamita como entre muchos ex-soldados norteamericanos, antiguos combatientes. Probablemente, el más horrible legado del herbicida contaminado se encuentra en un cuarto cerrado del Hospital Tu Du de Obstetricia y Ginecología de Saigón. Las paredes están cubiertas de estanterías repletas de frascos con formol donde se conservan fetos procedentes de nacimientos y abortos. Sólo son una muestra del horror que sufrió Vietnam, pues durante mucho tiempo el hospital no pudo proveerse de frascos y formol suficientes para guardar todas las muestras. Entre ellas hay cuerpos unidos de dos en dos y de tres en tres, rostros cubiertos con crecimientos cancerosos y terribles deformidades. Algunos cálculos sitúan ahora en más de 500.000 el número de niños nacidos en Vietnam desde los años 60 con deformidades relacionadas con las dioxinas. • Tras diversas negociaciones, en 1994 las autoridades norteamericanas aceptaron finalmente que existía una correlación entre nueve enfermedades (cánceres) y el hecho de haber estado sometido a los agentes defoliantes. Diez años antes, en julio de 1984, las siete empresas norteamericanas fabricantes de tales productos usados en Vietnam habían llegado a un acuerdo con los veteranos: distribuyeron, según decisión judicial del mes de mayo anterior, 180 millones de dólares entre los colectivos afectados a cambio de que estos renunciaran a toda acción legal posterior. En resumen, las consecuencias se están viviendo aún hoy, 35 años después del inicio de las actuaciones aéreas, y se prolongarán, según algunos, a futuras generaciones.

D) Accidente en Yusho, Japón**Tabla N° 4.1-18 Información accidente en Yusho, Japón**

Item	Descripción
Lugar	Yusho, Japón
Fecha	1968
Muertos	No determinado
Heridos	2.000
Efectos en el medio ambiente	No determinado
Causas	En 1968, se contaminó con PCB's el aceite de arroz de una fábrica de alimentos, lo que fue debido a la fuga de este compuesto tóxico, que se presentó en un intercambiador de calor.
Daños a la salud	Entre los síntomas inmediatos se reportaron: cloracné, cambios en la pigmentación de la piel, mareos, dolor y debilidad en las extremidades, malestares gastrointestinales y trastornos en la reproducción.

E) Accidente en Yu-Cheng, Taiwán**Tabla N° 4.1-19 Información accidente en Yu-Cheng, Taiwán**

Item	Descripción
Lugar	Yu-Cheng, Taiwán
Fecha	1968
Muertos	No determinado
Heridos	Más de 2.000
Efectos en el medio ambiente	No determinado
Causas	Aceite de arroz contaminado con PCB fue consumido por la población de Yu-Cheng
Daños a la salud	Producto de este accidente se observaron problemas tales como disminución de natalidad, problemas fetales, hiperpigmentación de la piel, hipersecreción de glándulas, erupción prematura de dientes y malformaciones en general. El 25 % de los niños nacidos de madres infectadas murieron antes de los 4 años. Los sobrevivientes presentaron problemas de otitis crónica, bronquitis y malformaciones. En los adultos sobrevivientes se observó problemas de cloracné, alergias a la piel y constantes dolores de cabeza.

F) Incidente en Nueva Plymouth, Nueva Zelanda**Tabla N° 4.1-20 Información incidente Nueva Plymouth, Nueva Zelanda**

Item	Descripción
Lugar	Nueva Plymouth, Nueva Zelanda
Fecha	1975 a 1979
Muertos	No se han reportado muertes
Heridos	No hubo efectos inmediatos identificados
Efectos en el medio ambiente	Contaminación del aire, tierra y agua
Causas	Entre 1975 a 1979 la empresa Dow Agrosiences Ltd., productora de 2,4,5-T, incineró 6 kg de dioxinas con sus residuos líquidos en áreas urbanas
Daños a la salud	No se han reconocido o cuantificado los efectos en la salud de la comunidad y los trabajadores que estaban en el área. Sin embargo, algunos residentes antiguos del área han mencionado de cánceres múltiples en la familia, afecciones cutáneas entre otros problemas

G) Incidente en Santo André, Brasil**Tabla N° 4.1-21 Información incidente en Brasil**

Item	Descripción
Lugar	Santo André, Brasil
Fecha	Marzo de 1998
Muertos	No se han reportado muertes
Heridos	No hubo efectos inmediatos identificados
Efectos en el medio ambiente	No determinado
Causas	La empresa multinacional belga Solvay , productora de PVC, polietileno, cloro entre otros, tiene más de un millón de toneladas de cal contaminada con dioxinas en sus instalaciones de Santo André, en la zona de las afueras de Sao Paulo. La cal contaminada se utilizó para fabricar píldoras de pulpa de cítricos, que se exportaron a Alemania y otros países europeos para su uso como alimento para ganado, contaminando la leche producida en el estado alemán Baden-Wurttemberg
Daños a la salud	No determinado

H) Incidente en Neratovice, República Checa**Tabla N° 4.1-22 Información incidente en República Checa**

Item	Descripción
Lugar	Neratovice, República Checa
Fecha	1996 a 1968
Muertos	No se han reportado muertes
Heridos	No hubo efectos inmediatos identificados
Efectos en el medio ambiente	Existe una gran contaminación del agua, suelo y aire. La concentración de dioxinas en el aire que rodea al complejo es de 51,9 pg/m ³
Causas	Lugar abandonado de producción de 2,4,5-T, para la producción de Agente Naranja
Daños a la salud	La producción de 2,4,5-T se detuvo porque unos 80 empleados checos sufrieron varios efectos a la salud. Además existe un número desconocido de afectados búlgaros y angoleños

4.1.2.5 Principales centros y/o empresas de análisis de dioxinas a nivel internacional

El objetivo de este subcapítulo es presentar el resultado de la búsqueda de Centros de Investigación y Laboratorios de Análisis de dioxinas y furanos en el mundo. Esta búsqueda fue realizada utilizando las siguientes herramientas:

- Correo electrónico
- Internet
- Llamadas telefónicas
- Análisis de literatura

Como resultado de la búsqueda, se generó una importante base de datos con más de 70 centros y laboratorios, cuyo detalle se presenta en el Anexo D. A continuación se presenta la Tabla N° 4.1-23 con el resumen de la información recopilada:

Tabla N° 4.1-23 Resumen de centros y laboratorios de dioxinas y furanos

País	Centros de Investigación	Laboratorios de Análisis	Ambos servicios	Total
Alemania	6	15	1	22
Australia	1	0	0	1
Austria	1	1	0	2
Bélgica	3	0	1	4
Brasil	1	1	0	2
Canadá	2	5	0	7
Rep. Eslovaca	0	0	1	1
Dinamarca	1	1	0	2
Estados Unidos	2	0	0	2
España	1	1	1	3
Finlandia	0	1	1	2
Francia	1	1	1	3
Hungría	1	0	0	1
Italia	0	2	1	3
Japón	2	0	0	2
Noruega	0	1	0	1
Países Bajos	2	3	1	6
Portugal	0	1	0	1
Reino Unido	2	3	1	6
Suecia	2	2	0	4
Suiza	1	0	0	1
Uruguay	1	0	0	1
Total	30	38	9	77

Las principales conclusiones de este trabajo fueron las siguientes:

- Adicionalmente a los centros y laboratorios identificados, existen diversas organizaciones internacionales relacionados al tema de las dioxinas y furanos, tales como:
 - GEF (Global Environment Facility, p.e UNEP-POP)
 - WHO (Organización Mundial para la Salud)
 - CCAAN (Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte)
 - Greenpeace International
 - WWF (Fondo Mundial para la Naturaleza)
- Existen muchos centros a nivel mundial que realizan investigación y análisis de dioxinas y furanos. Más aún, existen centros de investigación que se han especializado en líneas de trabajo; por ejemplo “mecanismos termoquímicos de formación de dioxinas”, “efectos sobre las salud”, “impactos ambientales al agua, suelo y aire”, “desarrollo de nuevas metodologías para la medición de dioxinas”, etc.
- Muchos de los centros y laboratorios identificados trabajan en temas relacionados a los efectos de las dioxinas en alimentos.
- Más del 80% de los centros y laboratorios identificados corresponden a Europa.

Respecto a los costos asociados a los análisis de dioxinas y furanos, se realizó una búsqueda para obtener valores referenciales. Se enviaron solicitud de cotizaciones a 27 centros, de los cuales 7 laboratorios realizaron la cotización respectiva.

A continuación se presenta la Tabla N° 4.1-24 con un resumen de las cotizaciones:

Tabla N° 4.1-24 Resumen de cotizaciones de análisis de dioxinas y furanos

País	Costo análisis de 1 muestra considerando sólo análisis (M\$)	Costo análisis de 1 muestra considerando muestreo en Chile, preparación de muestra y análisis (M\$)
Alemania	420-560	12.700-16.900
Austria	460-610	N/C
Bélgica	630-850	N/C
Italia	420-680	8.500-12.000
Reino Unido	610-700	N/C

N/C: No cotizado

Los precios dependen del tipo de muestra (sólido, líquido o gaseoso) y de la cantidad de muestras

4.1.2.6 Descripción de la normativa internacional que aborda la temática de las fuentes de liberación (Unidad de Desarrollo Tecnológico de la Universidad de Concepción, 2003)

A) Estados Unidos de Norteamérica

La Agencia de Protección Ambiental (EPA) de los EE.UU. ha buscado el control y manejo de las dioxinas en sus áreas programáticas principales; de manera colectiva, estas acciones ejercen estrictos controles reglamentarios en los sectores industriales bien definidos que son fuentes de dioxinas. La EPA también está en proceso de completar una revaloración integral de los riesgos de dioxinas, incluidas las fuentes de éstas, su destino y transporte; los niveles de exposición humana, y sus efectos tóxicos en humanos y animales.

Con base en esta comprensión científica incipiente, la EPA tiene la intención de revisar sus esfuerzos para controlar las dioxinas con el objeto de determinar si de manera colectiva se abordan adecuadamente los riesgos potenciales de las dioxinas para los humanos, o si es necesario, redirigir esfuerzos o emprender actividades adicionales. Las dioxinas también han sido objeto de preocupación de los programas de salud alimentaria del Departamento de Agricultura de

Estados Unidos, la Food and Drug Administration, del Departamento de Salud y Servicios Humanos de Estados Unidos. Las actividades recientes incluyen la expansión de los esfuerzos para monitorear las dioxinas en los víveres y en alimentos para animales, así como acciones específicas para eliminar el uso de arcillas grasas, que tiene lugar de manera fortuita, como aditivo en el alimento para animales.

• Emisiones gaseosas

Las incineraciones de los residuos municipales y médicos han sido tradicionalmente las dos principales categorías industriales de emisiones de dioxinas al medio ambiente de Estados Unidos. Durante el decenio pasado, las emisiones de estas fuentes se redujeron sensiblemente como resultado de la acción federal y estatal. También hay disminuciones a raíz de los nuevos requerimientos reglamentarios más estrictos promulgados por la EPA conforme a la Ley de Aire Puro (CAA, Clean Air Act) y sus reformas. Esta ley exige a la EPA que fije límites de emisiones para las dioxinas y otros contaminantes atmosféricos peligrosos con base en “el máximo que se puede lograr con la tecnología de control”. Las regulaciones de la EPA promulgadas en 1995 para los incineradores de residuos municipales y la de los médicos en 1997 habrán de generar una reducción de más de 95% en las emisiones de dioxinas de esas dos categorías de fuente. Bajo la autoridad combinada de la CAA y la Ley de Conservación y Recuperación de Recursos (RCRA, Resource Conservation and Recovery Act), la EPA acaba de reglamentar las emisiones de dioxinas de las plantas que queman residuos peligrosos. Estas incluyen incineradores de residuos comerciales peligrosos, hornos cementeros que queman desechos peligrosos y ciertos hornos de agregados ligeros. Con la conclusión de estas normas, las emisiones de dioxinas de las principales categorías de combustión de residuos comerciales y municipales quedan sujetas a reglamentación directa.

• Emisiones líquidas

Las emisiones de dioxinas al agua se manejan mediante una combinación de herramientas basadas en el riesgo y la tecnología establecidas conforme a la Ley de Agua Limpia (CWA, Clean Water Act). Bajo la autoridad de la CWA, la EPA publicó en 1984 los criterios de calidad del agua para el 2,3,7,8-tetraclorodibenzo-p-dioxinas (TCDD). Los criterios para la calidad del agua sirvieron de orientación a la EPA para que los estados establecieran y aprobaran sus propias normas de calidad del agua. Estos estándares fijan un límite a la máxima concentración de contaminantes permitidas en las aguas superficiales

en cualquier lugar del estado y se aplican mediante limitaciones de descarga contenidas en los permisos nacionales del Sistema Nacional de Eliminación de Descargas Contaminantes (NPDES, National Pollutant Discharge Elimination System).

En 1993 la EPA propuso normas a la industria de la pulpa y el papel, incluida una directriz para los vertidos de dioxinas. Las directrices para las aguas residuales establecen límites a las concentraciones de éstas con base en la aplicación de la mejor tecnología de control disponible según lo define la CWA. Las directrices para los residuos de la pulpa y el papel se promulgaron en 1998 y reducirán las descargas de dioxinas de la industria en por lo menos 96 por ciento. Las plantas de papel y pulpa que usan procesos de blanqueado con cloro elemental fueron las que tuvieron las mayores descargas industriales conocidas de dioxinas al agua. Las directrices sobre aguas residuales basadas en la tecnología se ponen en práctica bajo el programa del NPDES junto con las normas estatales de calidad del agua basadas en la salud. Al amparo del NPDES cada instalación debe cumplir los más estrictos de estos requisitos de desempeño por separados que le corresponden.

Con objeto de mantener la calidad del agua potable pública, la EPA promulgó en 1992 una meta máxima de nivel de contaminantes (una meta de salud voluntaria no reglamentaria) de cero y un nivel máximo de contaminantes de $3 \cdot 10^{-8}$ mg/l para el TCDD conforme a la Ley de Agua Potable (SDWA, Safe Drinking Water Act).

Además de estas acciones reglamentarias directas conforme a la CWA y la SDWA, la EPA trabaja con los estados y el Cuerpo de Ingenieros del Ejército (Army Corps of Engineers) para manejar el dragado y la disposición de los sedimentos contaminados con dioxinas.

• Contaminación del suelo

La limpieza de suelo contaminado con dioxinas es una parte importante de las regulaciones de la EPA y los programas de acción correctiva de la RCRA. Hay docenas de sitios en todo el país en donde las dioxinas son una de las sustancias químicas de preocupación. Times Beach, Missouri, y Love Canal, Nueva York, son dos buenos ejemplos de sitios recuperados. Para evitar problemas futuros como éstos, la EPA ha formulado, bajo la autoridad que le confiere la RCRA, las Normas para Disposición e Identificación de Residuos Peligrosos. Estas normas identifican y limitan estrictamente las opciones de disposición de residuos que formalmente se consideran con dioxinas. Éstas también se pueden encontrar en bajas concentraciones en los

residuos aplicados al suelo como fertilizantes o para mejorar la tierra. Estos materiales incluyen lodo tanto del tratamiento de aguas residuales de las plantas de papel y pulpa como de las plantas públicas de tratamiento de residuos, y polvo de las actividades de las plantas cementeras.

Bajo la autoridad de la Ley de Control de Sustancias Tóxicas (TSCA, Toxic Substances Control Act), la EPA propuso normas para restringir el uso de lodo de papel y pulpa contaminada con dioxinas. La subsiguiente promulgación (1998) de las directrices para las aguas residuales de la pulpa y el papel debería reducir las concentraciones de dioxina en este lodo al grado de volver innecesaria la promulgación de la norma de la TSCA sobre el lodo. Mientras tanto, la industria del papel participa en un programa voluntario para limitar la concentración de dioxinas en el lodo de papel y pulpa aplicado en tierra. En el curso de 1999 la EPA propuso regulaciones que limitaban el contenido de dioxinas en el polvo de los hornos cementeros y el lodo de las plantas públicas de tratamiento de aguas negras cuando estos subproductos se usan como aditivos del suelo.

• Productos contaminados

Puede haber rastros de dioxinas en ciertos productos químicos industriales. Para controlar o eliminar el uso de tales sustancias químicas, se recurre a las autoridades jurídicas conforme a la Ley Federal sobre Insecticidas, Fungicidas y Rodenticidas (FIFRA, Federal Insecticide, Fungicide, and Rodenticide Act) y conforme a la TSCA. El registro del herbicida 2,4,5-T se canceló por las preocupaciones relacionadas con las dioxinas. De manera similar, la mayoría de los usos del pentaclorofenol para preservar la madera se ha eliminado, en parte por las dioxinas. El programa de sustancias tóxicas, mediante acuerdos voluntarios de la industria, ha restringido los niveles de dioxinas encontrados en la sustancia industrial cloranil (tetracloro-1-4-benzoquinona), usada para fabricar ciertos pigmentos y neumáticos. Asimismo, el Programa de Nuevas Sustancias del TSCA, en colaboración con la industria, ha logrado evitar la manufactura de cualquier sustancia nueva contaminada de modo significativo con dioxinas.

B) Canadá

En Canadá, la protección del medio ambiente es una responsabilidad compartida por todos los niveles de gobierno, así como la industria, los trabajadores organizados y los particulares. La Ley Canadiense de Protección Ambiental (CEPA, 1999) ofrece nuevos instrumentos para el manejo de las sustancias tóxicas. El desarrollo de dichas herramientas

se lleva a cabo mediante consultas con diversos sectores. Se pueden usar enfoques no regulatorios para instrumentar acciones tempranas.

En 1990 se declararon tóxicos las para-dibenzodioxinas policloradas y los dibenzofuranos policlorados (D/F) conforme a la CEPA. Ello dio pie al desarrollo de regulaciones para estas sustancias en los residuos líquidos descargados por las fábricas de papel y pulpa.

En 1992 se aprobaron las Regulaciones sobre los Furanos y las Dioxinas Cloradas en las Aguas Residuales de las Fábricas de Papel y Pulpa⁴. Además de establecer controles a los precursores de estas sustancias se aprobaron las Regulaciones sobre las Virutas de Madera y Desespumantes de las Fábricas de Papel y Pulpa⁴. Como resultado de la puesta en práctica de los reglamentos sobre la pulpa y el papel y las iniciativas regulatorias provinciales complementarias, las dioxinas y furanos emitidos al medio acuático se redujeron más de 99%, con lo que se logró la meta de su práctica eliminación (VE, virtual eliminación, la reducción última de la cantidad o concentración de la sustancia en la emisión por abajo del nivel de cuantificación) en este sector en 1997. Este logro se atribuyó a las normas estrictas requeridas (no mensurables) para las dioxinas y furanos que impulsaron a la industria a optar por una tecnología blanqueadora sin cloro elemental.

En 1995 el gobierno federal aprobó la Política de Manejo de Sustancias Tóxicas (TSMP, Toxic Substances Management Policy), uno de los principales elementos que destacan los requerimientos de la práctica eliminación de aquellas sustancias tóxicas que cumplen los criterios específicos de persistencia y bioacumulación y que resultan básicamente de la actividad humana. Como se describe en la TSMP: “El objetivo último de eliminar del medio ambiente una sustancia de ‘la ruta 1’ se establece al margen de factores socioeconómicos. Sin embargo, los planes de manejo tales como los objetivos y calendarios para lograr ese objetivo de largo plazo se basarán en el análisis de los riesgos para la salud humana y el medio ambiente, así como consideraciones sociales, económicas y técnicas”⁵.

En 1998 el Consejo de Ministros de Medio Ambiente de Canadá (CCME) aprobó una política complementaria para el manejo de las sustancias tóxicas que establece un enfoque integrado, cooperativo y concertado para el manejo de estas sustancias. Esta política también prescribe la práctica eliminación de las sustancias de la “ruta 1” como dioxinas y furanos⁶.

En 1999 el ministerio de Medio Ambiente de Canadá (Environment Canada, EC) publicó su primer informe nacional Inventario de Emisiones de dioxinas y furanos preparado por un equipo de tarea federal, provincial y territorial con la aportación y sugerencias de los interesados⁷. El citado informe se actualizó en febrero de 2001 y se revisará de manera periódica conforme surja nueva información. Durante el decenio pasado las emisiones atmosféricas se redujeron cerca de 60 por ciento gracias a la puesta en marcha de los lineamientos del CCME para incineradores y hornos de cemento que quemen residuos peligrosos y acciones voluntarias de otros sectores.

En el medio ambiente canadiense hay algunas fuentes potenciales de emisión de dioxinas y furanos, y hexaclorobenceno, pendientes de ser evaluadas e incorporadas en los inventarios nacionales. De particular importancia en este sentido son las emisiones asociadas con la combustión abierta de los residuos municipales en comunidades aisladas en las regiones del centro y el norte del país. Se realizan esfuerzos para evaluar estrategias dirigidas a cuantificar estas fuentes y otras emisiones dispersas en el medio ambiente de Canadá.

• Normas Nacionales de Canadá

En enero de 1998 el CCME firmó el Acuerdo de Armonización y el subacuerdo sobre las Normas Nacionales de Canadá. Entre las primeras sustancias prioritarias identificadas por los ministros estuvieron las dioxinas y furanos. Con base en el inventario de EC, el Comité de Desarrollo para las Normas de todo Canadá (CWS, Canada-Wide Standards) del CCME para las dioxinas y furanos identificó un conjunto de sectores prioritarios que daban cuenta de 80 por ciento de las emisiones totales a la atmósfera en 1998.

En junio de 2001 el CCME aprobó las CWS para dos sectores prioritarios de dioxinas y furanos: calderas que queman madera cargada de sal e incineración de residuos. Las CWS para las calderas costeras de papel y pulpa se aplican sólo en las fábricas costeras de Columbia Británica que queman combustible de madera salitrosa. La norma de incineración se aplica a los residuos sólidos municipales, desechos peligrosos, desechos médicos y plantas de sedimentos de aguas residuales.

En septiembre de 2001 el CCME aprobó en principio las CWS para la sinterización de acero y también acordó plantear las CWS propuestas para los hornos de arco eléctrico con miras a su decisión y firma en la reunión del otoño de 2002. La planta de sinterización en Canadá es la principal fuente puntual de emisiones atmosféricas de dioxinas

⁴ The Green LaneTM, Environment Canada (www.ec.gc.ca)

⁵ www.ec.gc.ca/toxics/toxic1_e.html

⁶ Canadian Council of Ministers of the Environment (<http://ccme.ca>)

⁷ http://www.ec.gc.ca/dioxin/download/dioxin_e.pdf

y furanos en el país: da cuenta de 4% de las emisiones nacionales a la atmósfera. Se ha establecido la norma para lograr una reducción de emisiones de por lo menos 90% de esta fuente en 2010 con base en los resultados de prueba de 1998. Los hornos de arco eléctrico para fabricar acero dan cuenta de 7% de las emisiones nacionales a la atmósfera. Se ha fijado una norma para reducir esas emisiones al menos 60% en 2010.

Otros sectores que emiten dioxinas y furanos serán revisados por el Comité de Desarrollo de Normas Nacionales Canadienses sobre Dioxinas y Furanos.

• Resultados

Los esfuerzos de Canadá para controlar las emisiones de dioxinas y furanos al medio ambiente están rindiendo frutos. El inventario nacional de fuentes indica que dichas emisiones han disminuido más de 60% desde 1990. En consecuencia, los niveles de compuestos tipo dioxinas mensurables en el suero y la leche materna bajaron cerca de la mitad de los años ochenta a los noventa. También se registra una tendencia a la baja de dioxinas y furanos en la red de monitoreo ambiental de Canadá.

C) Legislación asociada a dioxinas y PCB en la Unión Europea

• Incineración de residuos

Directiva 89/429/CEE del Consejo, de 21 de junio de 1989, relativa a la reducción de la contaminación atmosférica procedente de instalaciones existentes de incineración de residuos municipales.

Directiva 89/369/CEE del Consejo, de 8 de junio de 1989, relativa a la prevención de la contaminación atmosférica procedente de nuevas instalaciones de incineración de residuos municipales.

Directiva 94/67/CE del Consejo, de 16 de diciembre de 1994, relativa a la incineración de residuos peligrosos.

Directiva 2000/76/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 4 de diciembre de 2000, relativa a la incineración de residuos.

• Residuos

Directiva 75/442/CEE del Consejo, de 15 de julio de 1975, relativa a los residuos.

Directiva 91/689/CEE del Consejo, de 12 de diciembre de 1991, relativa a los residuos peligrosos.

Reglamento (CEE) n° 259/93 del Consejo, de 1 de febrero de 1993, relativo a la vigilancia y al control de los traslados de residuos en el interior, a la entrada y a la salida de la Comunidad Europea.

Directiva 1999/31/CE del Consejo, de 26 de abril de 1999, relativa al vertido de residuos.

Directiva 75/439/CEE del Consejo, de 16 de junio de 1975, relativa a la gestión de aceites usados.

Prevención y control integrados de la contaminación.

Directiva 96/61/CE del Consejo de 24 de septiembre de 1996 relativa a la prevención y al control integrados de la contaminación.

Decisión de la Comisión, de 17 de julio de 2000, relativa a la realización de un inventario europeo de emisiones contaminantes (EPER) con arreglo al artículo 15 de la Directiva 96/61/CE del Consejo.

• Aguas

Directiva 80/68/CEE del Consejo, de 17 de diciembre de 1979, relativa a la protección de las aguas subterráneas contra la contaminación causada por determinadas sustancias peligrosas.

Directiva 76/464/CEE del Consejo, de 4 de mayo de 1976, relativa a la contaminación causada por determinadas sustancias peligrosas vertidas en el medio acuático de la Comunidad.

Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas.

Restricciones a la comercialización y uso de productos químicos.

Directiva 85/467/CEE del Consejo, de 1 de octubre de 1985, que modifica por sexta vez (bifenilos policlorados/terfenilos policlorados) la Directiva 76/769/ CEE, relativa a la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados Miembros que limitan la comercialización y el uso de determinadas sustancias y preparados peligrosos.

Directiva 91/173/CEE del Consejo de 21 de marzo de 1991 por la que se modifica por novena vez la Directiva 76/769/CEE relativa a la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados Miembros que limitan la comercialización y el uso de determinadas sustancias y preparados peligrosos.

- **Otras normas sobre los PCB**

Directiva 76/403/CEE del Consejo, de 6 de abril de 1976, relativa a la gestión de los policlorobifenilos y policloroterfenilos (se prohíbe el uso de PCB en aplicaciones abiertas como tintas de impresión y adhesivos).

Directiva 96/59/CE del Consejo de 16 de septiembre de 1996 relativa a la eliminación de los policlorobifenilos y de los policloroterfenilos (PCB/PCT).

- **Riesgos de accidente grave**

Directiva 82/501/CEE del Consejo, de 24 de junio de 1982, relativa a los riesgos de accidentes graves en determinadas actividades industriales.

Directiva 96/82/CE del Consejo de 9 de diciembre de 1996 relativa al control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas.

- **Alimentación animal**

Directiva 1999/29/CE del Consejo, de 22 de abril de 1999, relativa a las sustancias y productos indeseables en la alimentación animal.

Reglamento (CE) n° 2439/1999 de la Comisión, de 17 de noviembre de 1999, sobre las condiciones de autorización de los aditivos pertenecientes al grupo de los «aglutinantes, antiaglomerantes y coagulantes» en la alimentación animal.

D) América Latina

La situación de América Latina aún se encuentra en las primeras etapas de evolución legal respecto a la reducción de emisiones de dioxinas y furanos. Existen pocas iniciativas u organizaciones interregional que se dediquen a velar con el cumplimiento de los

objetivos de la Convención de Estocolmo en la región. Una de estas iniciativas es la Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas para América Latina (RAP-AL), fundada en 1983, cuyos objetivos son:

- Realizar el diálogo entre el Estado y la Sociedad Civil para establecer mecanismos de coordinación para la implementación de la Convención de Estocolmo.
- Compartir los resultados de los diagnósticos nacionales sobre la situación de los COPs desde la perspectiva del Estado y la Sociedad Civil.
- Elaborar un plan de acción sub-regional para la implementación de la Convención de Estocolmo.

E) México

Las dioxinas y furanos (junto al Hexaclorobenceno, HCB) constituyen nuevos aspectos de la agenda ambiental de México. Conforme a la Resolución de Consejo 99-01 de la CCA, aprobada el 28 de junio de 1999, México acordó emprender actividades en cooperación con Canadá y Estados Unidos para desarrollar el Plan de Acción Regional de América del Norte (PARAN) sobre Dioxinas y Furanos, y Hexaclorobenceno. Además, México es signatario del Convenio de Estocolmo.

El Centro Nacional de Investigación y Capacitación Ambiental (Cenica) del INE ha preparado un inventario mexicano preliminar de dioxinas y furanos. México usó los factores de emisión de la EPA para calcular las emisiones en fuente en el citado inventario. Aún no cuenta con la capacidad de análisis de dichos compuestos. Las emisiones totales de México se calculan en 708 g EQT/año para 1995 y 556 g EQT/año para el año 2000. Las fuentes más importantes incluyen, en orden de magnitud, la quema de combustible agrícola, la incineración de basura en los patios, la quema de vertederos residenciales y los hornos cementeros. No hay inventario del HCB.

México está formulando la legislación relativa a las emisiones atmosféricas de dioxinas y furanos. Están en proceso de consulta pública dos reglamentos: uno sobre la incineración de residuos y otro sobre las emisiones de los hornos cementeros.

F) Sudamérica

La situación sudamericana, respecto a la liberación, es bastante precaria. En términos generales, no se tienen estudios profundos sobre las emisiones totales y la reglamentación relacionada (que primordialmente hace mención al uso de plaguicidas y químicos orgánicos persistentes utilizados en la industria), identifica a las dioxinas y furanos como una sustancia peligrosa de alta toxicidad pero no indicando un determinado control de emisión⁸.

Países como Bolivia, Colombia, Venezuela y Paraguay, no poseen (o no han publicado) aún estudios respecto al tema. En tanto, Perú, Brasil, Uruguay, Ecuador y Argentina poseen estudios afines de distinta índole y profundidad.

La escasa normativa legal relacionada al tema existente en la región, sólo se refiere al uso de pesticidas, fertilizantes y a las sustancias peligrosas, dentro de las cuales podría considerarse las dioxinas. Países como Perú, Ecuador, Brasil (específicamente el Estado de Bahía) y Chile establecen cierto control indirecto de emisiones de dioxinas y furanos mediante reglamentos relacionados a la incineración de residuos municipales y médicos⁹.

⁸ Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas para América Latina, RAP-AL (www.rap-al.org)

⁹ CONAMA (www.conama.cl)

4.2 INVENTARIO NACIONAL DE EMISIONES DE DIOXINAS Y FURANOS

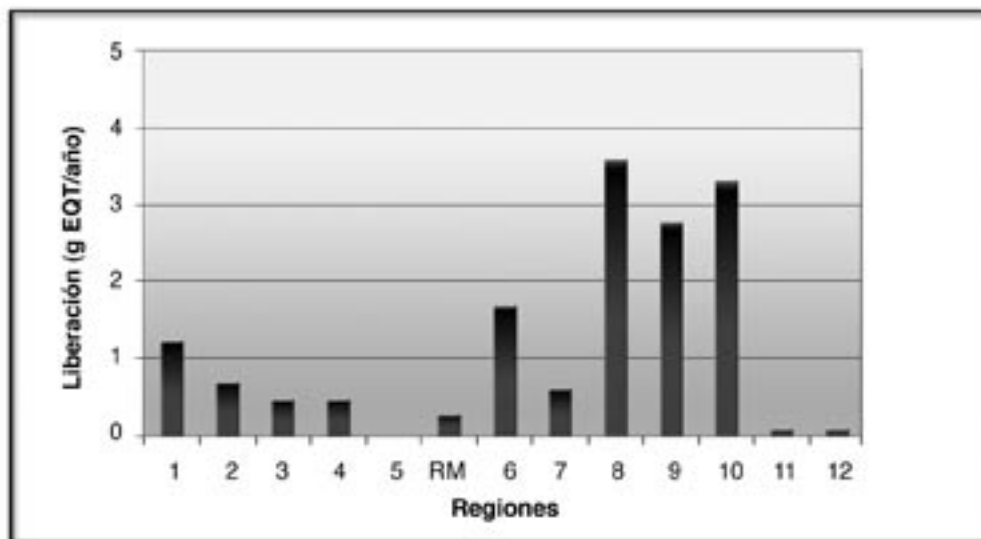
4.2.1 Estimación de las liberaciones en Chile

A continuación se presenta los resultados asociados a las liberaciones en Chile. El detalle del cálculo de liberaciones por categoría se presenta en el Anexo E.

A) Categoría N°1: Incineración de desechos

Tabla N° 4.2-1 Estimación de liberaciones en Categoría N° 1

Subcategorías	Liberaciones al aire (g EQT/año)	Liberaciones al agua (g EQT/año)	Liberaciones a la tierra (g EQT/año)	Liberaciones a productos (g EQT/año)	Liberaciones a residuos (g EQT/año)	Total (g EQT/año)
1.1 Incineración de desechos sólidos municipales	NI	NI	NI	NI	NI	NI
1.2 Incineración de desechos peligrosos	NI	NI	NI	NI	NI	NI
1.3 Incineración de desechos médicos	15,056	0,000	0,000	0,000	0,183	15,239
1.4 Incineración de desechos de desguace	NI	NI	NI	NI	NI	NI
1.5 Incineración de lodos de alcantarilla	NI	NI	NI	NI	NI	NI
1.6 Incineración de desechos de madera y biomasa	NI	NI	NI	NI	NI	NI
1.7 Incineración de cadáveres de animales	NI	NI	NI	NI	NI	NI
Total Categoría N°1	15,056	0,000	0,000	0,000	0,183	15,239

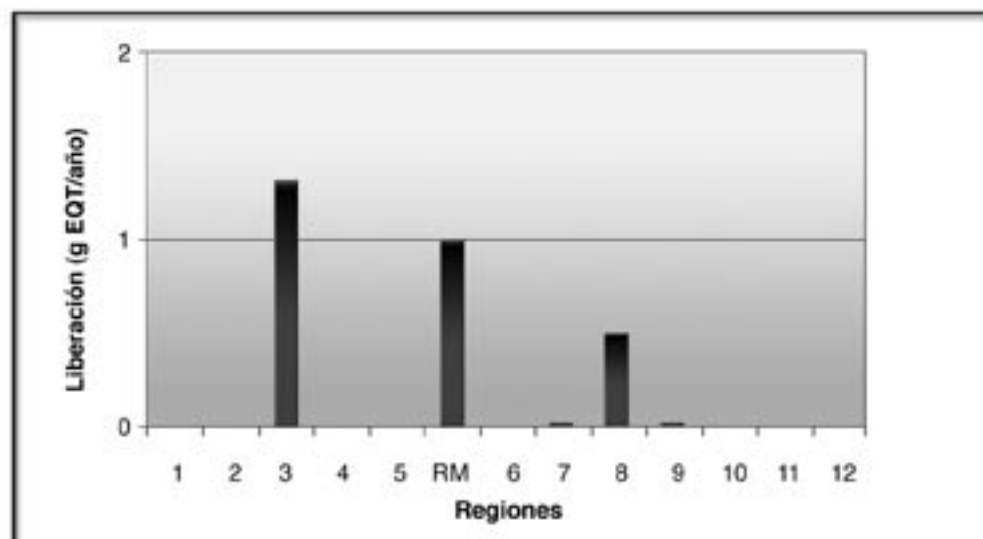
Gráfico N° 4.2-1 Estimación de liberaciones en Categoría N° 1 por región

Información relevante para la estimación de las liberaciones de la Categoría N° 1**Tabla N° 4.2-2 Información relevante asociada a la incineración de desechos médicos**

Fuentes de información	<ul style="list-style-type: none"> • Para la estimación de la generación de desechos médicos en el país se utilizó el documento “Antecedentes para la política nacional sobre la gestión integral de los residuos”, publicado por CONAMA el año 2000 • La tasa de incineración de desechos médicos fue obtenida a partir de información proporcionada por hospitales y Servicios de Salud del país
Descripción de la subcategoría en el país	<ul style="list-style-type: none"> • Para la incineración en hospitales, se utilizan sistemas básicos de combustión (principalmente), que no poseen ningún tipo de control • Las 3 empresas privadas de incineración del país, utilizan tecnología de doble cámara de combustión, y en sólo una de ellas, existe un sistema avanzado de tratamiento de gases
Estimación de la tasa de actividad	<ul style="list-style-type: none"> • La tasa incineración de residuos hospitalarios estimada en el país corresponde a 665 (ton/año)
Confiabilidad de los datos	<ul style="list-style-type: none"> • Se observó que la mayoría de los hospitales no cuentan con registros formales y actualizados de tasas de incineración de desechos médicos y composición de éstos. En estos casos la información fue “estimada” por los encargados de operación de dichos incineradores, por lo que cabe esperar que la información recopilada posea una incertidumbre importante
Cálculos	<ul style="list-style-type: none"> • Para la VIII y X Región, se obtuvo información parcial. Con la finalidad de obtener el valor de las fuentes restantes (hospitales) y completar el valor regional, se calculó una tasa de incineración per cápita nacional, con los datos recopilados. De esta forma, se estimó la cantidad incinerada de cada fuente sin información multiplicando la tasa per cápita nacional por la población cubierta en cada hospital (fuente) sin información. Ver Anexo B-1 • Del documento de CONAMA citado anteriormente, se obtuvo la tasa de generación de residuos médicos por Región. Para las regiones con información completa, se estimó una tasa de incineración promedio país respecto a lo generado. Ver Anexo B-1 • Para las regiones I,II,III y VI en las cuales las autoridades consultadas no pudieron generar la información solicitada, la cantidad incinerada fue estimada utilizando la tasa de incineración promedio país obtenida de las regiones con información completa (IV, RM,VII, IX, XI y XII), aplicándole el factor de emisión más alto, es decir, de la clasificación 1. Ver Anexo B-1 • Considerando las estimaciones anteriormente señaladas, se utilizó la ecuación propuesta en el “Instrumental” del PNUMA: $\text{Tasa de actividad} \times \text{factor de emisión} = \text{Liberación}$ • El cálculo de liberaciones en esta subcategoría se presenta en el Anexo E-1
Observaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Debido a que la tasa de incineración estimada a nivel nacional presenta una incertidumbre importante, cabe esperar que el valor obtenido de liberaciones en esta subcategoría pueda sufrir variaciones importantes en futuros estudios

B) Categoría N°2: Producción de metales ferrosos y no ferrosos**Tabla N° 4.2-3 Estimación de liberaciones en Categoría N° 2**

Subcategorías	Liberaciones al aire (g EQT/año)	Liberaciones al agua (g EQT/año)	Liberaciones a la tierra (g EQT/año)	Liberaciones a productos (g EQT/año)	Liberaciones a residuos (g EQT/año)	Total (g EQT/año)
2.1 Sinterización de mineral hierro	1,304	0,000	0,000	0,000	0,013	1,317
2.2 Producción de coque	0,135	0,027	0,000	0,000	0,000	0,162
2.3 Plantas de producción de hierro y acero	0,047	0,000	0,000	0,000	0,547	0,594
2.4 Producción de cobre	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2.5 Producción de aluminio	0,197	0,000	0,000	0,000	0,525	0,722
2.6 Producción de plomo	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,014
2.7 Producción de zinc	NI	NI	NI	NI	NI	NI
2.8 Producción de bronce	0,019	0,000	0,000	0,000	0,000	0,019
2.9 Producción de magnesio	NI	NI	NI	NI	NI	NI
2.10 Producción de otros metales no ferrosos	NI	NI	NI	NI	NI	NI
2.11 Desguazadoras	NI	NI	NI	NI	NI	NI
2.12 Recuperación térmica de cables	NI	NI	NI	NI	NI	NI
Total Categoría N°2	1,716	0,027	0,000	0,000	1,085	2,828

Gráfico N° 4.2-2 Estimación de liberaciones en Categoría N° 2 por región

Información relevante para la estimación de las liberaciones de la Categoría N° 2**Tabla N° 4.2-4 Información relevante asociada a la sinterización de hierro**

Fuentes de información	<ul style="list-style-type: none"> • Información base obtenida sitio web www.cap.cl • No se identificaron otras plantas de sinterización en otras regiones
Descripción de la subcategoría en el país	<ul style="list-style-type: none"> • Se identificó una planta en esta subcategoría, que corresponde a la planta de Pellets de Huasco (III Región), la cual posee una “alta tecnología con sistema de reducción de gases” (clasificación 3, listado de factores de emisión)
Estimación de la tasa de actividad	<ul style="list-style-type: none"> • La producción corresponde a 4.348.000 (ton/año)
Confiabilidad de los datos	<ul style="list-style-type: none"> • Dato confiable, pues proviene directo de la fuente
Cálculos	<ul style="list-style-type: none"> • Los datos se utilizaron directamente en la ecuación propuesta en el “Instrumental” del PNUMA: Tasa de actividad*factor de emisión= Liberación • El cálculo de liberaciones en esta subcategoría se presenta en el Anexo E-2

Tabla N° 4.2-5 Información relevante asociada a la producción de coque

Fuentes de información	<ul style="list-style-type: none"> • Información base obtenida a través de encuesta enviada a la Compañía Siderúrgica Huachipato S.A. • No se identificaron otras plantas de producción de coque en otras regiones
Descripción de la subcategoría en el país	<ul style="list-style-type: none"> • Se identificó una planta en esta subcategoría, que corresponde a la Compañía Siderúrgica Huachipato S.A (VIII Región). Esta planta posee un “control de la contaminación atmosférica” (clasificación 2, listado de factores de emisión)
Estimación de la tasa de actividad	<ul style="list-style-type: none"> • La estimación corresponde a 448.800 (ton/año)
Confiabilidad de los datos	<ul style="list-style-type: none"> • Datos confiables, pues provienen directo de la fuente
Cálculos	<ul style="list-style-type: none"> • Los datos se utilizaron directamente en la ecuación propuesta en el “Instrumental” del PNUMA: Tasa de actividad*factor de emisión= Liberación • El cálculo de liberaciones en esta subcategoría se presenta en el Anexo E-2

Tabla N° 4.2-6 Información relevante asociada a la producción de hierro y acero

Fuentes de información	<ul style="list-style-type: none"> • Información base obtenida a través de encuestas respondidas por las siguientes empresas: Compañía Siderúrgica Huachipato S.A, Fundición Talleres-Codelco, Soc. Ind. Metalam, Fundición Imperial, Fundición Inductometal y Asimet
Descripción de la subcategoría en el país	<ul style="list-style-type: none"> • Esta actividad se concentra en la Región Metropolitana y VIII. La mayoría de las fundiciones de hierro y acero del país utilizan hornos de inducción y hornos de arco eléctrico (clasificación 4, listado de factores de emisión)
Estimación de la tasa de actividad	<ul style="list-style-type: none"> • La estimación corresponde a 1.385.645 (ton/año)
Confiabilidad de los datos	<ul style="list-style-type: none"> • Los datos recopilados son confiables, pues provienen de las fuentes. No obstante, es probable que existan pequeñas fundiciones no identificadas
Cálculos	<ul style="list-style-type: none"> • Los datos se utilizaron directamente en la ecuación propuesta en el "Instrumental" del PNUMA: Tasa de actividad*factor de emisión= Liberación • El cálculo de liberaciones en esta subcategoría se presenta en el Anexo E-2

Tabla N° 4.2-7 Información relevante asociada a la producción de cobre

Fuentes de información	<ul style="list-style-type: none"> • Información base obtenida a través de la Comisión Chilena del Cobre (COCHILCO)
Descripción de la subcategoría en el país	<ul style="list-style-type: none"> • En el país sólo existen fundiciones de concentrado de cobre primario
Estimación de la tasa de actividad	<ul style="list-style-type: none"> • La estimación corresponde a 1.429.000 (ton/año)
Confiabilidad de los datos	<ul style="list-style-type: none"> • Los datos recopilados son confiables, pues provienen de las fuentes
Cálculos	<ul style="list-style-type: none"> • Los datos se utilizaron directamente en la ecuación propuesta en el "Instrumental" del PNUMA: Tasa de actividad*factor de emisión= Liberación
Observaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Considerando que en Chile la materia prima utilizada en las fundiciones corresponde a un 100% de concentrado de cobre, se considera como factor de emisión "cero", hasta no poseer datos de mediciones realizadas en el país, o bien, en fundiciones de similares características

Tabla N° 4.2-8 Información relevante asociada a la producción de aluminio

Fuentes de información	<ul style="list-style-type: none"> • Información base obtenida a través de encuestas respondidas por las siguientes empresas y/o instituciones: Fundición Imperial, Fundición Inductometal, Coinfa, Asimet
Descripción de la subcategoría en el país	<ul style="list-style-type: none"> • Esta actividad se concentra en las Regiones Metropolitana y VIII. Las fundiciones secundarias de aluminio utilizan, en su mayoría, filtros de tela en sus sistemas de tratamiento de gases (clasificación 1, listado de factores de emisión)
Estimación de la tasa de actividad	<ul style="list-style-type: none"> • La estimación corresponde a 1.312 (ton/año)
Confiabilidad de los datos	<ul style="list-style-type: none"> • Los datos recopilados son confiables, pues provienen de las propias fuentes
Cálculos	<ul style="list-style-type: none"> • Los datos se utilizaron directamente en la ecuación propuesta en el "Instrumental" del PNUMA: Tasa de actividad*factor de emisión= Liberación • El cálculo de liberaciones en esta subcategoría se presenta en el Anexo E-2
Observaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Es probable que existan pequeñas fundiciones no identificadas, pero que no afectarán de manera significativa los valores estimados

Tabla N° 4.2-9 Información relevante asociada a la producción de plomo

Fuentes de información	<ul style="list-style-type: none"> • Información base obtenida a través de Asimet
Descripción de la subcategoría en el país	<ul style="list-style-type: none"> • Según la información recopilada, esta actividad se concentra en la Región Metropolitana. Las fundiciones secundarias de plomo utilizan, en su mayoría, filtros de tela en sus sistemas de tratamiento de gases (clasificación 2, listado de factores de emisión)
Estimación de la tasa de actividad	<ul style="list-style-type: none"> • La estimación corresponde a 1.800 (ton/año)
Confiabilidad de los datos	<ul style="list-style-type: none"> • Los datos recopilados son confiables, pues provienen de las propias fuentes.
Cálculos	<ul style="list-style-type: none"> • Los datos se utilizaron directamente en la ecuación propuesta en el "Instrumental" del PNUMA: Tasa de actividad*factor de emisión= Liberación • El cálculo de liberaciones en esta subcategoría se presenta en el Anexo E-2
Observaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Es probable que existan pequeñas fundiciones no identificadas, pero que no afectarán de manera significativa los valores estimados

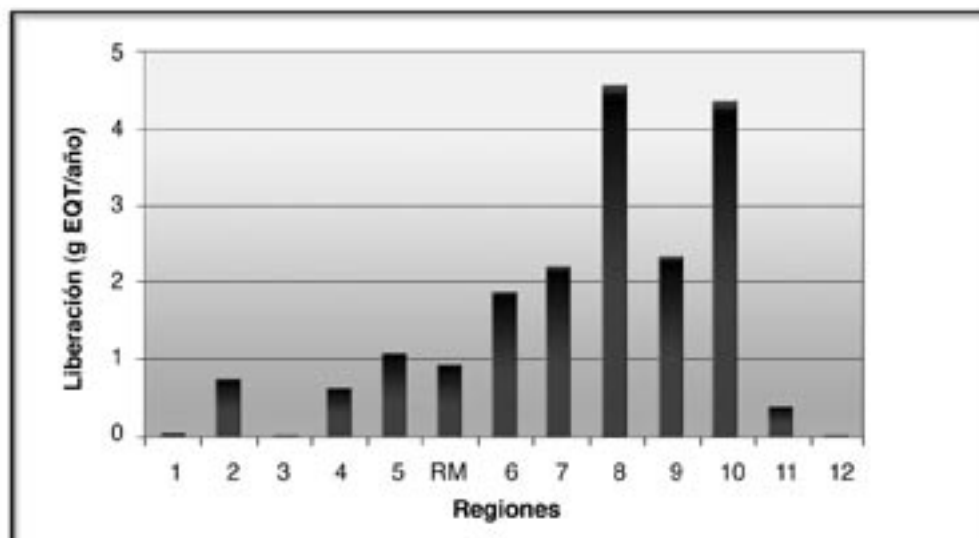
Tabla N° 4.2-10 Información relevante asociada a la producción de bronce

Fuentes de información	<ul style="list-style-type: none"> • Información base obtenida a través de encuestas respondidas por las siguientes empresas y/o instituciones: Fundición Imperial, Fundición Inductometal, Asimet
Descripción de la subcategoría en el país	<ul style="list-style-type: none"> • Esta actividad se concentra principalmente en la Región Metropolitana. Las fundiciones de bronce utilizan, en su mayoría, hornos de inducción con filtro de tela para el tratamiento de gases (clasificación 2, listado de factores de emisión)
Estimación de la tasa de actividad	<ul style="list-style-type: none"> • La estimación corresponde a 19.852 (ton/año)
Confiabilidad de los datos	<ul style="list-style-type: none"> • Los datos recopilados son confiables, pues provienen de las propias fuentes
Cálculos	<ul style="list-style-type: none"> • Los datos se utilizaron directamente en la ecuación propuesta en el "Instrumental" del PNUMA: Tasa de actividad*factor de emisión= Liberación • El cálculo de liberaciones en esta subcategoría se presenta en el Anexo E-2
Observaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Es probable que existan pequeñas fundiciones no identificadas, pero que no afectarán de manera significativa los valores estimados

C) Categoría N° 3: Generación de calefacción y energía**Tabla N° 4.2-11 Estimación de liberaciones en Categoría N° 3**

Subcategorías	Liberaciones al aire (g EQT/año)	Liberaciones al agua (g EQT/año)	Liberaciones a la tierra (g EQT/año)	Liberaciones a productos (g EQT/año)	Liberaciones a residuos (g EQT/año)	Total (g EQT/año)
3.1 Centrales de energía de combustibles fósiles	0,500	0,000	0,000	0,000	0,662	1,162
3.2 Centrales de energía de biomasa	3,420	0,000	0,000	0,000	1,026	4,446
3.3 Combustión de terraplén / biogas	NI	NI	NI	NI	NI	NI
3.4 Calefacción doméstica y cocina con biomasa	11,208	0,000	0,000	0,000	2,242	13,450
3.5 Calefacción doméstica con combustibles fósiles	0,112	0,000	0,000	0,000	0,000	0,112
Total Categoría N°3	15,240	0,000	0,000	0,000	3,930	19,170

* Las centrales de energía incluyen la producción de vapor, electricidad y calefacción a nivel industrial.

Gráfico N° 4.2-3 Estimación de liberaciones en Categoría N° 3 por región

Información relevante para la estimación de las liberaciones de la Categoría Nº 3**Tabla Nº 4.2-12 Información relevante asociada a las centrales de energía de combustibles fósiles**

Fuentes de información	<ul style="list-style-type: none"> • Información base obtenida a través de la Comisión Nacional de Energía (carbón), SEC (gas natural y petróleo combustible) • También se obtuvo información del balance 2002 de ENAP y de la CNE. Al comparar los valores, se observó similitud entre ellos. Como base de datos, se utilizó la información de la SEC
Descripción de la subcategoría en el país	<ul style="list-style-type: none"> • Esta actividad se realiza a lo largo de todo el país. Sin embargo se concentra en la II Región • Para efectos de la estimación de liberaciones, el “Instrumental” del PNUMA entrega un único factor de emisión para cada combustible
Estimación de la tasa de actividad	<ul style="list-style-type: none"> • La estimación corresponde a 95.435 (TJ/año)
Confiabilidad de los datos	<ul style="list-style-type: none"> • Para el consumo de petróleo combustible y gas natural, los datos recopilados son confiables, pues existen registros de ventas de estos productos. Sin embargo, respecto al consumo de carbón cabe esperar que exista un grado de incertidumbre, debido a que la CNE obtiene la información a través de encuestas y proyecciones, resultando difícil cuantificar en forma exacta el consumo nacional
Cálculos	<ul style="list-style-type: none"> • La información fue entregada en m³/año y Ton/año, y fue convertida a TJ/año para la aplicación del factor. Para esto se utilizó como poder calorífico para el petróleo combustible 10.500 (kCal/Kg), para carbón 7.000 (kCal/kg) y gas natural 9.341 (kCal/m³) • Posteriormente, los datos se utilizaron directamente en la ecuación propuesta en el “Instrumental” del PNUMA: Tasa de actividad*factor de emisión= Liberación • El cálculo de liberaciones en esta subcategoría se presenta en el Anexo E-3
Observaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Es probable que existan pequeñas centrales de energía no identificadas por la CNE, pero que no afectarán de manera significativa los valores estimados

Tabla N° 4.2-13 Información relevante asociada a las centrales de energía de biomasa

Fuentes de información	<ul style="list-style-type: none"> • Los datos relacionados a la distribución por regiones, se obtuvo a través del INFOR. El consumo país fue obtenido a través del balance 2002 de la CNE
Descripción de la subcategoría en el país	<ul style="list-style-type: none"> • Esta actividad se realiza principalmente entre la IV y IX Región, concentrándose en las Regiones VIII y X • Respecto a las características del combustible, se utiliza madera limpia
Estimación de la tasa de actividad	<ul style="list-style-type: none"> • La estimación corresponde a 68.405 (TJ/año)
Confiabilidad de los datos	<ul style="list-style-type: none"> • Aún cuando los datos recopilados provienen de fuentes oficiales, cabe esperar que presenten ciertos niveles de incertidumbre, debido a que la CNE obtiene la información a través de encuestas y proyecciones, resultando difícil cuantificar en forma exacta el consumo nacional
Cálculos	<ul style="list-style-type: none"> • La información fue entregada en Ton/año y fue convertida a TJ/año para la aplicación del factor, utilizando como poder calorífico de la leña 3.500 (kCal/kg) • Posteriormente, los datos se utilizaron directamente en la ecuación propuesta en el "Instrumental" del PNUMA: Tasa de actividad*factor de emisión= Liberación • El cálculo de liberaciones en esta subcategoría se presenta en el Anexo E-3
Observaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Es probable que existan pequeñas centrales de energía no identificadas por la CNE, pero que no afectarán de manera significativa los valores estimados

Tabla N° 4.2-14 Información relevante asociada a la calefacción doméstica y cocina con biomasa

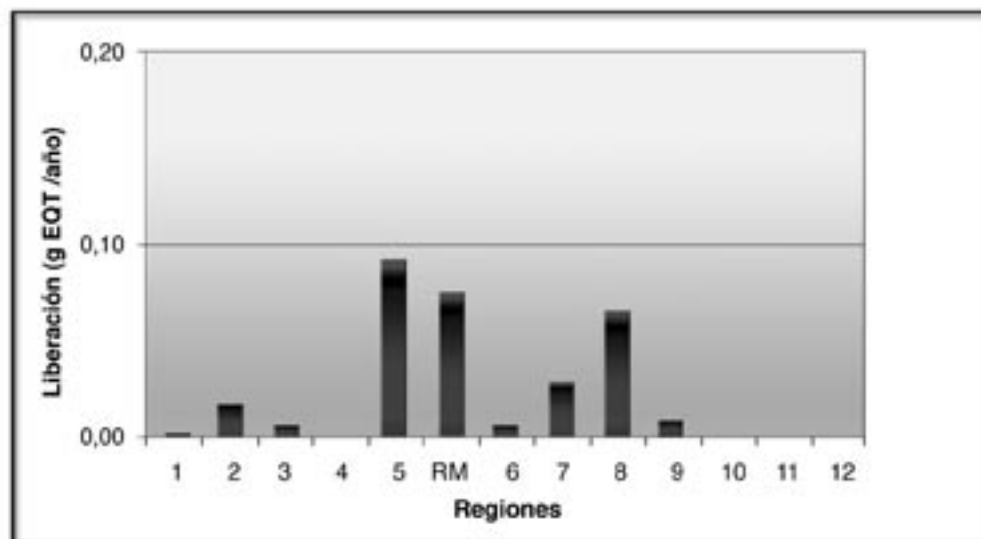
Fuentes de información	<ul style="list-style-type: none"> • Los datos relacionados a la distribución por regiones, se obtuvo a través del INFOR. El consumo país fue obtenido a través del balance 2002 de la CNE
Descripción de la subcategoría en el país	<ul style="list-style-type: none"> • Esta actividad se realiza principalmente entre la IV y IX Región, concentrándose entre las Regiones VII y X • Respecto a las características del combustible, se utiliza madera limpia
Estimación de la tasa de actividad	<ul style="list-style-type: none"> • La estimación corresponde a 112.083 (TJ/año)
Confiabilidad de los datos	<ul style="list-style-type: none"> • Aún cuando los datos recopilados provienen de fuentes oficiales, cabe esperar que presenten ciertos niveles de incertidumbre, debido a que la CNE obtiene la información a través de encuestas y proyecciones, resultando difícil cuantificar en forma exacta el consumo nacional
Cálculos	<ul style="list-style-type: none"> • La información fue entregada en Ton/año y fue convertida a TJ/año para la aplicación del factor, utilizando como poder calorífico de la leña 3.500 (kCal/kg) • Posteriormente, los datos se utilizaron directamente en la ecuación propuesta en el "Instrumental" del PNUMA: Tasa de actividad*factor de emisión= Liberación • El cálculo de liberaciones en esta subcategoría se presenta en el Anexo E-3
Observaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Ante la incertidumbre en la estimación de la tasa de actividad a nivel nacional, cabe esperar que las liberaciones estimadas en esta subcategoría puedan sufrir variaciones importantes en futuros estudios

Tabla N° 4.2-15 Información relevante asociada a la calefacción doméstica con combustibles fósiles

Fuentes de información	<ul style="list-style-type: none"> • La información base (kerosene y gas natural) fue obtenida a través de la SEC • También se obtuvo información del balance 2002 de ENAP y de la CNE. Al comparar los valores, se observó similitud entre ellos. Como base de datos, se utilizó la información de la SEC
Descripción de la subcategoría en el país	<ul style="list-style-type: none"> • Esta actividad se realiza a lo largo de todo el país, destacando la Región Metropolitana • Los principales combustibles utilizados a nivel residencial, son kerosene y gas natural
Estimación de la tasa de actividad	<ul style="list-style-type: none"> • La estimación corresponde a 24.705 (TJ/año)
Confiabilidad de los datos	<ul style="list-style-type: none"> • Los datos recopilados son confiables, pues existen registros de ventas de estos productos
Cálculos	<ul style="list-style-type: none"> • La información fue entregada en m³/año y fue convertida a TJ/año para la aplicación del factor. Para esto se utilizó como poder calorífico del kerosene 11.100 (kcal/Kg) y para el gas natural 9.341 (kcal/m³) • Posteriormente, los datos se utilizaron directamente en la ecuación propuesta en el "Instrumental" del PNUMA: Tasa de actividad*factor de emisión= Liberación • El cálculo de liberaciones en esta subcategoría se presenta en el Anexo E-3

D) Categoría N°4: Producción de productos minerales**Tabla N° 4.2-16 Estimación de liberaciones en Categoría N° 4**

Subcategorías	Liberaciones al aire (g EQT/año)	Liberaciones al agua (g EQT/año)	Liberaciones a la tierra (g EQT/año)	Liberaciones a productos (g EQT/año)	Liberaciones a residuos (g EQT/año)	Total (g EQT/año)
4.1 Producción de cemento	0,160	0,000	0,000	0,000	0,010	0,170
4.2 Producción de cal	0,064	0,000	0,000	0,000	0,000	0,064
4.3 Producción de ladrillos	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006
4.4 Producción de vidrio	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006
4.5 Producción de cerámica	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004
4.6 Mezclado del asfalto	0,042	0,000	0,000	0,000	0,000	0,042
Total Categoría N°4	0,282	0,000	0,000	0,000	0,010	0,292

Gráfico N° 4.2-4 Estimación de liberaciones en Categoría N° 4 por región

Información relevante para la estimación de las liberaciones de la Categoría N° 4**Tabla N° 4.2-17 Información relevante asociada a la producción de cemento**

Fuentes de información	<ul style="list-style-type: none"> La información base fue obtenida a través de encuestas respondidas por las empresas Cementos Bío Bío, Cemento Melón y Cemento Polpaico
Descripción de la subcategoría en el país	<ul style="list-style-type: none"> De acuerdo a los datos recopilados, esta actividad se realiza en la II, V, VII y VIII Región. En todas las industrias se utiliza tecnología de “horno seco”
Estimación de la tasa de actividad	<ul style="list-style-type: none"> La estimación corresponde a 3.214.738 (Ton/año)
Confiabilidad de los datos	<ul style="list-style-type: none"> Los datos recopilados son confiables, pues provienen de las fuentes
Cálculos	<ul style="list-style-type: none"> Los datos se utilizaron directamente en la ecuación propuesta en el “Instrumental” del PNUMA: Tasa de actividad*factor de emisión= Liberación El cálculo de liberaciones en esta subcategoría se presenta en el Anexo E-4

Tabla N° 4.2-18 Información relevante asociada a la producción de cal

Fuentes de información	<ul style="list-style-type: none"> La información base fue obtenida a través de encuestas respondidas por las empresas: Cementos Bío Bío (Inacesa), Soprocal, CMPC Celulosa y Celulosa Arauco y Constitución
Descripción de la subcategoría en el país	<ul style="list-style-type: none"> De acuerdo a los datos recopilados, esta actividad se realiza en la II, III, RM, VI, VII y VIII Región En todas las industrias se utiliza tecnología con sistema de “retención de polvo”
Estimación de la tasa de actividad	<ul style="list-style-type: none"> La estimación corresponde a 920.043 (Ton/año)
Confiabilidad de los datos	<ul style="list-style-type: none"> Los datos recopilados son confiables, pues provienen de las fuentes
Cálculos	<ul style="list-style-type: none"> Los datos se utilizaron directamente en la ecuación propuesta en el “Instrumental” del PNUMA: Tasa de actividad*factor de emisión= Liberación El cálculo de liberaciones en esta subcategoría se presenta en el Anexo E-4

Tabla N° 4.2-19 Información relevante asociada a la producción de ladrillos

Fuentes de información	<ul style="list-style-type: none"> • La información base se obtuvo a través de encuestas respondidas por empresas y datos de internet • No obstante lo anterior, la gran mayoría de las empresas encuestadas, no respondieron • De acuerdo a lo informado por el INE, respecto a valores de producción nacional de ladrillos, la información disponible corresponde a sólo un tipo de ladrillos (soportantes)
Descripción de la subcategoría en el país	<ul style="list-style-type: none"> • De acuerdo a los datos recopilados, esta actividad se realiza, principalmente, en la RM • Las principales industrias del país, utilizan en su proceso, sistemas de “retención de polvo”
Estimación de la tasa de actividad	<ul style="list-style-type: none"> • La estimación corresponde a 192.960 (Ton/año)
Confiabilidad de los datos	<ul style="list-style-type: none"> • El valor entregado posee cierto grado de incertidumbre debido a que algunas empresas no entregaron información, además que existen pequeñas empresas de carácter artesanal no cuantificadas. Sin embargo, la producción nacional se encuentra en el orden de magnitud correcto
Cálculos	<ul style="list-style-type: none"> • Los datos se utilizaron directamente en la ecuación propuesta en el “Instrumental” del PNUMA: Tasa de actividad*factor de emisión= Liberación • El cálculo de liberaciones en esta subcategoría se presenta en el Anexo E-4
Observaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Existen algunas pequeñas productoras ladrillos, pero que no afectarán de manera significativa la estimación de liberaciones

Tabla N° 4.2-20 Información relevante asociada a la producción de vidrio

Fuentes de información	<ul style="list-style-type: none"> La información base se obtuvo a través de encuestas respondidas por empresas. Además se obtuvo información de la memoria anual 2002-2003 SOFOFA
Descripción de la subcategoría en el país	<ul style="list-style-type: none"> De acuerdo a los datos recopilados, esta actividad se realiza, principalmente, en la RM y VIII Región Las principales industrias del país, utilizan en su proceso, sistemas de “retención de polvo”
Estimación de la tasa de actividad	<ul style="list-style-type: none"> La estimación corresponde a 365.140 (Ton/año)
Confiabilidad de los datos	<ul style="list-style-type: none"> El valor entregado posee cierto grado de incertidumbre debido a no todas las empresas identificadas entregaron información. Sin embargo, la estimación de la producción nacional se encuentra en el orden de magnitud correcto
Cálculos	<ul style="list-style-type: none"> Para obtener la producción de la empresa Cristalerías Chile, se consideró un peso promedio de 0,3 kg por envase, ya que la información de ésta empresa se encuentra en unidades de envase (750.000.000).Luego de realizar la conversión señalada para la empresa Cristalerías Chile Los datos se utilizaron directamente en la ecuación propuesta en el “Instrumental” del PNUMA: Tasa de actividad*factor de emisión= Liberación El cálculo de liberaciones en esta subcategoría se presenta en el Anexo E-4
Observaciones	<ul style="list-style-type: none"> Es probable que existan pequeñas plantas de fusión de vidrio, pero que no afectarán de manera significativa la estimación de liberaciones

Tabla N° 4.2-21 Información relevante asociada a la producción de cerámica

Fuentes de información	<ul style="list-style-type: none"> • La información base fue obtenida a través de encuestas respondidas por empresas y datos de SOFOFA
Descripción de la subcategoría en el país	<ul style="list-style-type: none"> • De acuerdo a los datos recopilados, esta actividad se realiza, principalmente, en la RM y VIII Región • Las principales industrias del país, utilizan en su proceso, sistemas de “retención de polvo”
Estimación de la tasa de actividad	<ul style="list-style-type: none"> • La estimación corresponde a 147.275 (Ton/año)
Confiabilidad de los datos	<ul style="list-style-type: none"> • El valor entregado posee cierto grado de incertidumbre debido a no todas las empresas identificadas entregaron información. Sin embargo, la estimación de la producción nacional se encuentra en el orden de magnitud correcto
Cálculos	<ul style="list-style-type: none"> • Para obtener la producción de la empresa Fanaloza, se consideró un peso de 15 kg por unidad, pues la información de producción disponible es de 1000 unidades por día • Los datos se utilizaron directamente en la ecuación propuesta en el “Instrumental” del PNUMA: Tasa de actividad*factor de emisión= Liberación • El cálculo de liberaciones en esta subcategoría se presenta en el Anexo E-4
Observaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Es probable que existan pequeñas productoras de cerámica, pero que no afectarán de manera significativa la estimación de las liberaciones

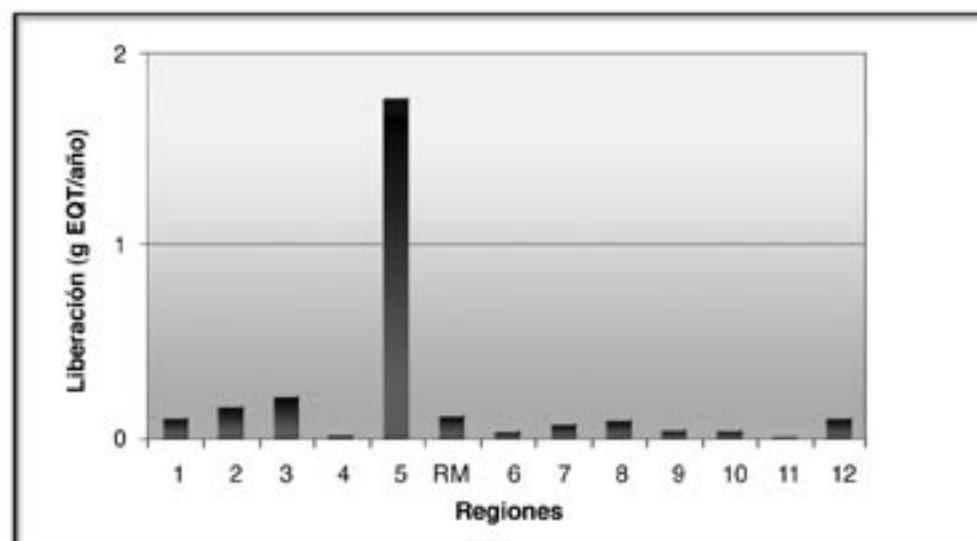
Tabla N° 4.2-22 Información relevante asociada a la producción de asfalto

Fuentes de información	<ul style="list-style-type: none"> • La información base fue obtenida a través del INE
Descripción de la subcategoría en el país	<ul style="list-style-type: none"> • A nivel nacional, las empresas de asfalto se ubican estratégicamente en la V y VIII Región, debido a la presencia de las Refinerías RPC y PETROX • Ya que prácticamente no se obtuvo información sobre tecnologías de proceso, se consideró que todas las plantas funcionan “sin sistemas de depuración de gas”
Estimación de la tasa de actividad	<ul style="list-style-type: none"> • La estimación corresponde a 593.987 (Ton/año)
Confiabilidad de los datos	<ul style="list-style-type: none"> • La producción nacional es correcta, pues proviene de datos oficiales del INE. Sin embargo, la distribución en el país es aproximada, debido a que se consideró como zonas de producción sólo las regiones donde existen refinerías de petróleo
Cálculos	<ul style="list-style-type: none"> • Los datos se utilizaron directamente en la ecuación propuesta en el “Instrumental” del PNUMA: Tasa de actividad*factor de emisión= Liberación • El cálculo de liberaciones en esta subcategoría se presenta en el Anexo E-4

E) Categoría N° 5: Transporte**Tabla N° 4.2-23 Estimación de liberaciones en Categoría N° 5**

Subcategorías	Liberaciones al aire (g EQT/año)	Liberaciones al agua (g EQT/año)	Liberaciones a la tierra (g EQT/año)	Liberaciones a productos (g EQT/año)	Liberaciones a residuos (g EQT/año)	Total (g EQT/año)
5.1 Motores de cuatro tiempos	0,219	0,000	0,000	0,000	0,000	0,219
5.2 Motores de dos tiempos*	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.3 Motores Diesel	0,422	0,000	0,000	0,000	0,000	0,422
5.4 Motores de aceite pesado	2,153	0,000	0,000	0,000	0,000	2,153
Total Categoría N°5	2,794	0,000	0,000	0,000	0,000	2,794

* Debido a la baja cantidad de vehículos de dos tiempos en el país, se consideró que toda la gasolina (excepto Diesel) es consumida por vehículos con motores de cuatro tiempos.

Gráfico N° 4.2-5 Estimación de liberaciones en Categoría N° 5 por región

Información relevante para la estimación de las liberaciones de la Categoría N° 5**Tabla N° 4.2-24 Información relevante asociada a los motores de 4 tiempos**

Fuentes de información	<ul style="list-style-type: none"> La información base fue obtenida a través de la SEC. Además se utilizó el parque vehicular entregado por el INE. También se obtuvo información del balance 2002 de ENAP y de la CNE. Al comparar los valores, se observó similitud entre ellos. Como base de datos, se utilizó la información de la SEC
Descripción de la subcategoría en el país	<ul style="list-style-type: none"> Esta actividad se desarrolla a lo largo de todo el país, concentrándose en la Región Metropolitana. El 52% (promedio país) corresponde a motores no catalíticos
Estimación de la tasa de actividad	<ul style="list-style-type: none"> La estimación del consumo de gasolina de motores no catalíticos 1.138.667 (Ton/año)
Confiabilidad de los datos	<ul style="list-style-type: none"> Es confiable, debido a que existen registros oficiales de ventas de combustibles
Cálculos	<ul style="list-style-type: none"> Los datos se utilizaron directamente en la ecuación propuesta en el "Instrumental" del PNUMA: Tasa de actividad*factor de emisión= Liberación El cálculo de liberaciones en esta subcategoría se presenta en el Anexo E-5

Tabla N° 4.2-25 Información relevante asociada a los motores Diesel

Fuentes de información	<ul style="list-style-type: none"> La información base fue obtenida a través de la SEC También se obtuvo información del balance 2002 de ENAP y de la CNE. Al comparar los valores, se observó similitud entre ellos. Como base de datos, se utilizó la información de la SEC
Descripción de la subcategoría en el país	<ul style="list-style-type: none"> Esta actividad se desarrolla a lo largo del país, concentrándose en la Región Metropolitana, II y VIII
Estimación de la tasa de actividad	<ul style="list-style-type: none"> La estimación del consumo de motores Diesel es de 4.224.779 (Ton/año)
Confiabilidad de los datos	<ul style="list-style-type: none"> Es confiable, debido a que existen registros oficiales de ventas de combustible
Cálculos	<ul style="list-style-type: none"> Los datos se utilizaron directamente en la ecuación propuesta en el "Instrumental" del PNUMA: Tasa de actividad*factor de emisión= Liberación El cálculo de liberaciones en esta subcategoría se presenta en el Anexo E-5

Tabla N° 4.2-26 Información relevante asociada a los motores de aceite pesado (IFO)

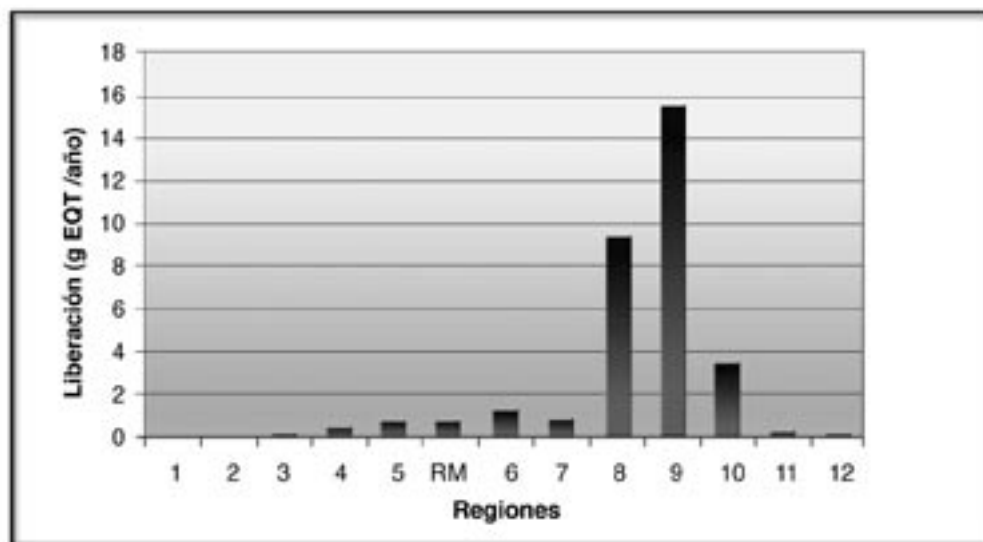
Fuentes de información	<ul style="list-style-type: none"> • La información base fue obtenida a través de la SEC • También se obtuvo información del balance 2002 de ENAP. Al comparar los valores, se observó similitud entre ellos. Como base de datos, se utilizó la información de la SEC
Descripción de la subcategoría en el país	<ul style="list-style-type: none"> • Esta actividad de desarrolla prácticamente en todo el país concentrándose, según la información recopilada, en la V Región
Estimación de la tasa de actividad	<ul style="list-style-type: none"> • La estimación del consumo de motores de aceite pesado es de 534.771 (Ton/año)
Confiabilidad de los datos	<ul style="list-style-type: none"> • Es confiable, debido a que existen registros oficiales de ventas de combustible
Cálculos	<ul style="list-style-type: none"> • Los datos se utilizaron directamente en la ecuación propuesta en el "Instrumental" del PNUMA: Tasa de actividad*factor de emisión= Liberación • El cálculo de liberaciones en esta subcategoría se presenta en el Anexo E-5

F) Categoría N° 6: Procesos de combustión incontrolados

Tabla N° 4.2-27 Estimación de liberaciones en Categoría N° 6

Subcategorías	Liberaciones al aire (g EQT/año)	Liberaciones al agua (g EQT/año)	Liberaciones a la tierra (g EQT/año)	Liberaciones a productos (g EQT/año)	Liberaciones a residuos (g EQT/año)	Total (g EQT/año)
6.1 Quema de biomasa	15,034	0,000	16,871	0,000	0,000	31,905
6.2 Quema de desechos e incendios accidentales	SID	SID	SID	SID	SID	SID
Total Categoría N° 6	15,034	0,000	16,871	0,000	0,000	31,905

Gráfico N° 4.2-6 Estimación de liberaciones en Categoría N° 6 por región



Información relevante para la estimación de las liberaciones de la Categoría N° 6**Tabla N° 4.2-28 Información relevante asociada a la quema de biomasa**

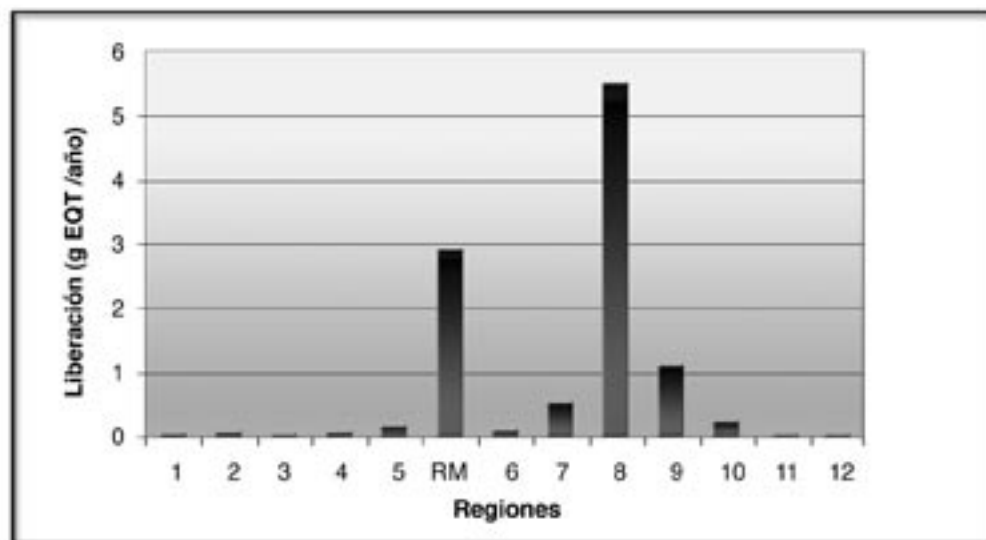
Fuentes de información	<ul style="list-style-type: none"> La información estadística de superficies sometidas a quemas agrícolas fue obtenida a través de CONAF. Además, se complementó esta información con el documento “Impacto del fuego sobre el medio ambiente” elaborado por CONAF, para obtener la estimación de la cantidad de biomasa quemada por hectárea
Descripción de la subcategoría en el país	<ul style="list-style-type: none"> En el país, la actividad que predomina en esta subcategoría es la quema de residuos agrícolas, la que se desarrolla entre la III XII Región, predominando en las regiones VIII, IX y X
Estimación de la tasa de actividad	<ul style="list-style-type: none"> La estimación de la quema de biomasa es de 2.215.336 (Ton/año)
Confiabilidad de los datos	<ul style="list-style-type: none"> Aún cuando la información respecto a superficies sometidas a quemas proviene de una fuente oficial, cabe esperar que presenten ciertos niveles de incertidumbre, debido a existen quemas no autorizadas que no son registradas. Por otra parte, los valores de cantidad de biomasa quemada por hectárea son estimaciones, que sin duda incorporan un error. Por esta razón, se concluye que la estimación realizada de la tasa de actividad puede presentar un error importante
Cálculos	<ul style="list-style-type: none"> Para las regiones VIII, IX, X, XI y XII se consideró un 30%, 30%, 35%, 30% y 25% respectivamente de quema de residuos agrícolas en malas condiciones, principalmente debido a elevado contenido de humedad. (Clasificación 4, listado de factores de emisión). Esto se realizó considerando los niveles de precipitación en dichas regiones (ver Anexo C-6, Pág 20) Posteriormente, los datos se utilizaron directamente en la ecuación propuesta en el “Instrumental” del PNUMA: Tasa de actividad*factor de emisión= Liberación El cálculo de liberaciones en esta subcategoría se presenta en el Anexo E-6
Observaciones	<ul style="list-style-type: none"> La estimación de liberaciones por quema de biomasa es muy sensible a las condiciones de quema, debido a que existe una diferencia de 2 órdenes de magnitud entre los factores de emisión

G) Categoría N° 7: Producción y uso de sustancias químicas y bienes de consumo**Tabla N° 4.2-29 Estimación de liberaciones en Categoría N° 7**

Subcategorías	Liberaciones al aire (g EQT/año)	Liberaciones al agua (g EQT/año)	Liberaciones a la tierra (g EQT/año)	Liberaciones a productos (g EQT/año)	Liberaciones a residuos (g EQT/año)	Total (g EQT/año)
7.1 Fábricas de pasta y papel	1,564	0,000	0,000	5,502	2,099	9,165
7.2 Industria química*	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
7.3 Industria del petróleo**	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
7.4 Plantas textiles	0,000	0,000	0,000	0,912	0,000	0,912
7.5 Industria del cuero	0,000	0,000	0,000	0,757	0,000	0,757
Total Categoría N° 7	1,564	0,000	0,000	7,171	2,099	10,834

* En Chile sólo se identificó la producción de cloro, para el cual el Instrumental Normalizado no presenta factores de emisión por falta de datos.

** Para esta subcategoría, el Instrumental Normalizado no presenta factores de emisión por falta de datos.

Gráfico N° 4.2-7 Estimación de liberaciones en Categoría N° 7 por región

Información relevante para la estimación de las liberaciones de la Categoría N° 7**Tabla N° 4.2-30 Información relevante asociada a las calderas de biomasa en industria de pasta y papel**

Fuentes de información	<ul style="list-style-type: none"> • La información base fue obtenida a través de encuestas respondidas por las empresas. También se utilizó el Balance Energético año 2002 de la CNE para obtener el consumo de biomasa combustible en el sector
Descripción de la subcategoría en el país	<ul style="list-style-type: none"> • Las plantas de celulosa (blanqueada y cruda) están ubicadas en las Regiones VII, VIII, IX y X. Además se identificó una planta de papeles reciclado en la Región Metropolitana • Las plantas de celulosa y papel utilizan el licor negro y los residuos de biomasa como combustibles para las calderas
Estimación de la tasa de actividad	<ul style="list-style-type: none"> • La estimación del consumo de biomasa en calderas es de 26.402 (TJ/año) • La estimación del consumo de licor negro en calderas es de 3.523.758 (Ton/año)
Confiabilidad de los datos	<ul style="list-style-type: none"> • La información es confiable, debido a proviene de las propias fuentes
Cálculos	<ul style="list-style-type: none"> • Para la estimación del nivel de actividad de Celulosa Licancel (sin información), se estimó una tasa de “biomasa quemada por tonelada de producto” con los datos de las plantas Arauco y Constitución; posteriormente, se estimó el nivel de actividad de Licancel • Para la estimación de nivel de actividad de las papeleras (sin información), se utilizó el Balance 2002 de la CNE (del sector). La diferencia entre el valor total del sector y el consumo de las plantas con información, se distribuyó de manera homogénea entre las papeleras • Para las calderas de poder se utilizó los factores de emisión de la subcategoría 3.2 “Centrales de energía de biomasa”, según lo expuesto en Capítulo N° 3.5.5.4 “Utilización de otros factores de emisión” • Respecto al consumo de biomasa en calderas de poder, la información fue entregada en Ton/año y fue convertida a TJ/año para la aplicación del factor, para lo cual se utilizó como poder calorífico de la leña 3.500 (kCal/kg) • Posteriormente, los datos se utilizaron directamente en la ecuación propuesta en el “Instrumental” del PNUMA: Tasa de actividad*factor de emisión= Liberación • El cálculo de liberaciones en esta subcategoría se presenta en el Anexo E-7
Observaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Las liberaciones producidas en los hornos de cal con petróleos combustibles están calculados en la Categoría N° 4, Subcategoría “Producción de cal”

Tabla N° 4.2-31 Información relevante asociada a los efluentes y lodos en industria de pasta y papel

Fuentes de información	<ul style="list-style-type: none"> La información base fue obtenida a través de encuestas respondidas por las empresas. En particular, los datos de la empresa Licancel, se obtuvieron de la página web de la empresa
Descripción de la subcategoría en el país	<ul style="list-style-type: none"> En el país, la actividad de producción de celulosa y papel utiliza en proceso "Kraft", con un buen nivel tecnológico. La mayoría de las plantas aún utilizan un porcentaje de cloro elemental en la etapa de blanqueo Las plantas de celulosa Kraft que producen celulosa blanqueada están ubicadas en las Regiones VII, VIII, IX
Estimación de la tasa de actividad	<ul style="list-style-type: none"> La producción de celulosa para el año 2002 fue 1.855.819 (Ton/año).
Confiabilidad de los datos	<ul style="list-style-type: none"> La información es confiable, debido a proviene de las propias fuentes
Cálculos	<ul style="list-style-type: none"> De acuerdo a la información entregada por el "Instrumental" del PNUMA, cuando existe tratamiento de residuos líquidos con generación de lodos, sólo debe utilizarse el factor de residuos sólidos (lodos), como corresponde al caso de la industria nacional en este rubro El Instrumental define 2 factores de emisión que tienen relación a la realidad nacional: (1) kraft $Cl_2=4,5$ (ug de EQT/Ton producto y (2) kraft $ClO_2=0,2$ (ug de EQT/Ton producto) En el país, las plantas que utilizan Cl_2, sólo lo utilizan en mezcla con ClO_2, es decir, no existe una etapa de blanqueo sólo con Cl_2. Por esta razón, se utilizaron los factores anteriormente citados considerando los porcentajes de Cl_2 y ClO_2 utilizados en el blanqueo (ver Anexo B-7) Posteriormente, los datos se utilizaron directamente en la ecuación propuesta en el "Instrumental" del PNUMA: Tasa de actividad*factor de emisión= Liberación El cálculo de liberaciones en esta subcategoría se presenta en el Anexo E-7

Tabla N° 4.2-32 Información relevante asociada a los productos de pasta y papel

Fuentes de información	<ul style="list-style-type: none"> La información base fue obtenida a través de encuestas respondidas por las empresas. En particular, los datos de la empresa Lican-cel, se obtuvieron de la página web de la empresa
Descripción de la subcategoría en el país	<ul style="list-style-type: none"> En el país, la actividad de producción de celulosa y papel utiliza en proceso "Kraft", con un buen nivel tecnológico. La mayoría de las plantas aún utilizan un porcentaje de cloro elemental en la etapa de blanqueo Las plantas de celulosa Kraft que producen celulosa blanqueada están ubicadas en las Regiones VII, VIII, IX. Además, se identificó una planta de papel reciclado en la Región Metropolitana
Estimación de la tasa de actividad	<ul style="list-style-type: none"> La producción de celulosa es de 1.855.819 (Ton/año)
Confiabilidad de los datos	<ul style="list-style-type: none"> La información es confiable, debido a proviene de las propias fuentes
Cálculos	<ul style="list-style-type: none"> El Instrumental define 2 factores de emisión que tienen relación a la realidad nacional: (1) kraft $Cl_2=8$ (ug de EQT/Ton producto y (2) kraft $ClO_2=0,5$ (ug de EQT/Ton producto) En el país, las plantas que utilizan Cl_2, sólo lo utilizan en mezcla con ClO_2, es decir, no existe una etapa de blanqueo sólo con Cl_2. Por esta razón, se utilizaron los factores anteriormente citados considerando los porcentajes de Cl_2 y ClO_2 utilizados en el blanqueo (ver Anexo B-7) Posteriormente, los datos se utilizaron directamente en la ecuación propuesta en el "Instrumental" del PNUMA: Tasa de actividad*factor de emisión= Liberación El cálculo de liberaciones en esta subcategoría se presenta en el Anexo E-7

Tabla N° 4.2-33 Información relevante asociada a las plantas textiles

Fuentes de información	<ul style="list-style-type: none"> • La información base fue obtenida a través del INE • Para la estimación de esta sub-categoría se utilizaron los datos de producción de hilados naturales y sintéticos
Descripción de la subcategoría en el país	<ul style="list-style-type: none"> • Esta actividad se concentra principalmente en la Región Metropolitana
Estimación de la tasa de actividad	<ul style="list-style-type: none"> • La producción de hilados naturales y sintéticos es de 18.231 (Ton/año)
Confiabilidad de los datos	<ul style="list-style-type: none"> • La información es confiable, debido a que proviene de fuentes oficiales. • Respecto a la distribución a nivel regional, podrían existir diferencias, pero que no afectarán el total nacional
Cálculos	<ul style="list-style-type: none"> • Debido a que no se posee información asociada a la distribución de la actividad por Regiones, se realizó una distribución a nivel nacional considerando la cantidad de habitantes por Región • Por otra parte, debido a que el “Instrumental” del PNUMA define dos factores de emisión de acuerdo a “límite inferior” y “límite superior”, para las estimaciones de liberaciones se consideró un 50% de producción con “límite superior” y 50% con “límite inferior” (ver Anexo B-7) • Posteriormente, los datos se utilizaron directamente en la ecuación propuesta en el “Instrumental” del PNUMA: Tasa de actividad*factor de emisión= Liberación • El cálculo de liberaciones en esta subcategoría se presenta en el Anexo E-7

Tabla N° 4.2-34 Información relevante asociada a la industria del cuero

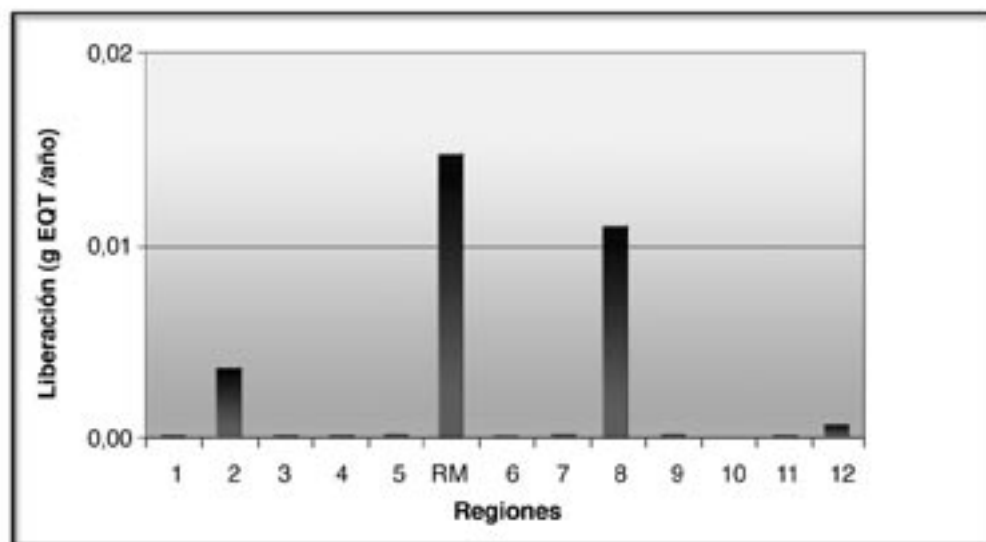
Fuentes de información	<ul style="list-style-type: none"> • La información base fue obtenida a través del INE • Para la estimación de esta sub-categoría se utilizaron los datos de producción cueros curtidos de bovino y equinos
Descripción de la subcategoría en el país	<ul style="list-style-type: none"> • No se obtuvo información
Estimación de la tasa de actividad	<ul style="list-style-type: none"> • La producción de cuero curtido es de 1.497 (Ton/año)
Confiabilidad de los datos	<ul style="list-style-type: none"> • La información es confiable, debido a que proviene de fuentes oficiales. • Respecto a la distribución a nivel regional, podrían existir diferencias, pero que no afectarán el total nacional
Cálculos	<ul style="list-style-type: none"> • El valor original presenta unidades de Mpie². Para su conversión, se estimó un espesor de 2 mm y una densidad de 400 kg/m³ • Debido a que no se posee información asociada a la distribución de la actividad por Regiones, se realizó una distribución a nivel nacional considerando la cantidad de habitantes por Región • Por otra parte, debido a que el “Instrumental” del PNUMA define dos factores de emisión de acuerdo a “límite inferior” y “límite superior”, para las estimaciones de liberaciones se consideró un 50% de producción con “límite superior” y 50% con “límite inferior” (ver Anexo B-7) • Posteriormente, los datos se utilizaron directamente en la ecuación propuesta en el “Instrumental” del PNUMA: Tasa de actividad*factor de emisión= Liberación • El cálculo de liberaciones en esta subcategoría se presenta en el Anexo E-7

H) Categoría N° 8: Varios

Tabla N° 4.2-35 Estimación de liberaciones en Categoría N° 8

Subcategorías	Liberaciones al aire (g EQT/año)	Liberaciones al agua (g EQT/año)	Liberaciones a la tierra (g EQT/año)	Liberaciones a productos (g EQT/año)	Liberaciones a residuos (g EQT/año)	Total (g EQT/año)
8.1 Desechado de biomasa	SID	SID	SID	SID	SID	SID
8.2 Crematorios	0,022	0,000	0,000	0,000	0,004	0,026
8.3 Ahumaderos	SID	SID	SID	SID	SID	SID
8.4 Limpieza en seco	SID	SID	SID	SID	SID	SID
8.5 Consumo de tabaco	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001
Total Categoría N°8	0,023	0,000	0,000	0,000	0,004	0,027

Gráfico N° 4.2-8 Estimación de liberaciones en Categoría N° 8 por región



Información relevante para la estimación de las liberaciones de la Categoría N° 8**Tabla N° 4.2-36 Información relevante asociada a los crematorios**

Fuentes de información	<ul style="list-style-type: none"> La información base fue obtenida a través encuestas respondidas por las fuentes
Descripción de la subcategoría en el país	<ul style="list-style-type: none"> Esta actividad se desarrolla en la II, RM, VIII y XII Región. En su mayoría, la tecnología utilizada corresponde a control de emisión de nivel Intermedio, es decir, sistemas de filtros (clasificación 2 de factores de emisión)
Estimación de la tasa de actividad	<ul style="list-style-type: none"> La estimación de cremaciones es 1.827 al año 2002
Confiabilidad de los datos	<ul style="list-style-type: none"> El valor entregado de tasa de actividad posee cierto grado de incertidumbre debido a no todas las fuentes identificadas entregaron información. Sin embargo, la estimación de la producción nacional se encuentra en el orden de magnitud correcto
Cálculos	<ul style="list-style-type: none"> Para el Parque del Recuerdo y el crematorio del Cementerio de Concepción, se estimó el mismo nivel de cremación que para el Cementerio General de Santiago, de acuerdo a recomendaciones del encargado del crematorio de éste último Los datos se utilizaron directamente en la ecuación propuesta en el "Instrumental" del PNUMA: Tasa de actividad*factor de emisión= Liberación El cálculo de liberaciones en esta subcategoría se presenta en el Anexo E-8
Observaciones	<ul style="list-style-type: none"> Aún cuando el valor de la tasa de actividad no es exacto, la incertidumbre de este valor no alterará significativamente la estimación de las liberaciones

Tabla N° 4.2-37 Información relevante asociada al consumo de tabaco

Fuentes de información	<ul style="list-style-type: none"> Los datos fueron obtenidos a través información entregada por CHILETABACOS, empresa que tiene una participación del mercado de un 98%
Descripción de la subcategoría en el país	<ul style="list-style-type: none"> El consumo de cigarrillos se desarrolla a lo largo de todo el país, concentrándose en la Región Metropolitana. La diferenciación del "Instrumental" del PNUMA está dada solamente entre cigarrillos y cigarrillos
Estimación de la tasa de actividad	<ul style="list-style-type: none"> La estimación de la cantidad de cigarrillos consumidos en el país es de 13.259.350.421 por año
Confiabilidad de los datos	<ul style="list-style-type: none"> Aun cuando estimación de la la tasa de actividad incorpora cierto margen de incertidumbre, el orden de magnitud es correcto
Cálculos	<ul style="list-style-type: none"> Los datos se utilizaron directamente en la ecuación propuesta en el "Instrumental" del PNUMA: Tasa de actividad*factor de emisión= Liberación El cálculo de liberaciones en esta subcategoría se presenta en el Anexo E-8
Observaciones	<ul style="list-style-type: none"> Aún cuando el valor de la tasa de actividad no es exacto, la incertidumbre de este valor no alterará significativamente la estimación de las liberaciones

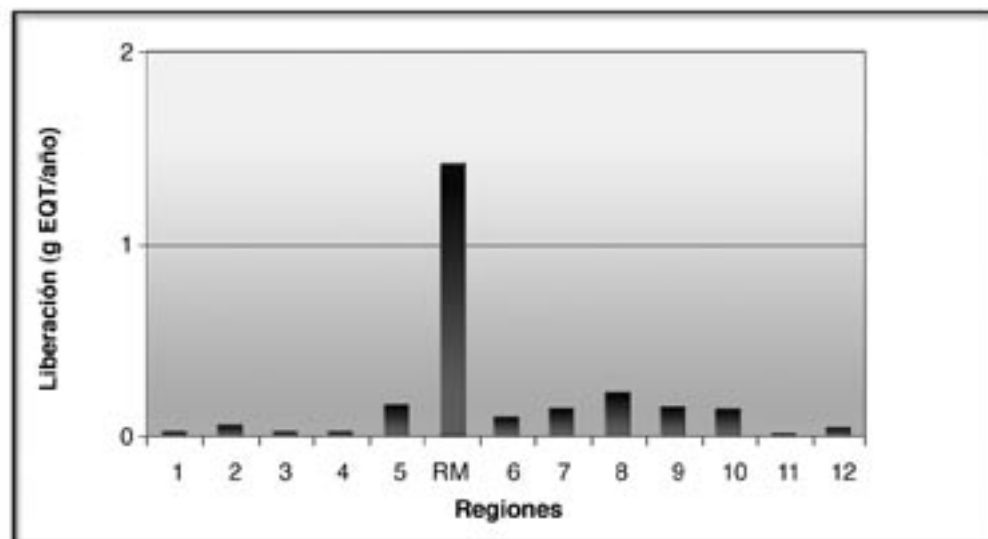
I) Categoría N° 9: Evacuación / Terraplén

Tabla N° 4.2-38 Estimación de liberaciones en Categoría N° 9

Subcategorías	Liberaciones al aire (g EQT/año)	Liberaciones al agua (g EQT/año)	Liberaciones a la tierra (g EQT/año)	Liberaciones a productos (g EQT/año)	Liberaciones a residuos (g EQT/año)	Total (g EQT/año)
9.1 Terraplenes y vertederos	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000	0,020
9.2 Aguas de alcantarilla y su tratamiento	0,000	0,170	0,000	0,000	0,000	0,170
9.3 Compostado	SID	SID	SID	SID	SID	SID
9.4 Vertidos al agua abierta	0,000	2,329	0,000	0,000	0,000	2,329
9.5 Evacuación de aceites de desecho*						
Total Categoría N°9	0,000	2,519	0,000	0,000	0,000	2,519

* Para esta subcategoría, el Instrumental Normalizado no presenta factores de emisión por falta de datos

Gráfico N° 4.2-9 Estimación de liberaciones en Categoría N° 9 por región



Información relevante para la estimación de las liberaciones de la Categoría N° 9**Tabla N° 4.2-39 Información relevante asociada a los terraplenes y vertederos**

Fuentes de información	<ul style="list-style-type: none"> • Para la estimación de la generación de residuos domésticos e industriales en el país se utilizó el documento “Antecedentes para la política nacional sobre la gestión integral de los residuos”, publicado por CONAMA el año 2000
Descripción de la subcategoría en el país	<ul style="list-style-type: none"> • Esta actividad se desarrolla a lo largo del país, concentrándose en las Regiones Metropolitana, V y VIII
Estimación de la tasa de actividad	<ul style="list-style-type: none"> • La generación de lixiviados estimada es de 585.400 (m³/año) para el 2002
Confiability de los datos	<ul style="list-style-type: none"> • La información tiene un grado de incertidumbre debido a que la tasa de generación de residuos domésticos e industriales proviene de un estudio publicado por CONAMA para el año 2000, el cual no está actualizado • Además, considerando que no fue posible obtener una tasa de lixiviado por residuos, se utilizó el valor del Inventario de dioxinas y furanos de Uruguay (100 l/ton), lo que agrega otro margen de error • Sin embargo, al igual que en las subcategorías anteriores, el valor de la tasa de actividad esta en el orden de magnitud correcto
Cálculos	<ul style="list-style-type: none"> • Para la estimación de lixiviado de residuos no peligrosos, se utilizó la tasa del Inventario de Uruguay • Para la estimación de lixiviado de residuos peligrosos, se consideró que el 5% de los residuos industriales son peligrosos • Posteriormente, los datos se utilizaron directamente en la ecuación propuesta en el “Instrumental” del PNUMA: Tasa de actividad*factor de emisión= Liberación • El cálculo de liberaciones en esta subcategoría se presenta en el Anexo E-9
Observaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Aún cuando el valor de la tasa de actividad no es exacto, la incertidumbre de este valor no alterará significativamente la estimación de las liberaciones

Tabla N° 4.2-40 Información relevante asociada a las aguas de alcantarilla y su tratamiento

Fuentes de información	<ul style="list-style-type: none"> • La información base fue obtenida del documento “Cobertura de tratamiento de aguas servidas” de la Superintendencia de Servicios Sanitarios, año 2002
Descripción de la subcategoría en el país	<ul style="list-style-type: none"> • Esta actividad se desarrolla a lo largo del país, concentrándose en las Regiones Metropolitana, V y VIII • La mayoría de las plantas de tratamiento del país corresponden a sistemas de lodos activados (con retiro de lodos)
Estimación de la tasa de actividad	<ul style="list-style-type: none"> • La estimación de residuos líquidos urbanos tratados es de 341.481.299 (m³/año)
Confiabilidad de los datos	<ul style="list-style-type: none"> • La información base (% de tratamiento y cobertura de población por región) es confiable, dado que proviene de la Superintendencia de Servicios Sanitarios
Cálculos	<ul style="list-style-type: none"> • Como base de cálculo, se consideró lo siguiente: (1) población urbana con cobertura de tratamiento (por Región), (2) tasa de generación 160 litros/día/persona de residuos líquidos • El factor de emisión utilizado corresponde a población urbana con retiro de lodos • Posteriormente, los datos se utilizaron directamente en la ecuación propuesta en el “Instrumental” del PNUMA: Tasa de actividad*factor de emisión= Liberación • El cálculo de liberaciones en esta subcategoría se presenta en el Anexo E-9

Tabla N° 4.2-41 Información relevante asociada a los vertidos al agua abierta

Fuentes de información	<ul style="list-style-type: none"> • La información base fue obtenida del documento “Cobertura de tratamiento de aguas servidas” de la Superintendencia de Servicios Sanitarios, año 2002
Descripción de la subcategoría en el país	<ul style="list-style-type: none"> • Esta actividad se desarrolla a lo largo del país, concentrándose en la Región Metropolitana
Estimación de la tasa de actividad	<ul style="list-style-type: none"> • La estimación de residuos líquidos urbanos no tratados (aguas abiertas) es de 465.748.204 (m³/año)
Confiabilidad de los datos	<ul style="list-style-type: none"> • La información base (% de tratamiento y cobertura de población por región) es confiable, dado que proviene de la Superintendencia de Servicios Sanitarios
Cálculos	<ul style="list-style-type: none"> • Como base de cálculo, se consideró lo siguiente: (1) población urbana sin cobertura de tratamiento (por Región), (2) tasa de generación 160 litros/día/persona de residuos líquidos • Considerando que actualmente en el país, existen empresas que vierten sus residuos líquidos al alcantarillado, el factor de emisión utilizado corresponde a “mezcla de residuos líquidos domésticos e industriales” • Posteriormente, los datos se utilizaron directamente en la ecuación propuesta en el “Instrumental” del PNUMA: Tasa de actividad*factor de emisión= Liberación • El cálculo de liberaciones en esta subcategoría se presenta en el Anexo E-9

4.2.2 Jerarquización de las potenciales liberaciones

4.2.2.1 Jerarquización por categoría a nivel nacional

A continuación se presenta el Gráfico N° 4.2-10, con un resumen de las liberaciones estimadas para cada una de las categorías en estudio. Adicionalmente, se presenta la Tabla N° 4.2-42 con el porcentaje de participación de cada categoría, en orden descendente.

Gráfico N° 4.2-10 Distribución de liberaciones por categoría a nivel nacional

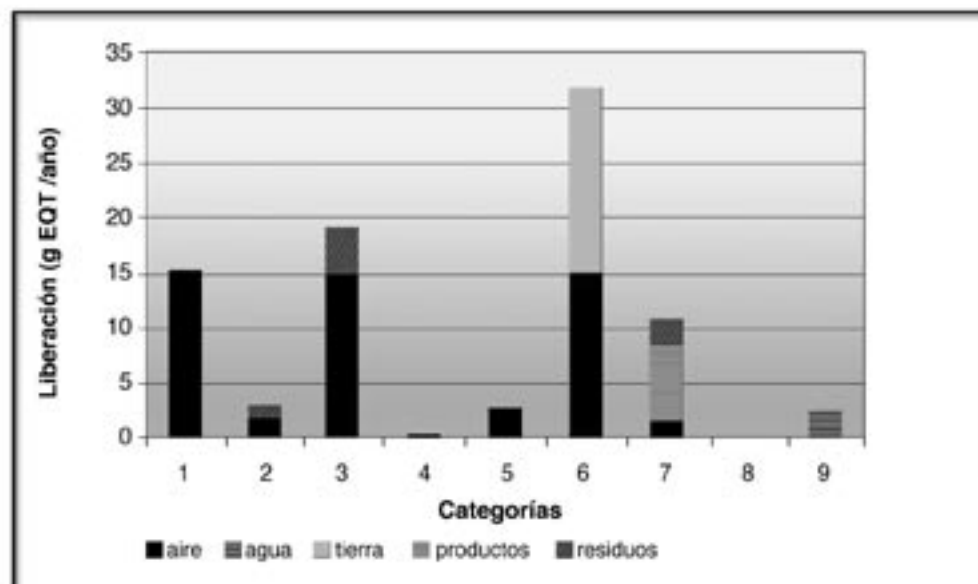


Tabla N° 4.2-42 Jerarquización de liberaciones por categoría a nivel nacional

Categoría		Liberaciones de dioxinas y furanos (g EQT/año)						%
		aire	agua	tierra	productos	residuos	Total	
6	Procesos de combustión incontrolados	15,034	0,000	16,871	0,000	0,000	31,905	37,3
3	Generación de energía y calefacción	15,240	0,000	0,000	0,000	3,930	19,170	22,4
1	Incineración de desechos	15,056	0,000	0,000	0,000	0,183	15,239	17,8
7	Producción y uso de sustancias químicas y bienes de consumo	1,564	0,000	0,000	7,171	2,099	10,834	12,7
2	Producción de metales ferrosos y no ferrosos	1,716	0,027	0,000	0,000	1,085	2,828	3,3
5	Transportes	2,794	0,000	0,000	0,000	0,000	2,794	3,3
9	Evacuación / terraplén	0,000	2,519	0,000	0,000	0,000	2,519	2,9
4	Producción de productos minerales	0,282	0,000	0,000	0,000	0,010	0,292	0,3
8	Varios	0,023	0,000	0,000	0,000	0,004	0,027	0,0
Total país		51,709	2,546	16,871	7,171	7,311	85,608	100,0

4.2.2.2 Jerarquización por regiones

A continuación se presenta el Gráfico N° 4.2-11, con un resumen de las liberaciones estimadas para cada una de las regiones del país. Adicionalmente, se presenta la Tabla N° 4.2-43 con el porcentaje de participación de cada región en orden descendente.

Gráfico N° 4.2-11 Distribución de liberaciones por región

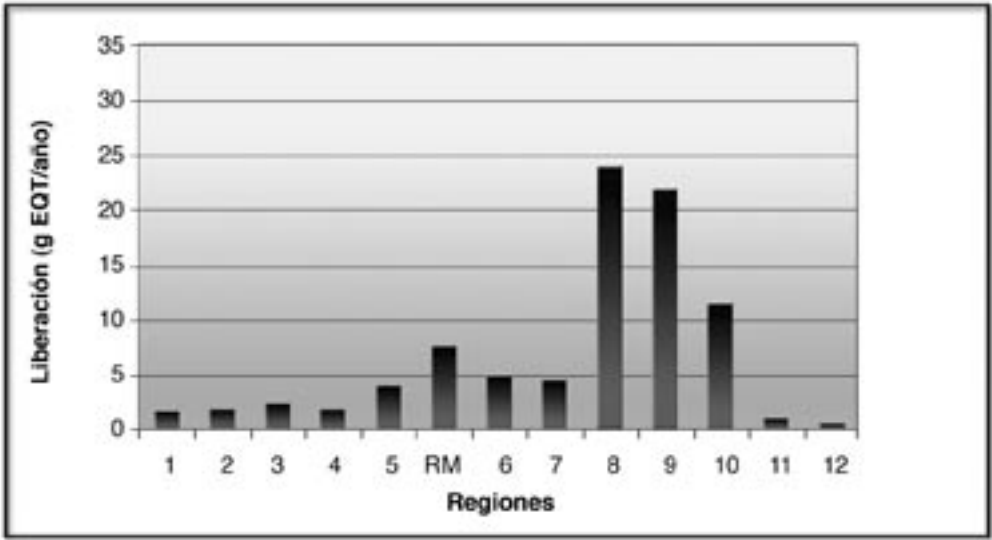


Tabla N° 4.2-43 Jerarquización de liberaciones por región

Región	Liberacion (g EQT/año)	Participación %
VIII	23,954	28,0
IX	21,784	25,4
X	11,347	13,2
RM	7,465	8,7
VI	4,943	5,8
VII	4,365	5,1
V	3,898	4,6
III	2,063	2,4
II	1,718	2,0
IV	1,639	1,9
I	1,438	1,7
XI	0,691	0,8
XII	0,303	0,4
Total país	85,608	100,0

4.2.2.3 Jerarquización por vía de liberación a nivel nacional

A continuación se presenta el Gráfico N° 4.2-12, con un resumen de las liberaciones estimadas para cada una de las vías de liberación en estudio. Adicionalmente, se presenta la Tabla N° 4.2-44 con el porcentaje de participación de cada vía de liberación, en orden descendente.

Gráfico N° 4.2-12 Distribución por vía de liberación a nivel nacional

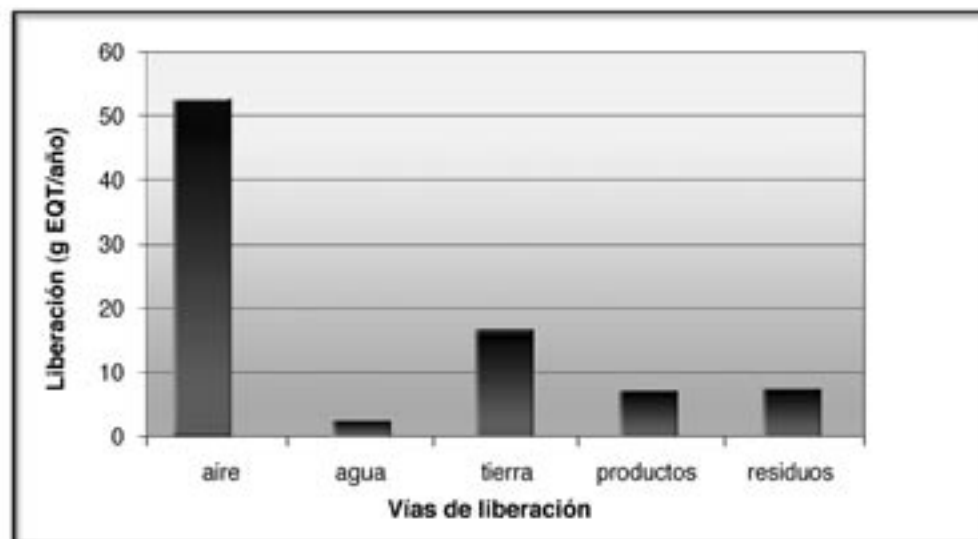


Tabla N° 4.2-44 Jerarquización por vía de liberación a nivel nacional

Vía de liberación	Liberación (g de EQT/año)	Participación %
Aire	51,709	60,4
Tierra	16,871	19,7
Residuos	7,311	8,5
Productos	7,171	8,4
Agua	2,546	3,0
Total país	85,608	100,0

4.2.3 Análisis de los resultados

A) Observaciones a los resultados de la Categoría N° 1

- Debido a la malas condiciones de incineración de desechos médicos a lo largo de país, esta categoría destaca con un 18% de participación.
- En esta categoría sólo se identificó como actividad formal la incineración de desechos médicos.
- La Región Metropolitana presenta un bajo nivel de liberaciones, debido a que sólo se identificaron dos hospitales que incineran sus desechos médicos; también existen incineradores que poseen un sistema de combustión de doble cámara.
- En las Regiones VIII, IX y X se observan los mayores niveles de liberación, debido a que presentan elevadas cantidades incineradas de desechos y su nivel tecnológico es deficiente.

B) Observaciones a los resultados de la Categoría N° 2

- Esta categoría presenta una baja incidencia en el total de liberaciones estimadas para el país (3%).
- La subcategoría “sinterización de mineral de hierro” presenta la mayor participación dentro de la categoría, debido a la actividad de la planta de Pellets de Huasco (III Región).
- Respecto a las subcategorías correspondientes a fundiciones de metales secundarios, la Región Metropolitana aparece como la segunda en importancia, debido principalmente a una fundición de acero. La VIII Región también se destaca en esta categoría. Aún cuando pudieran existir otras fundiciones secundarias menores, se espera que éstas no alteren significativamente los resultados en esta categoría.
- Las subcategorías no identificadas en el país fueron la producción de magnesio, desguazadoras, recuperación térmica de cables y producción de zinc.

C) Observaciones a los resultados de la Categoría N° 3

- Debido a la gran actividad forestal del país, lo que se traduce en una alta disponibilidad de biomasa, esta categoría destaca con un 22% de participación.
- La subcategoría “calefacción doméstica y cocina con biomasa”, genera las mayores liberaciones de dioxinas y furanos de esta categoría.
- Las liberaciones más significativas se encuentran desde la VI a X Región, destacándose las Regiones VIII y X, principalmente por su nivel industrial.
- La combustión de terraplenes no es una actividad identificada en el país.

D) Observaciones a los resultados de la Categoría N° 4

- Aún cuando se identificaron actividades para todas las subcategorías, el valor total de la categoría no presenta mayor incidencia en el total nacional (no alcanza el 1%), debido principalmente a que el nivel de las actividades no son importantes y, por otra parte, los factores de emisión asociados son bajos.

E) Observaciones a los resultados de la Categoría N° 5

- Esta categoría presenta una baja incidencia en el total de liberaciones estimadas para el país (3%).
- Para esta categoría, la V Región presenta la mayor incidencia, debido a que en esta Región se distribuye un alto porcentaje de aceite pesado.

F) Observaciones a los resultados de la Categoría N° 6

- Debido a la gran actividad agrícola y forestal del país, esta categoría es la mayor fuente de liberación con un 37% de participación a nivel nacional, en especial, originada por quemas agrícolas.

- Se observa que las Regiones VIII y IX concentran el mayor porcentaje de liberaciones.

G) Observaciones a los resultados de la Categoría N° 7

- Debido a la gran actividad industrial-forestal del país, la categoría destaca con un 13% de participación a nivel nacional.
- La VIII Región presenta la mayor incidencia de liberaciones a nivel país, debido a la concentración de plantas de celulosa y papel.
- La Región Metropolitana también tiene una participación importante, debido a la producción de papel reciclado, que presenta un factor de emisión elevado.

H) Observaciones a los resultados de la Categoría N° 8

- El valor total de la categoría presenta una baja incidencia en el total nacional (no alcanza el 1%).
- La información relacionada con desecado de biomasa, ahumaderos y limpieza en seco es muy difusa, por lo cual no fue posible identificar fuentes de información.

I) Observaciones a los resultados de la Categoría N° 9

- Esta categoría presenta una baja incidencia en el total de liberaciones estimadas para el país (3%).
- La subcategoría “vertidos al agua abierta” es la que tiene mayor incidencia en esta categoría, debido a que según las estimaciones realizadas, existe una cantidad importante de residuos líquidos sin tratamiento, sumado a un factor de emisión elevado.
- La información relacionada a la producción de compost no fue identificada. Sin embargo, su nivel de actividad es poco significativo.