



**INFORME FINAL**  
**“IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE REGULACIÓN DE COV EN**  
**LA INDUSTRIA”**

**PREPARADO PARA:**  
**SEREMI DEL MEDIO AMBIENTE**  
**REGIÓN METROPOLITANA**



***SISTAM INGENIERÍA***

***Diciembre de 2011***

<b>1. Tipo Informe</b> Informe Final	<b>2. Cuerpo del Informe</b> <b>114 Páginas</b>  (incluye portada)
<b>3. Título del Proyecto</b> “Implementación del Programa de Regulación de COV en la Industria”	<b>4. Fecha Informe</b> 15/12/2011
<b>5. Nombre de la Empresa Consultora</b> SISTAM Ingeniería E.I.R.L.  Mail de contacto: <a href="mailto:jescobar@sistam.cl">jescobar@sistam.cl</a>	<b>6. Período de Investigación</b> 29/04/2011 al 15/12/2011
<b>7. Resumen</b> El presente documento corresponde al Informe Final, del estudio: “Implementación del Programa de Regulación de COV en la Industria”.	

## INDICE

<b>1.</b>	INTRODUCCIÓN .....	<b>5</b>
<b>2.</b>	ANTECEDENTES.....	<b>5</b>
<b>3.</b>	JUSTIFICACIÓN .....	<b>5</b>
<b>4.</b>	OBJETIVOS.....	<b>7</b>
4.1.	OBJETIVO GENERAL.....	7
4.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	7
<b>5.</b>	<b>METODOLOGÍA .....</b>	<b>7</b>
5.1.	ENFOQUE GENERAL DEL PROYECTO.....	7
<b>6.</b>	<b>DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES.....</b>	<b>14</b>
6.1.	Puesta en Operación del Sistema de Declaración de Emisiones de Compuestos Orgánicos Volátiles. ....	15
6.1.1	Confección del listado preliminar de establecimientos que deben demostrar sus consumos de solventes. ....	15
6.1.2	Puesta en marcha de sistema WEB para declaración de COV incluyendo todas las actividades necesarias para su operación en el servidor que determine la contraparte técnica del estudio. ....	18
6.1.3	Apoyo técnico e informático en la operación del sistema de declaración de emisiones de COV Web.....	20
6.1.4	Incorporación de Mejoras y Adecuaciones al Sistema Web.....	22
6.1.5	Asistencia técnica e informática a los establecimientos declarantes durante el proceso de declaración.....	34
6.1.6	Apoyo a la Autoridad en el proceso de revisión de la información declarada. ....	37
6.2.	Procesamiento de Información Obtenida con la Declaración de Emisiones. ....	38
6.2.1.	Confección del directorio de empresas y establecimientos emisores de COV. ....	38
6.2.2.	Selección de metodologías de estimación de emisiones a ser utilizadas....	38
6.2.3.	Identificación y descripción de los procesos productivos existentes en la RM. ....	77
<b>7.</b>	<b>Anexo 1 Confección del Listado de Empresas. ....</b>	<b>132</b>
<b>8.</b>	<b>Anexo 2 Capacitación Uso del Sistema 138 de COV .....</b>	<b>134</b>
<b>9.</b>	<b>Anexo 3 Lista de Participantes del Piloto.....</b>	<b>138</b>



10. Anexo 4 Borrador Resolución .....	141
11. Anexo 5 Ficha para Estanques .....	144



## **1. INTRODUCCIÓN**

El presente documento corresponde al Informe final, del estudio: “IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE REGULACIÓN DE COV EN LA INDUSTRIA”, de acuerdo a los términos de referencia definidos por la Subsecretaría del Medio Ambiente.

## **2. ANTECEDENTES**

A principios de los noventa, cada día de mala ventilación en Santiago se traducía en niveles de contaminación atmosférica que superaban ampliamente los límites máximos establecidos. Avanzar en la descontaminación de la ciudad se transformó entonces en una prioridad de las autoridades. En ese entonces, se superaban más de 25 días el nivel de emergencia y 50 el de preemergencia.

Después de más de una década de gestión ambiental, el año 2005 sólo se registraron 8 horas de pre-emergencia en la Región Metropolitana. La última emergencia se registró el año 1999.

En este período el contaminante más agresivo para la salud se redujo a la mitad, mientras que la actividad económica de la región se duplicaba. Este ejemplo de sustentabilidad ha sido reconocido mundialmente.

Con fecha 16 de abril de 2010 fue publicado el DS Nº 66/09, que reformula y actualiza el Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para la Región Metropolitana (PPDA) vigente hasta entonces. Este instrumento actualizado contiene medidas estructurales orientadas a producir un fuerte impacto en la reducción de emisiones de material particulado y gases a la atmósfera.

Dentro de las medidas establecidas en el PPDA para reducir las emisiones de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV), se incorporan programas de control de las emisiones asociadas a estos compuestos en el sector de distribución y especificación de combustibles, pero no se incorpora una regulación específica para abordar el control de estas emisiones en la industria y las fuentes residenciales.

## **3. JUSTIFICACIÓN**

El control de las emisiones de Compuestos Orgánicos Volátiles, se justifica porque la mayor parte de las sustancias que los componen son nocivas para la salud y participan en la formación de aerosoles secundarios y oxidantes fotoquímicos.

El material particulado MP 10 sigue siendo el que presenta los mayores desafíos para la ciudad, no obstante los avances registrados. Las normas de 24 horas y anual, de este contaminante, son superadas en un 45% y 44% respectivamente, y es el principal problema de la contaminación atmosférica que afecta a la Región Metropolitana. De esta forma, el PPDA persigue reducir las emisiones de sustancias dañinas al aire, y así cumplir con las normas de calidad atmosféricas primarias vigentes en Chile al año 2011.

De manera similar, para el Ozono troposférico (O<sub>3</sub>) persiste la superación de la norma de 8 horas (120 ug/m<sup>3</sup>), que alcanza a un 47%, habiéndose superado durante el año 2005 un total de 91 días. Por este nivel de superación de los estándares de Ozono, es posible asegurar que para el cumplimiento de la meta establecida para el año 2011, se requiere de la implementación de reducciones adicionales de este tipo de compuestos.

Según fiscalizaciones realizadas por la Secretaría Regional Ministerial de Salud de la Región Metropolitana (Seremi de Salud RM) a diversas industrias, se ha podido determinar que, las principales actividades emisoras de COV, entre otras, serían: lavasecos, recubrimiento industrial de superficies, pintado de vehículos, talleres de pintura, industria gráfica, galvanización y galvanoplastia, industria de calzado, industria de muebles, vulcanizadoras, industria del plástico, plantas de fabricación de mezcla de asfalto, industria química (fabricación y almacenamiento de reactivos, solventes, pinturas, asfaltos) y curtiembres.

El PPDA, en su Artículo 66, dispone el desarrollo de un Programa para el Control de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV) y Amoniacó (NH<sub>3</sub>). En particular, el plan de acción que se propone para reducir las emisiones de COV, contempla el desarrollo de dos estudios:

- Estudio de Emisiones Evaporativas de COV, cuyo objetivo será mejorar la estimación de las emisiones totales y del inventario desde fuentes evaporativas y su composición por tipo de compuesto.
- Estudio de Propuestas Tecnológicas para el control y la reducción de emisiones COV.

Sobre la base del estudio de diagnóstico de emisiones de COV denominado "Diagnóstico para la Definición de Control de Emisiones de Compuestos Orgánicos Volátiles a Nivel Industrial y Residencial" del año 2007, la Seremi de Medio Ambiente RM desarrollará un programa de tres años para mejorar la información disponible en términos de emisiones totales, composición y alternativas de control. Para lo anterior se requiere:

- A) Implementar el programa de trabajo el año 2011, en coordinación con los servicios competentes, con el objetivo de disponer de un catastro de emisiones globales de COV a nivel regional, de acuerdo a los requerimientos establecidos.

- B) Evaluar, durante el año 2011, el diseño de una estrategia para el control de las emisiones de COV en la Región Metropolitana que incorpore los aspectos anteriores, logrando la mayor eficiencia para concentrarse en los compuestos más relevantes, desde la perspectiva de su aporte en la formación de MP y ozono.

Durante el año 2010 la Seremi de Medio Ambiente RM, trabajó en el diseño de las herramientas computacionales que se hagan cargo de las nuevas exigencias para el control de emisiones COV en el sector industrial mediante un Sistema de Declaración de Emisiones de Compuestos Orgánicos Volátiles.

Por lo tanto, se requiere implementar la estrategia que se haga cargo de las nuevas exigencias para el control de emisiones de COV, utilizando la nueva herramienta computacional para el Sistema de Declaración de Emisiones de Compuestos Orgánicos Volátiles.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1. OBJETIVO GENERAL**

Implementar el programa de control de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV) para la industria en la Región Metropolitana.

### **4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Poner en operación el sistema de declaración de emisiones de compuestos orgánicos volátiles.
- Procesar la información obtenida con la declaración de emisiones que permita determinar para el sector regulado: las emisiones, composición, toxicidad y nivel de control de emisiones existentes.
- Proponer medidas de control a ser aplicadas al sector.

## **5. METODOLOGÍA**

### **5.1. ENFOQUE GENERAL DEL PROYECTO**

Para el desarrollo del presente estudio y el logro de todos los objetivos planteados, en la metodología se ha estructurado en forma secuencial las distintas actividades que han sido



identificadas para el desarrollo del estudio, lo cual puede ser visto esquemáticamente en el diagrama metodológico general para el desarrollo del estudio (ver Figura 4).

En términos generales este diagrama agrupa las actividades bajo tres bloques o áreas temáticas las que son descritas a continuación:

- Puesta en Operación Sistema de Declaración COV WEB.

En este bloque se incluyen dos ramas de actividades necesarias que fueron desarrolladas para la implementación del sistema de declaración de COV.

La primera de ellas correspondió a los pasos informáticos necesarios para la puesta en marcha de un sistema WEB, partiendo desde la instalación del sistema en un servidor de producción hasta la puesta a punto para su entrada en operación (paso a producción del sistema).

Por su parte, la segunda rama está enfocada al apoyo técnico y la generación de la información necesaria para que la Autoridad pueda establecer la obligación a todos los establecimientos industriales o comerciales que utilicen COV en forma de solventes, para que acrediten sus consumos y así determinar quienes exceden el uso de cantidades mayores a 50 Ton/año y que según el PPDA deben declarar su emisiones de COV. En este sentido se revisaron las siguientes bases de datos:

- Directorio del RETC basado en el directorio de contribuyentes y direcciones del Servicio de Impuesto Internos.
- Establecimientos del sistema 138 de MINSAL.
- Bases de datos de la Autoridad Sanitaria provenientes del sistema de declaración de emisiones.

Con esta información fue posible mediante el código CIU (código de clasificación industrial uniforme de las naciones unidas) identificar aquellos establecimientos en los cuales se espera se utilicen solventes y se confeccionó un directorio de inicio, con lo cual el consultor envió a la autoridad un listado a la espera que esta pueda informar su obligación de declarar una vez que se encuentre tramitada la resolución que obliga a los titulares a efectuar en el envío de email o generación de correspondencia para informar su obligación de declarar (a la fecha del informe esta todavía no ha sido tramitada) .



Por tanto, actualmente se cuenta con el sistema web en su etapa de producción y faltaría el cuerpo legal que establece la obligación de declarar. Además, ya se cuenta con un listado de empresas que actualmente se encuentran declarando en el sistema WEB.

Durante el proceso este proceso el equipo consultor está brindando tanto a los declarantes como a la autoridad el apoyo necesario para el correcto llenado de la declaración y corrección de errores o adaptaciones del programa que han sido requeridas.

Finalmente en paralelo el equipo consultor está apoyando las actividades de revisión de la declaración para la obtención de una base de datos satisfactoria.

- Procesamiento de Información Declarada.

Según las funcionalidades del sistema de declaración, para ciertos CIU, el sistema solicita entregar los contenidos de los solventes en las distintas corrientes del proceso en forma obligatoria, tal como puede ser visto en la siguiente figura. En general esta parte del reporte debe ser llenada por todos los declarantes que pertenecen a un CIU individualizado como “tipo de actividad en la cual se utilizan solventes”, el llenado de esta información debe ser realizado independiente de la cantidad de solventes que consuman, ya que es una forma de acreditar si un establecimiento supera o no el límite de 50 Ton, considerando que es el propio sistema el que evalúa mediante suma de la información declarada, si la cantidad de solventes consumidos ya sea en forma directa o como parte de la materia prima supera el umbral de consumo de 50 Ton/año exigido por el PPDA.

En el caso de sobrepasar el umbral el sistema solicita información completa relativa a los COV y en caso contrario no solicita más información relativa a COV en la declaración.

En síntesis esta funcionalidad del sistema permitirá segmentar aquellas empresas obligadas a declarar, de aquellas que no lo están.

**1. ACTIVIDAD INDUSTRIAL** OTRAS ACTIVIDADES DE IMPRESION N.C.P. [D222109] SELECCIONAR

Esta actividad es susceptible de tener que cumplir la obligación de declarar su consumo de compuestos orgánicos volátiles(COV):

**2.1 MATERIAS PRIMAS/PRODUCTOS/RESIDUOS (ton/mes) y SOLVENTES (%) PARA LA ACTIVIDAD SELECCIONADA**

NUEVA MATERIA PRIMA/PRODUCTO/RESIDUO

Acción	Materia prima/Producto/Residuo /Solvente	Tipo-Unidad (Documentos)	Unidad	Valor anual	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<input type="button" value="M"/> <input type="button" value="E"/>	Acaricidas	MATERIA PRIMA - ton/mes	ton/mes	146	10	20	40	50	5	6	7	8	0	0	0	0
<input type="button" value="M"/> <input type="button" value="E"/>	- Acetato de butilo	SOLVENTE - %	% en masa	14.38	10	12	15	14	15	16	17	18	0	0	0	0
<input type="button" value="M"/> <input type="button" value="E"/>	Solventes	MATERIA PRIMA - ton/mes	ton/mes	1625	20	1	2	2	200	200	200	200	200	200	200	200
<input type="button" value="M"/> <input type="button" value="E"/>	- Wash 438	SOLVENTE - %	% en masa	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

**2.2 UNIDADES DE EMISION PARA LA ACTIVIDAD SELECCIONADA**

NUEVA UNIDAD DE EMISION

Acción	Nro de registro	Nro Reg AASS	Marca	Modelo	Año fab	Año inst	Nro de serie	Nro interno	Descripción	Fuentes	Quemadores	ASOCIAR TIPO(S) DE OPERACION
<input type="button" value="M"/> <input type="button" value="E"/>	P5000832-1				2005	9999	ND		Limpieza de Maquinas	<a href="#">[EDITAR FUENTES]</a> Nro registro Pla: Descripción Modo operación ACCION PS000832M01-Limpieza habitual <a href="#">[R A FORMULARIO 3A]</a>	<a href="#">[EDITAR QUEMADORES]</a> Código Descripción	<a href="#">[ASOCIAR]</a>
<input type="button" value="M"/> <input type="button" value="E"/>	P5000833-k				2007	9999	ND		Tina de Desengrase	<a href="#">[EDITAR FUENTES]</a> Nro registro Pla: Descripción Modo operación ACCION PS000833M01-Tina de desengrase habitual <a href="#">[R A FORMULARIO 3A]</a>	<a href="#">[EDITAR QUEMADORES]</a> Código Descripción	<a href="#">[ASOCIAR]</a>

**Figura 1: Declaración de solventes contenidos en materias primas en otras corrientes del proceso, solicitado para ciertos CIU identificados en el sistema.**

En el caso de empresas con consumo mayor a 50 Ton/año el sistema proporcionará directamente las emisiones ya sea mediante la metodología del sistema TANKS de la EPA para el caso de estanques o bien mediante balance de masa para el resto de los tipos de operaciones unitarias. Un vez que esta información sea declarada el consultor revisará las estimaciones y generará el inventario.

Con respecto a aquellos declarantes que no consumen más de 50 Ton/año, se utilizarán los niveles de actividad declarados en conjunto con metodologías de estimación que sean seleccionadas para estimar las emisiones. En este caso también será posible utilizar perfiles de especiación química para obtener la información desagregada en cuanto a la composición de los COV. Para esto se cuenta con varias bases de datos internacionales como el sistema speciate 4.2 de la EPA.

Por su parte, en el caso de los que superan el umbral de 50 ton/año y aquellos que declaran consumos pero que no superan dicho umbral, en el formulario 2 se cuenta con información de especiación de los solventes utilizados, por tanto con esta información será posible efectuar la especiación de los COV por la sustancia específica, lo cual permitirá posteriormente aplicar criterios de toxicidad para el análisis de costo efectividad de medidas de control de COV. En la siguiente figura se presenta la especiación de pintura de autos a modo de ejemplo.

**AGREGAR MATERIA PRIMA, PRODUCTO o RESIDUO**

Selección tipo: MATERIA PRIMA

Selección materia prima: Pinturas automotrices

Nro de solventes que contiene la materia prima: 3

Selección SOLVENTE Nro 1: Bencina blanca

Selección SOLVENTE Nro 2: Etanol

Selección SOLVENTE Nro 3: Alcohol polivinilico

MES	CONSUMO en ton	% en masa SOLVENTE 1	% en masa SOLVENTE 2	% en masa SOLVENTE 3
Enero				
Febrero				
Marzo				
Abril				
Mayo				
Junio				
Julio				
Agosto				
Septiembre				
Octubre				
Noviembre				
Diciembre				

**Figura 2: Formulario de especificación del sistema de declaración de COV**

Una vez generado el inventario de COV especificado para todas las empresas que acreditaron consumos de solventes en el sistema, este será ingresado como fuente del tipo puntual/área al sistema IARVIRO siguiendo para esto las directrices del sistema SINCA. En general la información será procesada en la herramienta WEBBED que Airviro cuenta para estos fines. En el caso de descargas por un punto identificable se usará fuente puntual y en el caso de emisiones difusas se utilizará el área en donde se produce la descarga o fuente de área en Airviro.

Como último paso se obtendrá una EDB consolidada en Airviro, lo cual constituirá la línea base 2010 de las emisiones de COV para el sector en estudio (consumidores de solventes). En este punto se debe destacar que la EDB a ser generada tendrá toda la información requerida para modelación fotoquímica la cual es entregada por el sistema de declaración (especiación, distribución temporal y espacial). En la siguiente figura se observa el formulario 3B el cual se llena en forma exclusiva para operaciones que generan COV en un establecimiento dado. En él es posible observar los datos necesarios para la construcción de los perfiles temporales mensuales y semanal horario requerido por el sistema AIRVIRO.

ACTIVIDAD SELECCIONADA		[D222109] OTRAS ACTIVIDADES DE IMPRESION N.C.P.																							
TIPO DE OPERACION SELECCIONADO		TO000021-6 - Recubrimiento de superficies.										Descripción: Limpieza de equipos de impresion													
SISTEMA DE CONTROL		SIN CONTROL																							
DISTRIBUCION DE MP(s)/PRODUCTO(s)/RESIDUO(s) EN EL TIPO DE OPERACION ACTUAL														GRABAR											
TIPO DE ACTIVIDAD	Descripción	CONSUMO TOTAL INFORMADO [ton/año]	DISPONIBLE (ton/año)	DISTRIBUCION MENSUAL DEL CONSUMO TOTAL INFORMADO EN EL TIPO DE OPERACION ACTUAL																					
				Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic										
MATERIA PRIMA	Acaricidas	146	83	3	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0										
MATERIA PRIMA	Solventes	1625	1559	2	2	2																			
FUNCIONAMIENTO MENSUAL DEL TIPO DE OPERACION SELECCIONADO														GRABAR											
Días de funcionamiento al mes		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic												
Horas de funcionamiento al mes		720	700	720	720	720	720	720	720	720	720	720	720												
CICLO DIARIO DE FUNCIONAMIENTO DEL TIPO DE OPERACION SELECCIONADO (comportamiento promedio semanal)														GRABAR											
OBSERVACIONES																									
		0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
Lu=>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Ma=>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mi=>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Ju=>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Vi=>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Sa=>																									
Do=>																									

**Figura 3: Formulario 3B del sistema de declaración de COV**

Finalmente de la información declarada será posible efectuar un diagnóstico del nivel de control y tipos de tecnologías utilizadas, así como hacer una descripción de los procesos emisores de COV en la R.M.

- Estudio de Medidas de Control.

Tal como lo establece el PPDA en su capítulo VII letra B), una vez que se disponga de la información de emisiones, su composición y toxicidad para el siguiente informe será posible sustentar adecuadamente las estrategias de control. En este sentido con las dos primeras partes del estudio ya se contará con los antecedentes requeridos para avanzar en la última acción del PPDA y evaluar estrategias de control mediante un análisis de costo efectividad de reducción de emisiones en este caso.

Para esto se utilizaran estudios nacionales e internacionales disponibles y en el caso de control mediante tecnologías se efectuarán contacto con proveedores, con lo cual será posible seleccionar un grupo de medidas para su evaluación. En forma paralela también se deberán identificar los sistemas de control y de seguimiento de cumplimiento de normas que la autoridad debiera implementar para el seguimiento de las medidas y tal como lo socita el TDR también será necesario evaluar la capacidades existentes en el país para el seguimiento de las medidas propuestas, con el objeto de dimensionar la inversión necesaria en cada caso, tanto desde el punto de vista público como privado. Como resultado de esta actividad se obtendrán los llamados escenarios de control en la metodología.

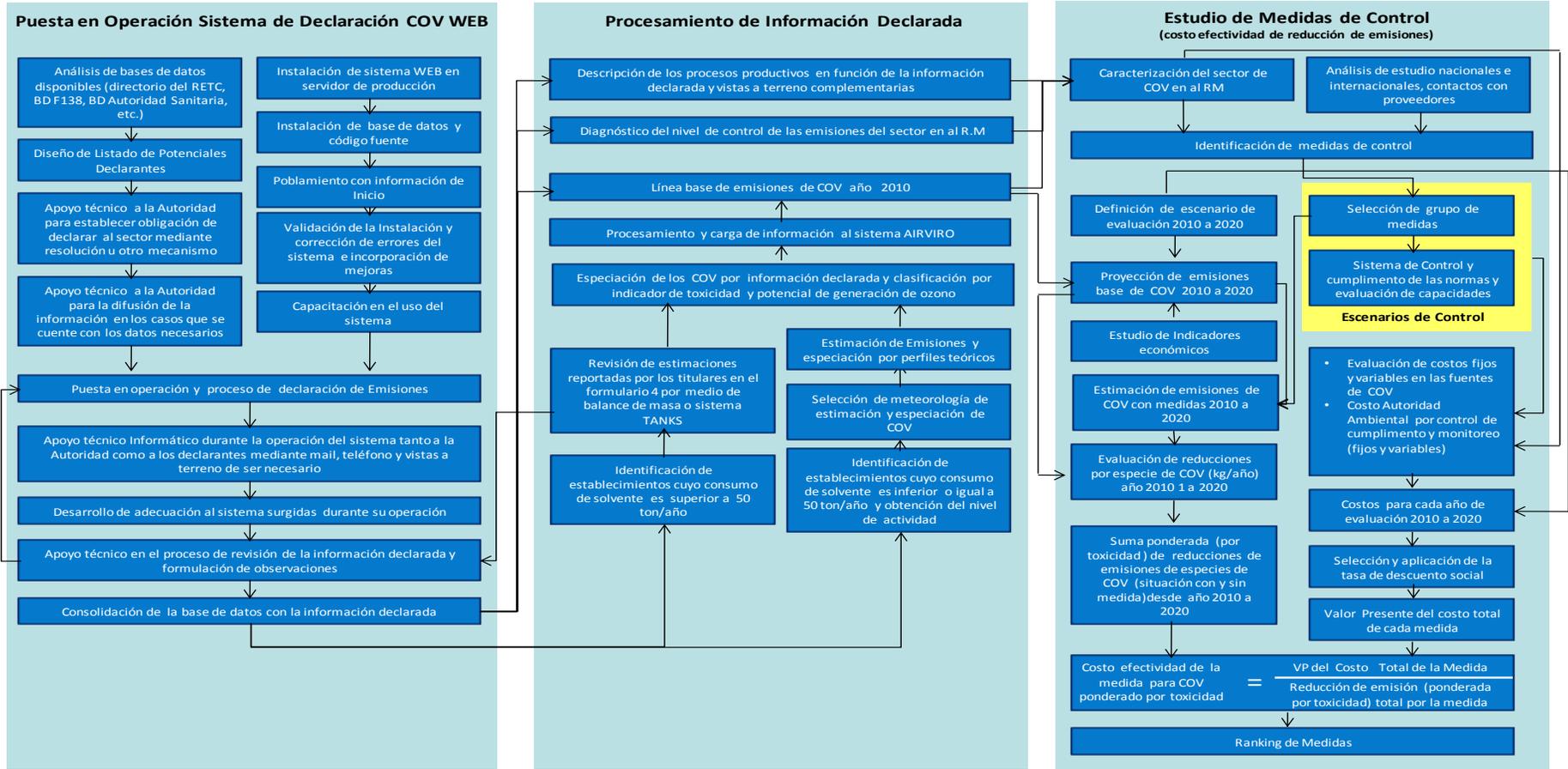


Figura 4: Diagrama Metodológico General del Estudio

## 6. DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES

El presente informe da cuenta de las siguientes actividades contempladas, según los términos de referencia:

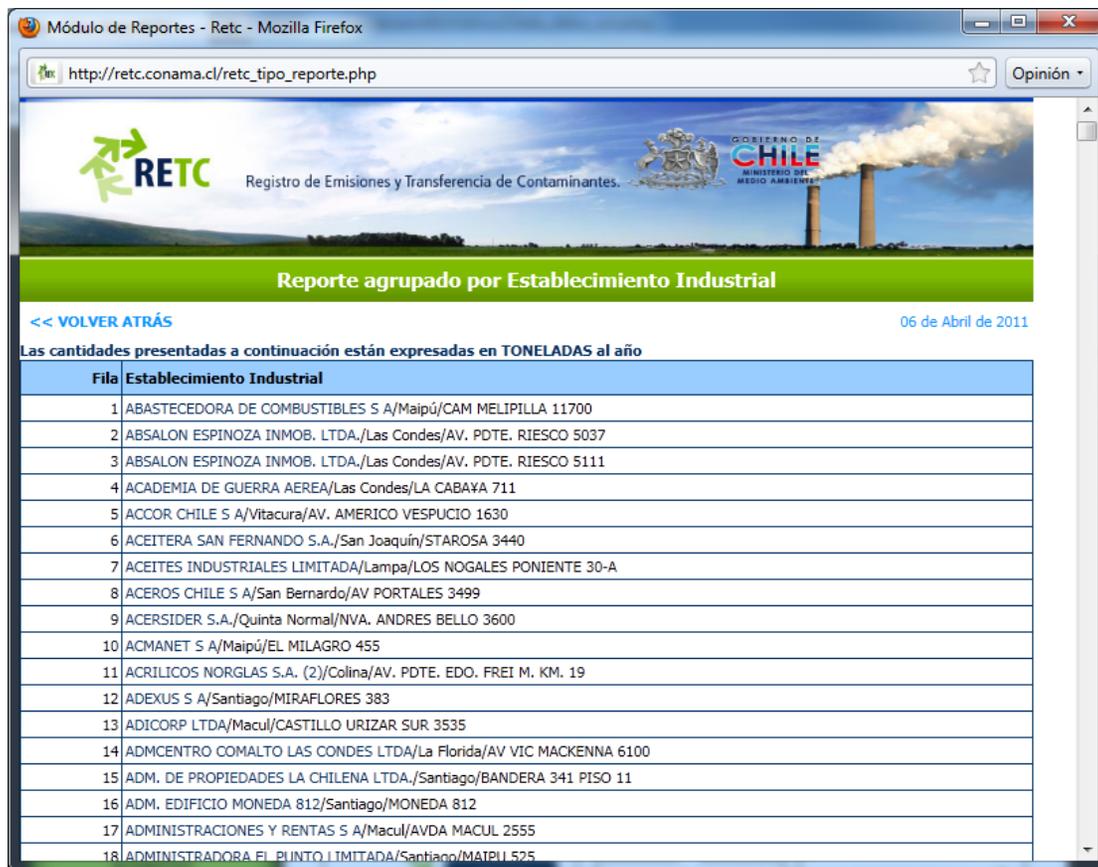
- Confección del listado preliminar de establecimientos
- Puesta en marcha del sistema WEB.
- Apoyo técnico e informático en la operación del sistema.
- Incorporación de mejoras y adecuaciones al sistema WEB.
- Asistencia técnica e informática a los establecimientos declarantes.
- Apoyo a la Autoridad en el proceso de revisión de la información.
- Confección del directorio de empresas y establecimientos.
- Identificación de establecimientos sujetos a la obligación de declarar.
- Selección de metodología de estimación de emisiones a ser utilizadas.
- Revisión de estimaciones de emisiones de COV y desarrollo de las estimaciones que sean requeridas.
- Estimación de emisiones de establecimientos que están bajo el nivel exigido por el PPDA.
- Especiación de COV.
- Incorporación del inventario de emisiones al sistema AIRVIRO.
- Diagnóstico del nivel de control de emisiones del sector.
- Estudio de medidas de control a ser aplicadas al sector.
- Identificación y descripción de los procesos productivos existentes en la RM.
- Identificación de medidas de control de emisiones para cada sector.
- Evaluación costo efectividad de las medidas.
- Evaluación de capacidades existentes en el país para el seguimiento de las medidas propuestas.

## 6.1. Puesta en Operación del Sistema de Declaración de Emisiones de Compuestos Orgánicos Volátiles.

### 6.1.1 Confección del listado preliminar de establecimientos que deben demostrar sus consumos de solventes.

Para el cumplimiento de esta actividad se solicitó a la Subsecretaría del Medio Ambiente el acceso a la base de datos del Registro de Emisión y Transferencia de Contaminantes (RETC), el cual contiene los grupos de actividad económica por CIU (Clasificación Industrial Internacional Uniforme) y el listado de establecimientos provenientes de la declaración de emisiones efectuadas según el D.S. MINSAL 138/2005.

En la siguiente figura se puede apreciar como el portal del RETC, despliega un reporte agrupado por establecimiento industrial:



Módulo de Reportes - Retc - Mozilla Firefox  
 http://retc.conama.cl/retc\_tipo\_reporte.php

**RETC** Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes. GOBIERNO DE CHILE MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE

**Reporte agrupado por Establecimiento Industrial**

<< VOLVER ATRÁS 06 de Abril de 2011

Las cantidades presentadas a continuación están expresadas en TONELADAS al año

Fila	Establecimiento Industrial
1	ABASTECEDORA DE COMBUSTIBLES S A/Maipú/CAM MELIPILLA 11700
2	ABSALON ESPINOZA INMOB. LTDA./Las Condes/AV. PDTE. RIESCO 5037
3	ABSALON ESPINOZA INMOB. LTDA./Las Condes/AV. PDTE. RIESCO 5111
4	ACADEMIA DE GUERRA AEREA/Las Condes/LA CABAYA 711
5	ACCOR CHILE S A/Vitacura/AV. AMERICO VESPUCCIO 1630
6	ACEITERA SAN FERNANDO S.A./San Joaquín/STAROSA 3440
7	ACEITES INDUSTRIALES LIMITADA/Lampa/LOS NOGALES PONIENTE 30-A
8	ACEROS CHILE S A/San Bernardo/AV PORTALES 3499
9	ACERSIDER S.A./Quinta Normal/NVA. ANDRES BELLO 3600
10	ACMANET S A/Maipú/EL MILAGRO 455
11	ACRILICOS NORGLAS S.A. (2)/Colina/AV. PDTE. EDO. FREI M. KM. 19
12	ADEXUS S A/Santiago/MIRAFLORES 383
13	ADICORP LTDA/Macul/CASTILLO URIZAR SUR 3535
14	ADMCENTRO COMALTO LAS CONDES LTDA/La Florida/AV VIC MACKENNA 6100
15	ADM. DE PROPIEDADES LA CHILENA LTDA./Santiago/BANDERA 341 PISO 11
16	ADM. EDIFICIO MONEDA 812/Santiago/MONEDA 812
17	ADMINISTRACIONES Y RENTAS S A/Macul/AVDA MACUL 2555
18	ADMINISTRADORA EL PUNTO LIMITADA/Santiago/MAIPU 525

Figura 5: Listado Reporte RETC, Agrupado por Establecimiento Industrial

Luego se procedió a analizar las importaciones de sustancias y productos inflamables, que son los que más se ocupan en Chile, con el objetivo de determinar y diferenciar aquellos que se importan para usarlo como materia prima de los que lo hacen para revenderlo y ver la distribución a los usuarios.

A partir de los rubros usuarios identificados en el punto anterior, se determinaron las empresas involucradas usando el directorio industrial de SOFOFA y Mercantil. ASIQUIM por su parte, tiene una base de datos que entrega información de productos, proveedores y servicios, el cual fue revisado, tal como se puede apreciar en la siguiente figura:



**Figura 6: Portal ASIQUIM**

Finalmente se realizó una revisión en el portal de Servicio de Evaluación Ambiental, analizando todas las empresas del rubro que se han sometido al sistema.

Del listado de empresas seleccionado, seis de ellas presentan proyectos aprobados en el Servicio de Evaluación Ambiental en la región metropolitana y uno fue desistido (Sociedad Recycling Instruments LTDA); lo cual permite contar con algunos antecedentes adicionales, tales como, cantidad de materias primas utilizadas, cantidad de solventes procesados y en algunos casos su emisión.

En la siguiente tabla se presentan datos de consumo y emisión de solventes para las empresas con proyectos aprobados en el Servicio de Evaluación Ambiental:

**Tabla 1: Empresas con Proyectos Aprobados en el SEA**

EMPRESAS				
NOMBRE	Cantidad Solventes utilizados	Unidad	Emisión	Unidad
ALUSA S.A.*	2559	Ton/año	744	Ton/año
PINTURAS SIPA S.A.	10	Ton/día	-	-
SOCIEDAD INDUSTRIAL QUÍMICA LIMA LTDA.	50000	L/mes	-	-
SHERWIN-WILLIAMS CHILE S.A.	120	ton/año	-	-
ENVASES DEL PACÍFICO**	-	-	3416	Ton/año
FLEXOCLEAN LTDA.	4800	L/mes	-	-

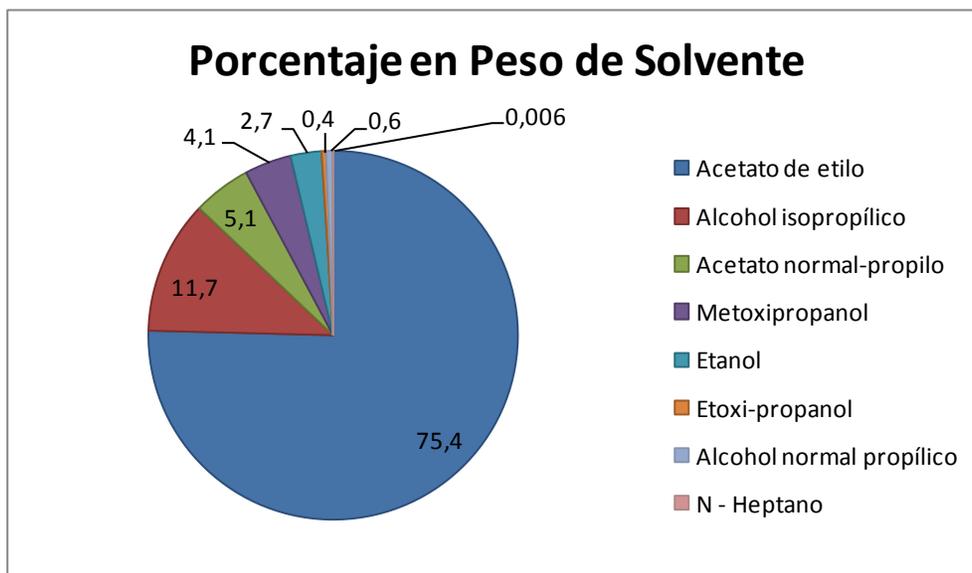
\* Considera emisiones con proyecto de planta recuperadora y cantidad de solventes utilizado. No considera el área de flexografía.

\*\*Emisiones al año 2006. 814 ton/año comprometidas ante la autoridad al cuarto año de implementación

En los registros obtenidos de la base de datos del Registro de Emisión y Transferencia de Contaminantes (RETC), EDELPA aparece como la empresa más emisora de compuestos orgánicos volátiles al año 2008.

Los Solventes utilizados por esta empresa en los procesos de impresión, son el acetato de etilo y el alcohol isopropílico. Las tintas contienen además pequeñas cantidades de aditivos como acetato n-propilo, etanol y n-propanol. Además se agregan pequeñas cantidades de retardante dowanol - 1 metoxi 2 propanol. Todos estos aditivos se evaporan junto a los solventes de dilución.

Los porcentajes utilizados de estos compuestos se pueden apreciar en la gráfica siguiente:



**Figura 7: Porcentaje en peso de Solvente**

En el Anexo N° 1, se presenta el listado de empresas seleccionadas que pertenecen a los rubros emisores de COV y que se encuentran ubicadas en la Región Metropolitana.

Se tomó la información de 210 empresas y se seleccionaron 43 empresas (Anexo 1), tomando como parámetro su facturación anual al año 2009 (importación y exportación) de importación sobre los 100.000 dólares.

Cada una de estas empresas fue contactada e invitada a participar en el taller de capacitación del sistema de declaración de compuestos orgánicos volátiles, en el marco de las disposiciones de cumplimiento establecidas en el PPDA 2010.

**6.1.2 Puesta en marcha de sistema WEB para declaración de COV incluyendo todas las actividades necesarias para su operación en el servidor que determine la contraparte técnica del estudio.**

Para mejorar la comunicación, rendimiento, velocidad e integración, entre el sistema 138 para declaración COV y el sistema de administración de declaraciones COV, se instalaron ambas aplicaciones en el mismo servidor físico. Para esto SISTAN está utilizando su propio servidor hasta que finalice el proyecto, momento en el cual este será instalado en un Servidor que MINSAL disponga para estos fines. Las direcciones URL para las aplicaciones son las siguientes:



Portal de COV: [http://190.196.160.69/sistam/desarrollo/copia\\_cov/](http://190.196.160.69/sistam/desarrollo/copia_cov/)

Declaración 138 unificada: <http://190.196.160.69/sistam/desarrollo/DS138/>

Para su puesta en marcha de la declaración el equipo consultor procedió a realizar las siguientes actividades:

1. Revisión de la instalación y configuración del servidor para asegurar la compatibilidad de todas las aplicaciones (versión de la base de datos, versión del lenguaje de programación, versión del servidor web, etc.) necesarias para el buen funcionamiento de ambos sistemas.
2. Instalación de la base de datos de producción de los 2 sistemas relacionados en el servidor de producción de SISTAM.
3. Instalación de las versiones finales de los códigos fuentes en el servidor de producción de SISTAM.
4. Poblamiento de la base de datos de producción con los datos de carga inicial definidos para tales efectos, lo cual implicó extraer de la base de datos del sistema 138 de MINSAL la información de todos los establecimientos que están declarando actualmente en el sistema WEB de COV
5. Se realizó un proceso de verificación y validación completa de las funcionalidades de ambos sistemas en el servidor de producción. Este proceso de validación comprende pruebas en los sistemas en forma independiente como pruebas de integración.
6. Se realizaron pruebas lógicas de funcionamiento utilizando información establecimientos y usuarios de prueba (generados y utilizados en la etapa de implementación en el servidor de prueba, a partir de casos piloto de declaración con algunas empresas). Estas pruebas incluyeron la revisión de otros módulos del sistema como: ingreso, modificación e eliminación de datos de las declaraciones, envío/recepción de emails, generación de reportes, aprobación/rechazo de declaraciones, integración con declaraciones DS138 mixtas y navegación entre los diferentes módulos.
7. Finalizada todas las actividades anteriores se procedió a implementar la base de datos de producción con información inicial pero en esta etapa sólo con los establecimientos que están declarando actualmente en forma voluntaria.

8. Al finalizar el proyecto se actualizará cada uno de los manuales (formato PDF) de los sistemas involucrados. A su vez se creará un manual de administración y configuración del sistema para el departamento de informática de la institución.
9. El 27 de Septiembre de 2011, se realizó una capacitación de un día (4 horas) a los usuarios industriales, la SEREMI de Salud, Seremi del Medio Ambiente, donde se mostraron las nuevas funcionalidades del sistema de declaración 138/COV y se efectuó una capacitación práctica en el uso del sistema.

En CD adjunto al presente informe se incluyen las presentaciones efectuadas como parte de dicha capacitación y en Anexo 2 se entregan antecedentes de dicho taller incluyendo a lista de participantes.

10. El mismo día 27 de Septiembre de 2011, se inscribieron participantes en forma voluntaria para declarar en el sistema cuya lista se entrega en el anexo 3.
11. Finalmente para facilitar el trabajo de la Autoridad, el equipo consultor preparó un borrador de resolución para la declaración de emisiones, la cual se presenta en el anexo 4.

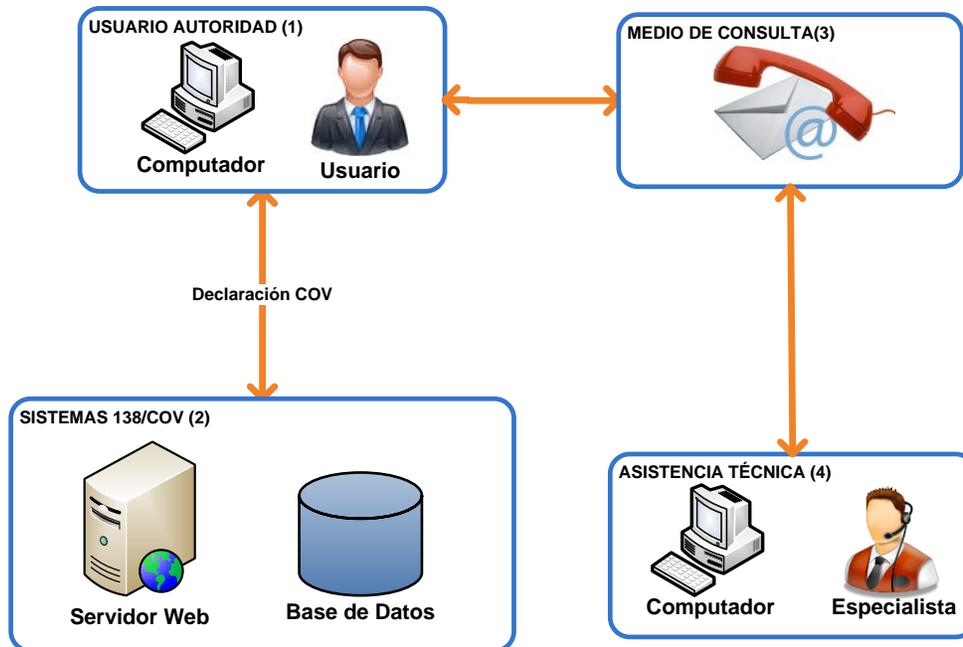
### **6.1.3 Apoyo técnico e informático en la operación del sistema de declaración de emisiones de COV Web.**

Para el apoyo en el uso del sistema hacia los usuarios industriales, autoridades regionales y para al usuario administrador del Ministerio de Salud, se implementó un manual de usuario, el cual está disponible en <http://190.196.160.69/sistam/desarrollo/DS138/> para su descarga. Además dicho manual se adjunta como documento en el CD del presente informe.

Para apoyo técnico e informático se ha dispuestos de un mail: [sistam@sistam.cl](mailto:sistam@sistam.cl) y del teléfono 02-9464061, la persona de contacto es Lincoln Norambuena Castro.

El objetivo de esta asistencia es que un especialista del equipo consultor responda mediante correos electrónicos o acceso telefónico, las consultas realizadas por las autoridades regionales en horario de oficina. Además se han complementado las ventanas de ayuda en el sistema, lo cual se presenta en la sección de mejoras al sistema dentro del presente informe.

En el siguiente esquema se presenta el tipo de servicio que se está ofreciendo.



**Figura 8: Diagrama de apoyo técnico e informático**

- (1) Usuarios Autoridad: usuarios autoridades regionales del sistema, que tengan consultas técnicas e informáticas en el uso o funcionalidades del sistema.
- (2) Sistemas 138/COV: componente servidor de producción con dirección de internet pública (URL) disponible para acceso de los usuarios.
- (3) Medio de Consultas: correo electrónico dispuesto por el equipo consultor y teléfono fijo de Santiago para consultas directas de los usuario industriales declarantes.
- (4) Asistencia Técnica: persona del equipo consultor, encargada de responder las consultas de los usuarios del sistema, mediante los medios dispuestos para dicho fin.

A la fecha la principal actividad de apoyo ha sido la administración de solicitudes de creación de usuarios en el sistema, las cuales envían los industriales a la Autoridad para su aprobación. En la siguiente imagen se presenta el formulario de evaluación de dichas solicitudes el cuya administración está siendo apoyada por SISTAM. Como resultado de este proceso ya se posee una lista de establecimientos declarando en el sistema con usuarios asignados cuya lista se presenta en la siguiente tabla.

**F138** **Declaración de Emisiones de Fuentes Fijas**  
**ADMINISTRACION DE SOLICITUDES**

USUARIO: wfoich ADM MINSAL VOLVER

**ADMINISTRADOR DE SOLICITUDES**

ESTABLEZCA LAS CONDICIONES DE BUSQUEDA

Estado Solicitud	Cualquiera
Tipo de Solicitud	Cualquiera
Fecha Solicitud	Mes Actual

Nro de solicitudes: 4

ELIMINAR	Nro Solicitud	Fecha Sol	Usuario Solicitante	REG	EMPRESA	ESTABLECIMIENTO	Tipo de Solicitud	Estado de la Solicitud	ANALIZAR
<a href="#">ELIMINAR</a>	7085	26/10/2011	BORIS PIZARRO VILCHES [11748847 - 0]	13	AUSTRAL CHEMICALS CHILE S.A.	FABRICA CARRASCAL	NUEVO ESTABLECIMIENTO	Resuelta- APROBADA	<a href="#">ANALIZAR</a>
<a href="#">ELIMINAR</a>	7084	20/10/2011	JUAN MIGUEL VERA LOPEZ [16570209 - 3]	13	MARINETTI S.A.	MARINETTI S.A.	NUEVO ESTABLECIMIENTO	Resuelta- APROBADA	<a href="#">ANALIZAR</a>
<a href="#">ELIMINAR</a>	7083	14/10/2011	JUAN CARLOS ESPINOZA PRIETO [6718608 - 7]	13	ARTEL S.A.I.C.	ARTEL	NUEVO ESTABLECIMIENTO	Resuelta- APROBADA	<a href="#">ANALIZAR</a>
<a href="#">ELIMINAR</a>	7082	11/10/2011	benjamin cervantes riveros [22391395 - 4]	13	Cervantes	transportes cervantes	NUEVO ESTABLECIMIENTO	Resuelta- APROBADA	<a href="#">ANALIZAR</a>

**Figura 9: Formulario de administración de las solicitudes de nuevos establecimientos para la declaración de COV**

**Tabla 2: Establecimientos creados en el sistema 138**

est_nreg	emp_rut	est_nombre	est_desc_proc
EIND005277-3	91337000	PLANTA POLPAICO - TIL TIL	FABRICACION DE CEMENTO
EIND007706-3	92846000	HARTING SA	FABRICA DE RESINAS Y EMULSIONES DE ACETATO DE POLIVINILO.
EIND006776-3	80853400	CLARIANT COLORQUIMICA CHILE LTDA	USO DEL VAPOR PARA INTERCAMBIO DE CALOR PRODUCCION DE PRODUCTOS
EIND005270-3	89996200	ENVASES DEL PACIFICO S.A.	IMPRESION DE ENVASES FLEXIBLES HASTA 9 COLORES MEDIANTE SISTEMA DE HUECO GRABADO O FLEXOGRAFIA
EIND007578-3	80326500	OXIQUIM S.A.	ALMACENAMIENTO DE SUSTANCIAS QUIMICAS
EIND007708-3	92642000	ARTEL	FABRICACION DE TINTAS Y PINTURAS
EIND007709-3	91362000	MARINETTI S.A.	EL PROCESO CONSISTE EN LA IMPRESION A TRAVES DEL SISTEMA OFFSET, DE TINTAS EN BASE A AGUA .
EIND007710-3	90997000	AUSTRAL CHEMICALS CHILE S.A.	FABRICACION DE SILICATO DE SODIO Y ESPECIALIDADES QUIMICAS

Fuente: Sistema 138 unificado

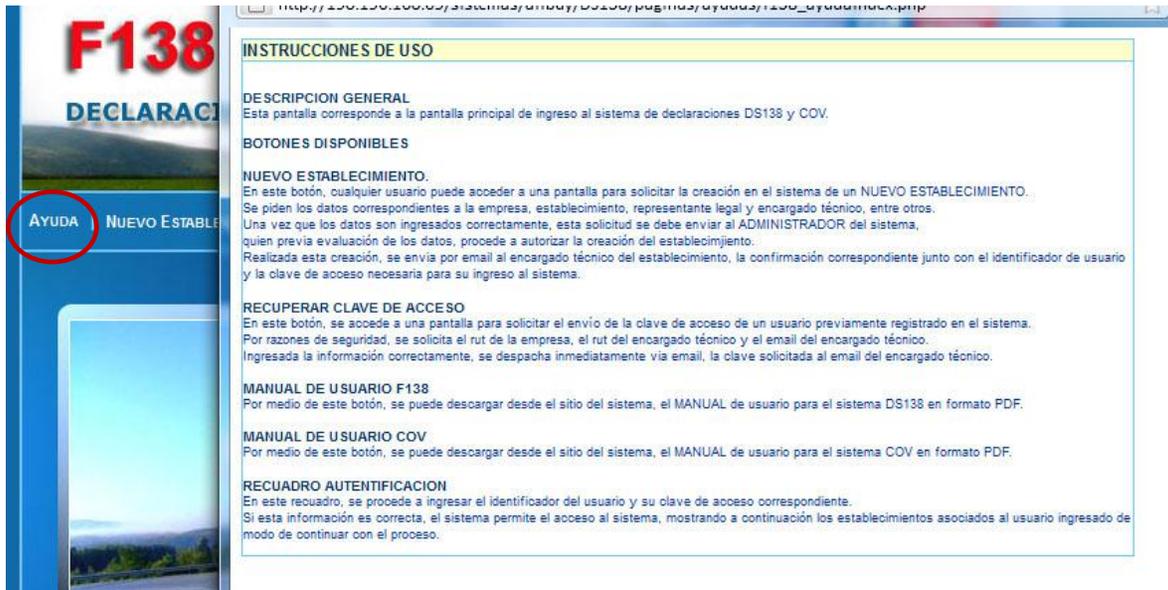
#### 6.1.4 Incorporación de Mejoras y Adecuaciones al Sistema Web

Respecto de las mejoras de los sistemas, estas estuvieron orientadas específicamente a la corrección de errores y problemas que no fueron detectados en el periodo de pruebas en la plataforma de producción. Esto ha ido siendo solucionado en forma oportuna y rápida por el equipo consultor. Además se han ido incorporando nuevas mejoras al sistema.

A continuación se describen las mejoras incorporadas al sistema en el marco del presente proyecto:

**a. Interfaz mejorada (botones de ayuda)**

Se ha desarrollado un mecanismo de acceso para acceder a pantallas de ayuda en el sistema. Se describen a continuación algunas de éstas implementadas en la Pantalla de entrada en el sistema integrado, Lista de establecimientos del usuario, Declaraciones de establecimientos, Formularios de Ingreso, Formulario F1, Formulario F2, Formulario F3A, Formulario F3B y Formulario 4.



**Figura 10: Ayuda en la pantalla de entrada en el sistema integrado.**

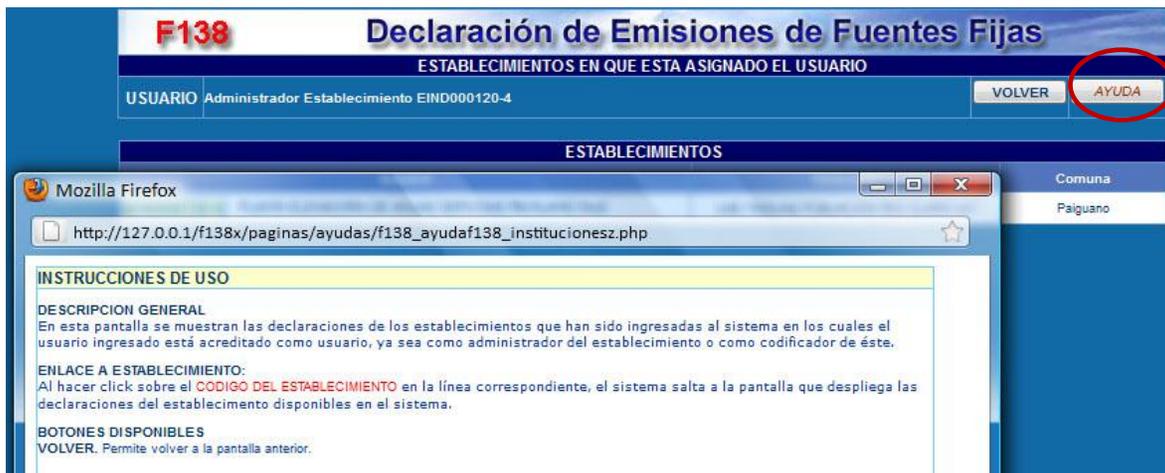


Figura 11: Ayuda para generar Lista de establecimientos del usuario.

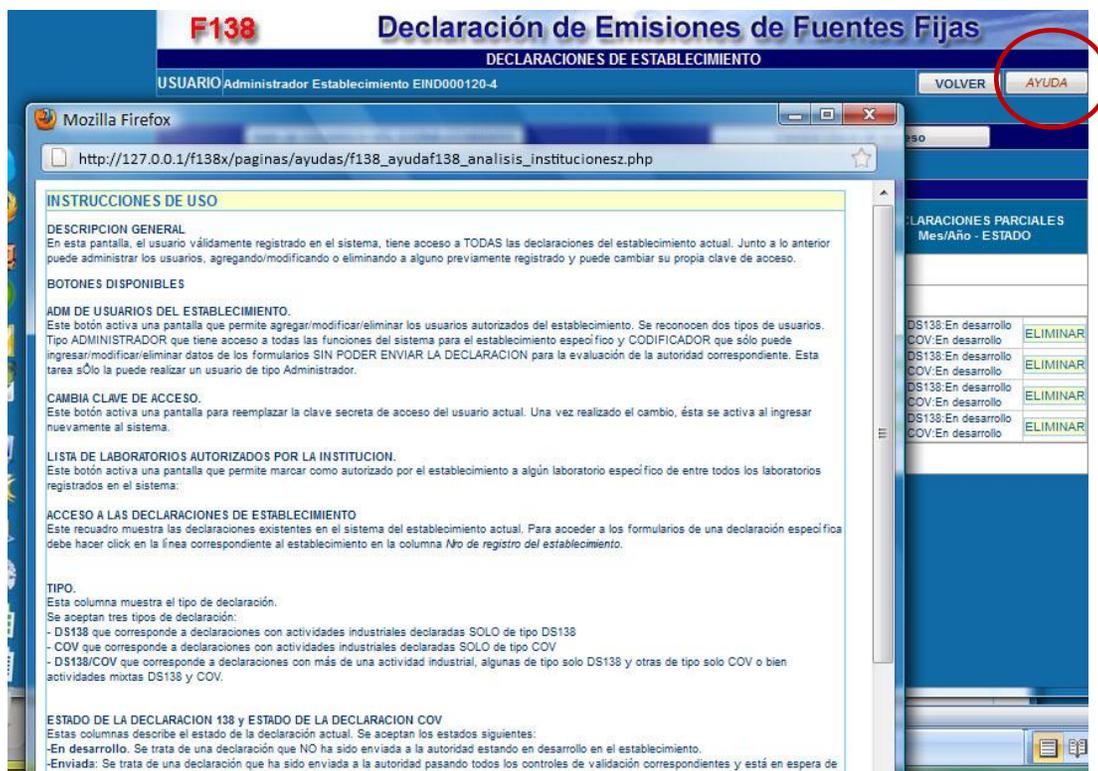


Figura 12: Ayuda en la Declaraciones del establecimiento

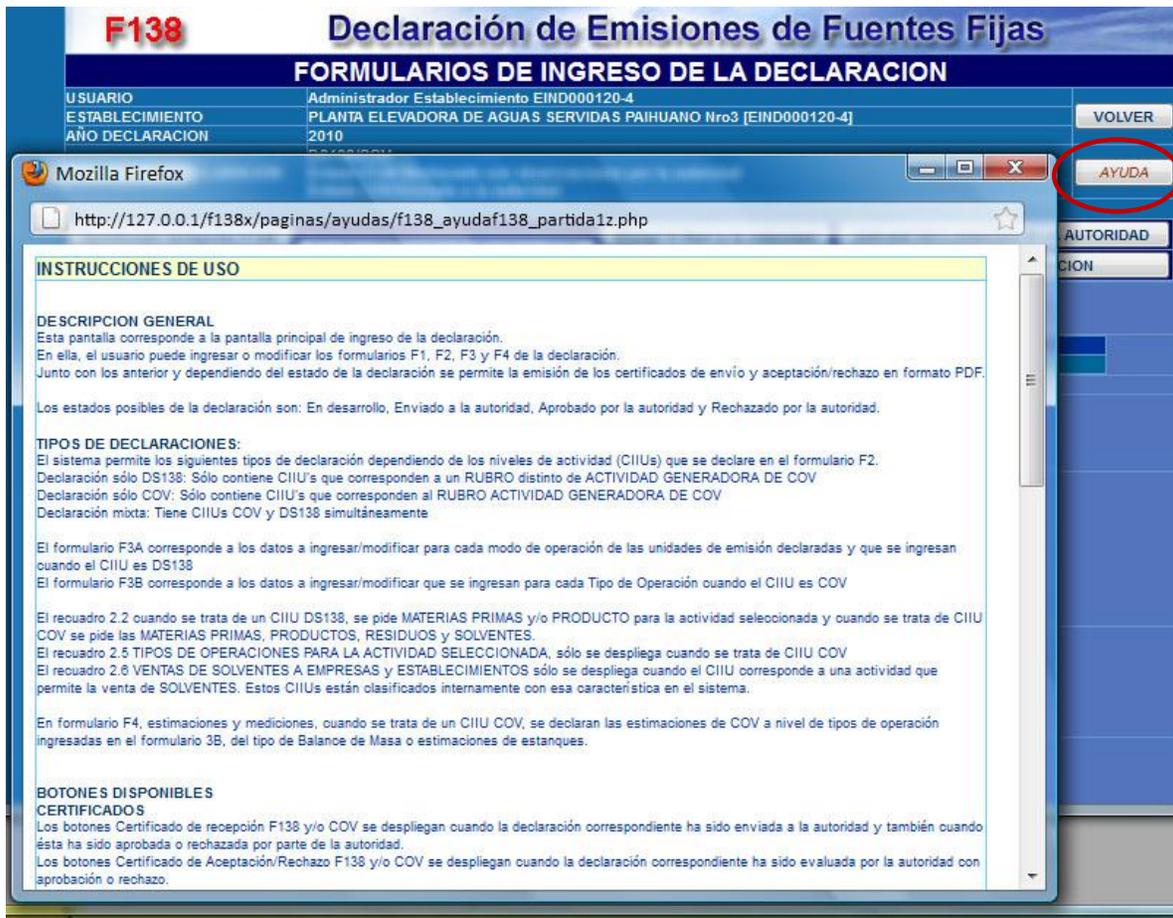


Figura 13: Ayuda en el Formularios Ingreso de la declaración.

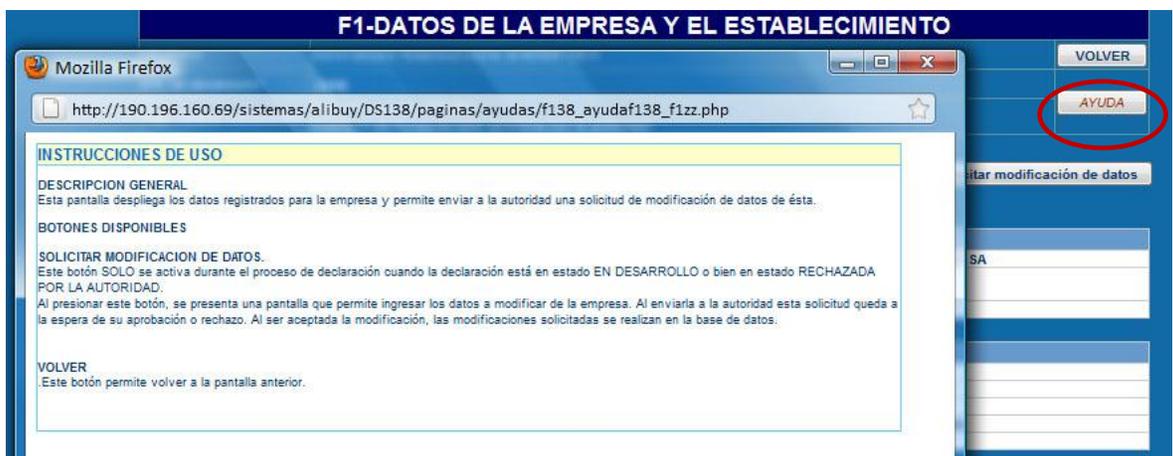


Figura 14: Ayuda en el Formulario F1.

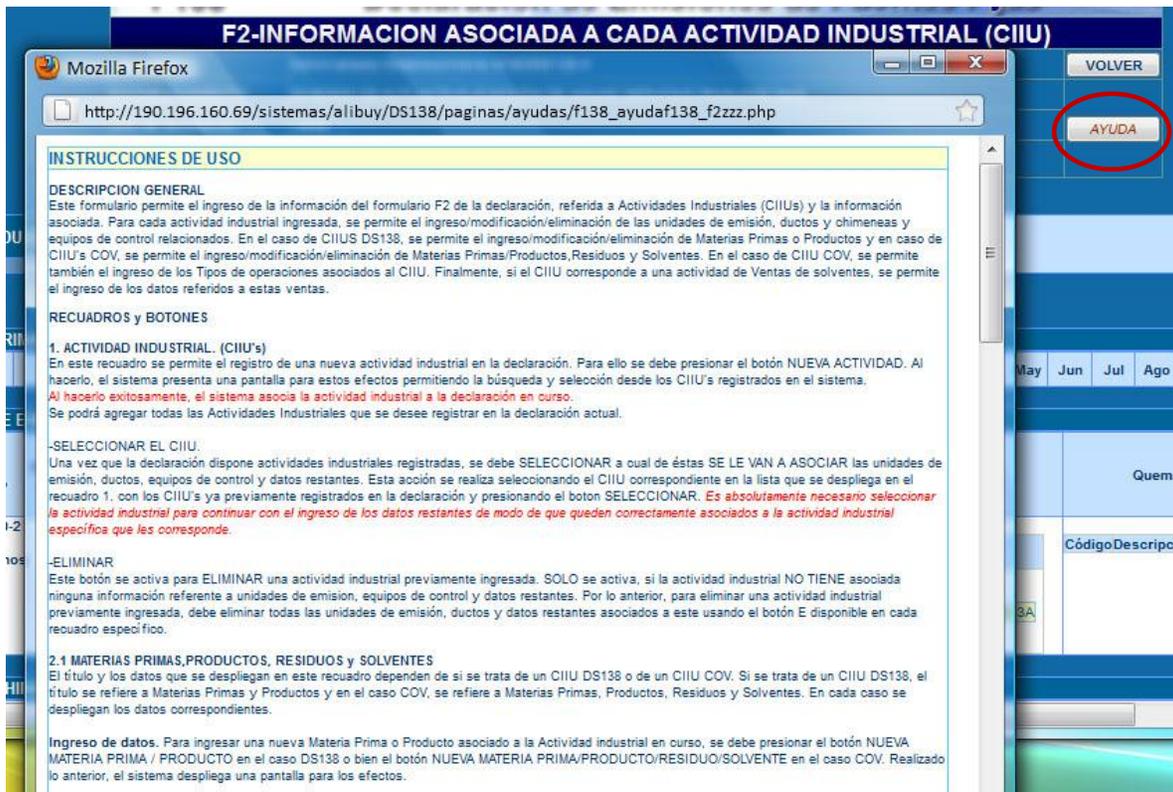


Figura 15: Ayuda en el Formulario F2

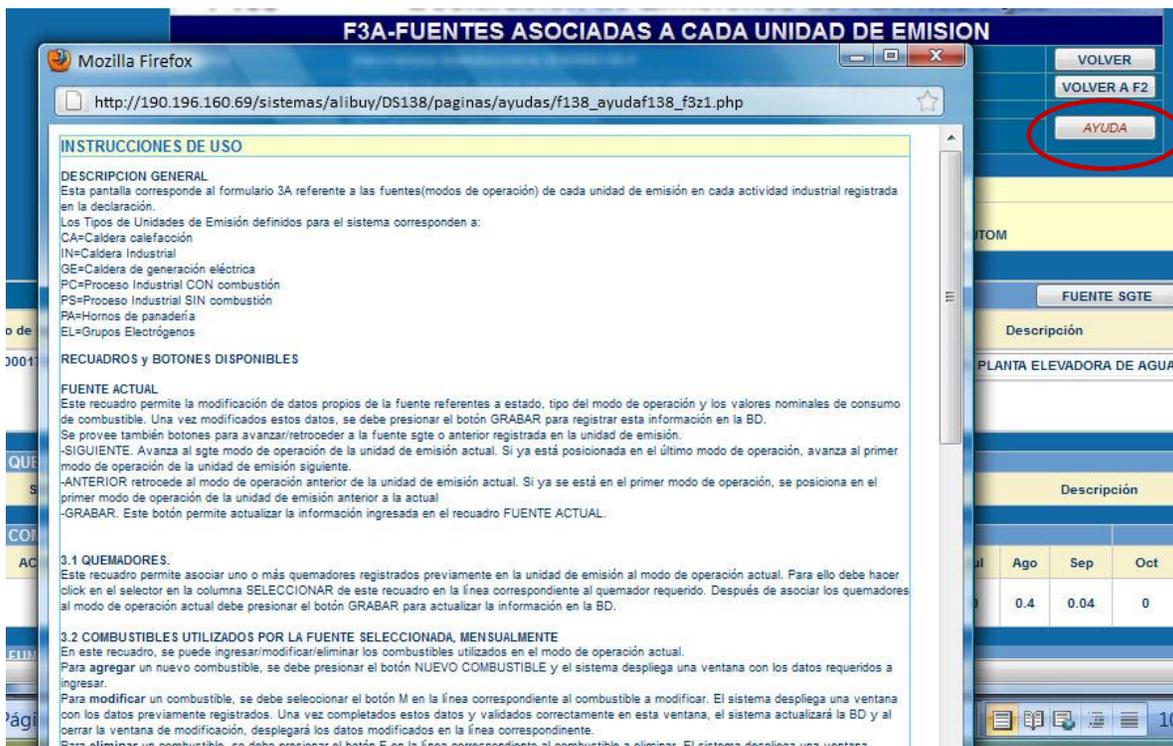


Figura 16: Ayuda en el Formulario F3A.

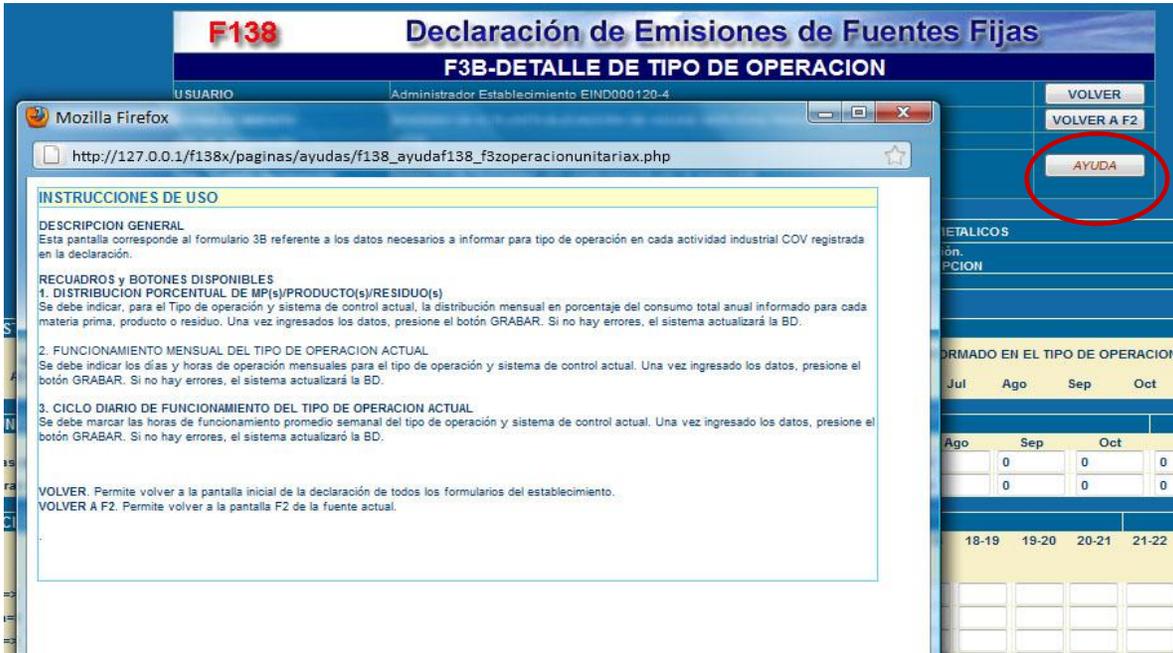


Figura 17: Ayuda en el Formulario F3B

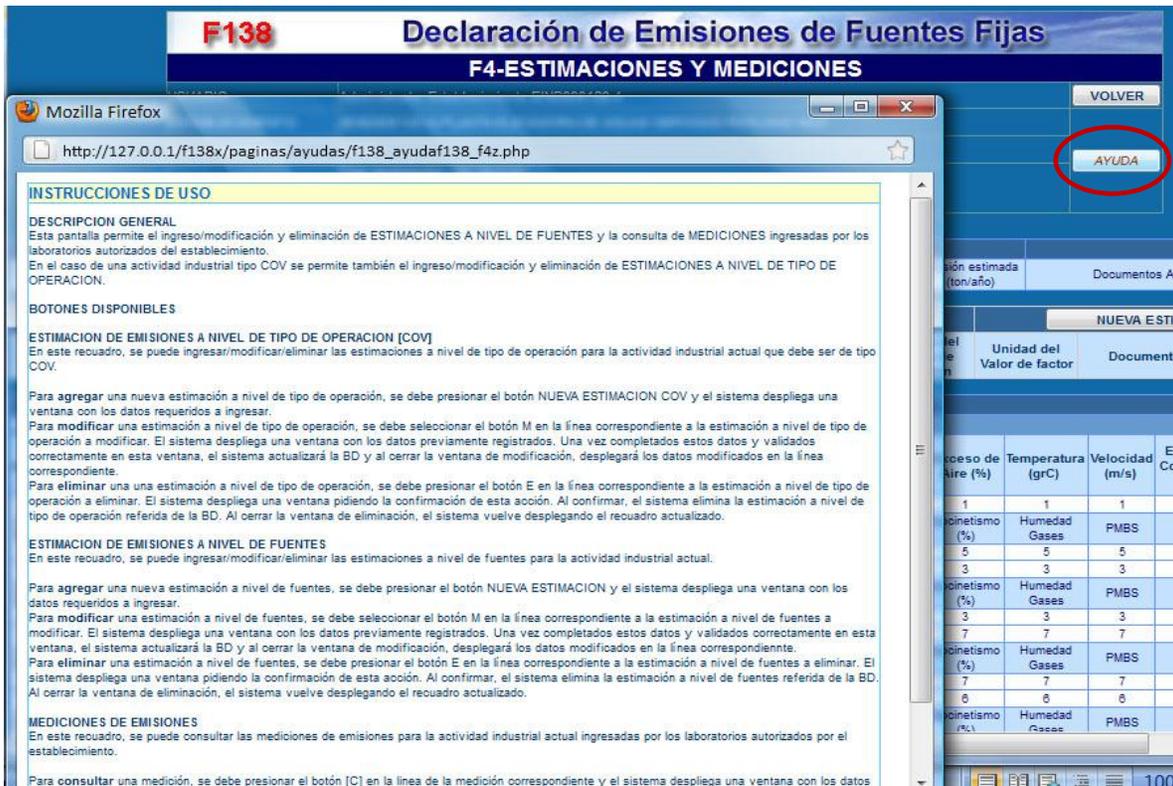


Figura 18: Ayuda en el Formulario F4.

## b. Nuevo mecanismo de recuperación de claves de acceso

Se ha desarrollado un procedimiento de recuperación de clave de acceso de los usuarios que no requiere ser visado por el administrador. Para poder despachar vía email, la clave de acceso solicitada se exige, como mecanismo de seguridad, el ingreso de información relevante preexistente en el establecimiento, como se indica en la pantalla a continuación y que se refiere a RUT de empresa y encargado técnico, número de registro del establecimiento y email del encargado técnico



INGRESE DATOS REQUERIDOS	
Nro de registro del establecimiento	Formato: EIND0xxxxx-X
Rut Encargado técnico	(rut sin espacios ni puntos)
Rut de la empresa	(rut sin espacios ni puntos)
E-mail encargado técnico	

**Figura 19: Solicitud de Clave de Acceso.**

## c. Bitácora de estados

Se ha desarrollado en el sistema una bitácora de los estados por los que va pasando una declaración en particular. Desde “En desarrollo”, “Enviada a la Autoridad” hasta “Aceptada” o “Rechazada” indicando fecha y usuario relevante (administrador en caso de aprobación o rechazo y usuario industrial en el caso de envío a la autoridad). Esta bitácora se accede desde la pantalla “Formularios de Ingreso de la Declaración”, en el botón BITACORA DE ESTADOS, como se indica en la figura siguiente.

**F138** **Declaración de Emisiones de Fuentes Fijas**  
**FORMULARIOS DE INGRESO DE LA DECLARACION**

USUARIO	Administrador Establecimiento EIND000120-4	
ESTABLECIMIENTO	PLANTA ELEVADORA DE AGUAS SERVIDAS PAIJUANO Nro3 [EIND000120-4]	VOLVER
AÑO DECLARACION	2010	
TIPO / ESTADO DECLARACION	DS138/COV Estado F138:Rechazado con observaciones por la autoridad Estado COV:Enviado a la autoridad	AYUDA

FORMULARIOS DE INGRESO DE LA DECLARACION

**BITACORA DE ESTADOS**  
**OBSERVACIONES**

Mozilla Firefox  
 http://127.0.0.1/f138x/paginas/f138\_bitacoraestados.php?est\_nreg=EIND000120-4&anio\_dec=2010&nro\_dec=0

**F138** **Declaración de Emisiones de Fuentes Fijas**

ESTABLECIMIENTO	PLANTA ELEVADORA DE AGUAS SERVIDAS PAIJUANO Nro3	
AÑO DECLARACION	2010	CERRAR
Usuario conectado	Administrador Establecimiento EIND000120-4	

BITACORA DE ESTADOS		
Usuario	ACCION	FECHA ACCION
wfolch	Rechazada por la autoridad	23/05/2011
wfolch	Rechazada por la autoridad	23/05/2011
wfolch	Aceptada por la autoridad	23/05/2011
wfolch	Aceptada por la autoridad	23/05/2011
wfolch	Aceptada por la autoridad	23/05/2011
wfolch	Aceptada por la autoridad	23/05/2011
ADM000120	Enviada a la autoridad	23/05/2011

n declaradas en

**Figura 20: Bitácora de Estado.**

**d. Incorporación de Informes de Gestión.**

Por solicitud de la Autoridad Sanitaria de la R.M. se han incorporado informes de gestión para el usuario administrador técnico dentro del formulario 138 en forma equivalente a los diseñados dentro de del portal de administración de declaraciones de COV. Esto permitirá generar mediante variados filtros, reportes de empresas y establecimientos del sistema, unidades de emisión y estado de cumplimiento de las declaraciones. En todos los casos estos reportes pueden ser exportados a planillas Excel. En las siguientes imágenes se presentan algunos de estos nuevos formularios:

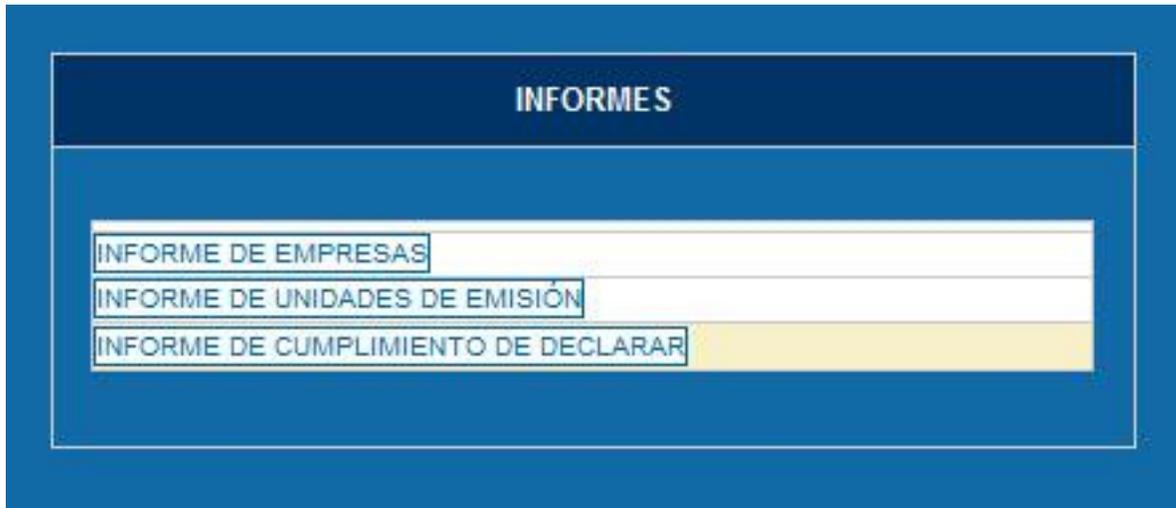


Figura 21: Informes del 138 para el usuario administrador técnico.



Figura 22: Filtros para la generación del reporte de empresas y establecimientos.

INFORME DE EMPRESAS Y ESTABLECIMIENTOS											
										Generar Excel	VOLVER
EMPRESA		ESTABLECIMIENTO			DECLARACIONES						
N	RUT	RAZÓN	NRO REGISTRO	NOMBRE	DIRECCIÓN	REGION	DOMINIO	ESTADO DECLARACIÓN	AÑO	CÓDIGO	ACTIVIDAD
											DESCRIPCIÓN
1	89996200	ENVASES DEL PACIFICO S.A.	EIND005270-3	ENVASES DEL PACIFICO S.A.	CAMINO A MELIPILLA	Region Metropolitana de Santiago	Maipo	En desarrollo	2009	D210200	FABRICACIÓN DE PAPEL Y CARTÓN ONDULADO Y DE ENVASES DE PAPEL Y CARTÓN
2	92840000	Harting SA	EIND007796-3	Harting SA	Av. Presidente Edo. Frei Montalva	Region Metropolitana de Santiago	Quilicura	En desarrollo	2009		
3	91362000	MARINETTI S.A.	EIND007768-3	MARINETTI S.A.	AMERCO VESPUCCIO NORTE	Region Metropolitana de Santiago	Rancía	En desarrollo	2010		
4	80325500	OXIGIM SOCIEDAD ANONIMA	EIND007578-3	Oxigim SA	Cañaveras	Region Metropolitana de Santiago	Quilicura	En desarrollo	2009		

Figura 23: Despliegue de la información de empresas.

**INFORME DE UNIDADES DE EMISIÓN**

**ESTABLEZCA LAS CONDICIONES DE BÚSQUEDA**

DATOS EMPRESA		DATOS ESTABLECIMIENTO	
RUT		Nombre	
Razon Social		Nro Registro	
		Región	Todas
		Comuna	-Seleccionar-
DECLARACIÓN		UNIDADES DE EMISIÓN	ACTIVIDADES
Estado Declaración	Seleccione	Nro de Registro	
Año Declaración	Todos	Descripción	Ciiu-descripción
<input type="button" value="VER INFORME"/>			

**Figura 24: Filtros para la generación del reporte de unidades de emisión del sistema.**

**INFORME**

EMPRESA		ESTABLECIMIENTO						DECLARACIONES		UNIDADES DE EMISION				MODO DE OPERACION				CONSUMO COMBUSTIBLE UTILIZADO EN								
N	RUT	RAZÓN	NRO REGISTRO	NOMBRE	DIRECCIÓN	REGION	COMUNA	ESTADO DECLARACIÓN	AÑO	NRO DE REGISTRO	DESCRIPCIÓN	TIPO	DESCRIPCIÓN	NRO REGISTRO	DESCRIPCIÓN	TIPO DE MODO DE OPERACION	CCPS	ESTADO	COMBUSTIBLE	UNIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	
1	00900200	ENVASES DEL PACIFICO S.A.	EIND005270-3	ENVASES DEL CAMINO A PACIFICO S.A. MELIPILLA		Region Metropolitana de Santiago	Maipo	En desarrollo	2009	CA001464-0	CALDERA DE FLUIDO TERMICO	CA	Caldera calefaccion													
2	00900200	ENVASES DEL PACIFICO S.A.	EIND005270-3	ENVASES DEL CAMINO A PACIFICO S.A. MELIPILLA		Region Metropolitana de Santiago	Maipo	En desarrollo	2009	CA001465-0	CALDERA DE FLUIDO TERMICO	CA	Caldera calefaccion													
3	00900200	ENVASES DEL PACIFICO S.A.	EIND005270-3	ENVASES DEL CAMINO A PACIFICO S.A. MELIPILLA		Region Metropolitana de Santiago	Maipo	En desarrollo	2009	CA001466-0	CALDERA DE FLUIDO TERMICO	CA	Caldera calefaccion													
4			EIND000120-4	PLANTA ELEVADORA DE AGUAS SERVIDAS RUMUANO NROS	LA VEGUA POSLACION RIO CLARO	Coquimbo	Paiquano	Aceptada	2009	EL0001179-0	RESPALDO PLANTA ELEVADORA DE AGUAS SERVIDAS RUMUANO NROS	EL	Grupos Electrogenos													

**Figura 25: Despliegue (parcial) de la información de las unidades de emisión.**

**INFORME DE CUMPLIMIENTO DE DECLARAR**

**ESTABLEZCA LAS CONDICIONES DE BÚSQUEDA**

DATOS EMPRESA		DATOS ESTABLECIMIENTO	
RUT		Nombre	
Razon Social		Nro Registro	
		Región	Todas
		Comuna	-Seleccionar-
DECLARACIÓN			
Estado Declaración	Sin Declaración enviada		
Año Declaración	2010		
<input type="button" value="VER INFORME"/>			

**Figura 26: Filtros para la generación del reporte de cumplimiento de la obligación de declarar.**

**INFORME DE CUMPLIMIENTO DE DECLARAR 2010**

EMPRESA		ESTABLECIMIENTO						DECLARACIONES			
N	RUT	RAZÓN	NRO REGISTRO	NOMBRE	DIRECCIÓN	REGION	COMUNA	NOMBRE ENCARGADO TECNICO	MAIL ENCARGADO TECNICO	ESTADO DECLARACIÓN	AÑO
1	91362000	MARINETTI S.A.	EIND007709-3	MARINETTI S.A.	AMERICO VESPUCIO NORTE	Region Metropolitana de Santiago	Renca	JUAN MIGUEL VERA LOPEZ	Juan.Vera@mm-marinetti.com	En desarrollo	2010

**Figura 27: Despliegue de la información.**

**e. Posibilidad de imprimir reportes para el declarante.**

Se ha implementado al declarante la posibilidad de generar reportes de su declaración ya sea en forma total o parcial, tal como pude ser observado en la siguiente figura:

**F138** **Declaración de Emisiones de Fuentes Fijas**

**IMPRIMIR DECLARACION**

USUARIO	Administrador Establecimiento EIND000120-4	VOLVER
ESTABLECIMIENTO	[EIND000120-4] PLANTA ELEVADORA DE AGUAS SERVIDAS PAIHUANO Nro3	
AÑO DECLARACION	2009	
TIPO / ESTADO DECLARACION	DS138/COV Estado F138:Rechazado con observaciones por la autoridad Estado COV:Rechazado con observaciones por la autoridad	AYUDA

**OPCIONES DE IMPRESION**

==>> [TODA LA DECLARACION](#)

F1	<a href="#">Datos de la empresa y el establecimiento</a>
F2 sin F3	<a href="#">Información asociada a cada actividad industrial (CIU) - SIN DETALLE de F3 [Fuentes y/o Tipos de operación]</a>
F2 con F3	<a href="#">Información asociada a cada actividad industrial (CIU) - CON DETALLE de F3 [Fuentes y/o Tipos de operación]</a>
F4	<a href="#">Estimaciones correspondientes a fuentes asociadas a Unidades de Emisión declaradas para CIUs DS138 y a nivel de tipos de operación para CIUs COV</a>
F4	<a href="#">Mediciones correspondientes a fuentes de laboratorios autorizados por el establecimiento.</a>

**Figura 28: Generación de reportes de formularios declarados.**

**f. Integración de los proyectos de instrumentación.**

Si bien los proyectos de instrumentación no están relacionados necesariamente con la declaración de COV, si no, con exigencias para otros contaminantes, la Autoridad Sanitaria de la R.M. solicitó la incorporación de los proyectos de instrumentación al sistema 138 para poder utilizar en forma integrada esta plataforma para el control de fuentes fijas y emisiones de COV. En las siguientes figuras se presentan los formularios desarrollados:

DECLARACIONES DE ESTABLECIMIENTO EIND000120-4							
Nro de registro establecimiento	AÑO DECLARACIÓN	TIPO	ESTADO DE LA DECLARACION 138	ESTADO DE LA DECLARACION COV	COMPLETAR / CREAR DECLARACION AÑO SGTE	CREAR NUEVA DECLARACION PARCIAL	DECLARACIONES PARCIALES Mes/Año - ESTADO
<a href="#">EIND000120-4</a>	2008	DS138	Recepcionado conforme por la autoridad	-			
<a href="#">EIND000120-4</a>	2009	DS138/COV	Rechazado con observaciones por la autoridad	Rechazado con observaciones por la autoridad			
<a href="#">EIND000120-4</a>	2010	DS138/COV	En desarrollo en el establecimiento	En desarrollo en el establecimiento	<a href="#">Completar/Crear Declaración año 2011</a>	<a href="#">CREAR</a>	

PROYECTOS DE INSTRUMENTACION					
CONSULTAR	N° Proyecto	Descripción del proyecto	Fecha de presentación	Fecha de calificación	Estado
<a href="#">CONSULTAR</a>	000001	Prueba de proyecto	03/08/2011	03/08/2011	En evaluación

Los datos generales del proyecto de instrumentación así como las unidades de emisión asociadas se pueden consultar y corresponden a los siguientes:

Antecedentes del proyecto	
N° Proyecto	000001
Descripción del proyecto	Prueba de proyecto
N° Oficina de partes	111
Fecha de presentación	03/08/2011
Fecha de calificación	03/08/2011
ESTADO DEL PROYECTO	EN EVALUACION
Fecha de aprobación	09/08/2011
Número de (folio de) resolución de aprobación	11
Fecha de rechazo	
Fecha del informe técnico	25/08/2011
Número de informe técnico	11
Número de memo de informe técnico	11
Fecha de salida del informe técnico	

OBSERVACIONES DEL PROYECTO DE INSTRUMENTACION			
#	FECHA	USUARIO	OBSERVACION
1	10/08/2011	ADM000120	asxdc bb bb hh bb bb vv

Unidades de emisión y Modos de operación incluidos en el proyecto de instrumentación									
#	Nreg Unidad de Emisión	Nro Reg AASS	Descripción de la unidad de emisión	Tipo unidad de emisión	Nreg Modo operación	Descripción del modo de operación	Clasificación SCC del modo de operación	Información relacionada a la captura de información	INCLUIDO
1	CA002905-2	123456	qwswxaaaa	CA-Caldera calefaccion	CA002905M01-2	CALDERAGAS NATURAL	[10200601][>-100 Millon Btu/hr]		NO Includido
2	CA002905-2	123456	qwswxaaaa	CA-Caldera calefaccion	CA002905M02-2	CALDRA PES	[10200402][Petroleo N S 10 -100 millon Btu/hr]		NO Includido
3	EL000179-2		RESPALDO PLANTA ELEVADORA DE AGUAS SERVIDAS PAIHUANO N	EL-Grupos Electrogenos	EL000179M01-2	RESPALDO SITEMA ELECTRICO PLANTA ELEVADORA DE AGUAS SERVIDAS PAIHUANO NRO3 .	[20200102][Grupos electrogenos]		NO Includido
4	P.S001640-5	----	PROCESO COV UNITARIO EJEMPLO	PS-Procesos Industriales sin combustion	PS001640M01-5	ssssssss	[30400305][Operacon templado]	CONSULTAR DATOS	INCLUIDO

Documentación asociada al proyecto de instrumentación	
Tipo de documento	Nombre del archivo
Informe técnico asociado al proyecto	med.txt
Diagrama de la planta	ORDINARIO.txt
Plano eléctrico	med.txt
Catálogo de los equipos referidos a instrumentación	ORDINARIO.txt
Detalle del montaje	ORDINARIO.txt

Los datos que registra respecto de la captura de información por el equipo se despliegan en la continuación.

PROYECTOS DE INSTRUMENTACION	
<a href="#">VOLVER</a>	
Antecedentes del proyecto	
N° Proyecto	000001
Descripción del proyecto	Prueba de proyecto
N° Oficina de partes	111
Fecha de presentación	03/08/2011
Fecha de calificación	03/08/2011

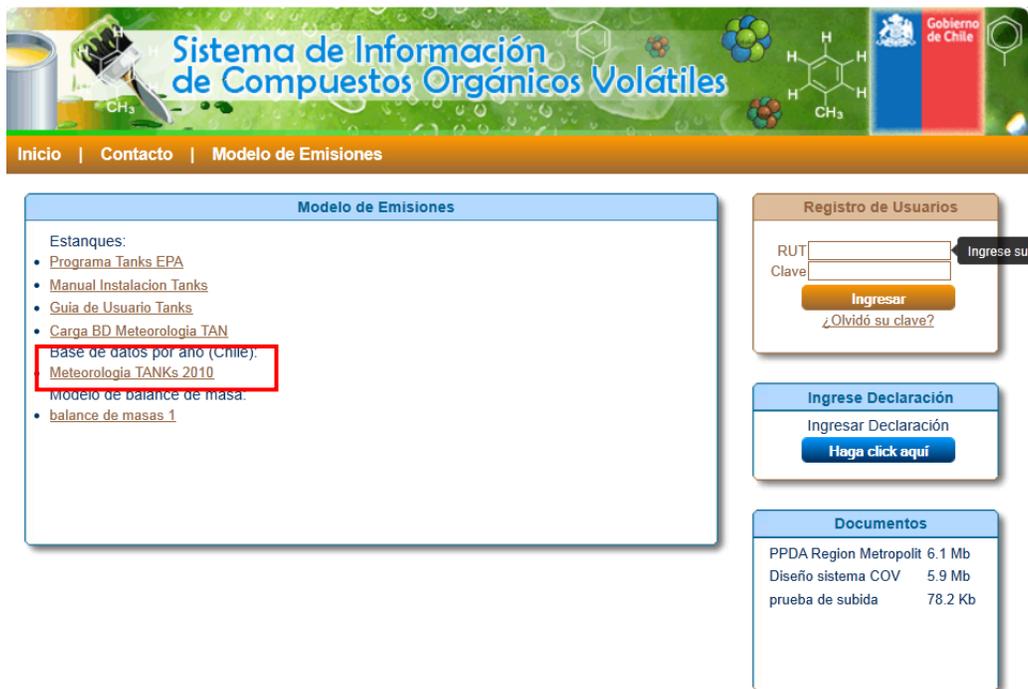
  

Información relacionada a la captura de información	
UNIDAD DE EMISION: PS001640-5	
MODO DE OPERACION: PS001640M01-5	
Datos que registra el equipo	<input checked="" type="checkbox"/> Temperatura <span style="float:right">Tipo de registro de datos</span> Data Logger <input checked="" type="checkbox"/> Consumo de combustible <span style="float:right">Forma de desplegar la información</span> Forma 2 <input type="checkbox"/> Caudal <span style="float:right">Tiempo mínimo de captura de información</span> 5 minutos

Figura 29: Formularios relacionados a los proyectos de instrumentación del sistema 138 unificado.

**g. Otras mejoras a los sistemas.**

- Se subió dentro del portal de COV, la base meteorológica para usar el sistema Tanks el año 2010.



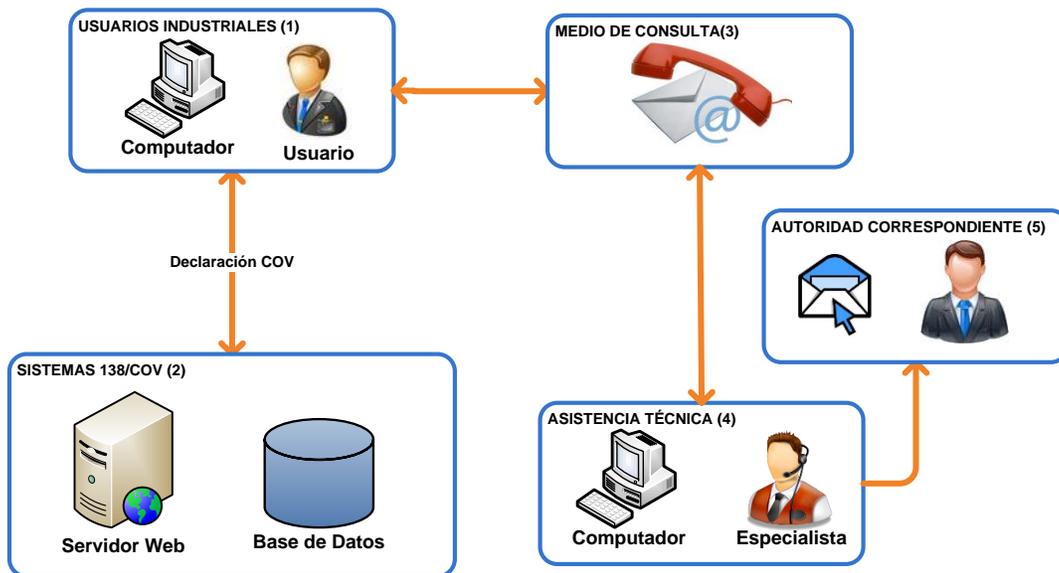
**Figura 30: base de datos con meteorología 2010 para uso del sistema Tanks en la R.M.**

- Dentro del sistema 138, en el caso de actividades CIU que declaran COV, formulario 2, se corrigió el ingreso de materias primas y ahora el sistema permite en forma simultánea que el usuario ingrese materias primas y productos que contengan o no solventes.
- Otros errores menores de operación.

### **6.1.5 Asistencia técnica e informática a los establecimientos declarantes durante el proceso de declaración.**

Al igual que en el caso de la Autoridad, para la asistencia a los declarantes, se incorporó un especialista técnico e informático de los sistemas, para dar apoyo en el uso del mismo. El apoyo a consultas del especialista, es por medio de correo electrónico y acceso telefónico.

Tal como ya fue mencionado, se ha dispuesto de un mail: [sistam@sistam.cl](mailto:sistam@sistam.cl) y del teléfono 02-9464061, la persona de contacto es Lincoln Norambuena Castro quien derivará la consulta al especialista requerido según el caso. En la siguiente figura se presenta en forma esquemática la asistencia considerada:



**Figura 31: Diagrama de asistencia técnica**

- (1) Usuarios Industriales: usuarios industriales del sistema, que tengan consultas técnicas e informáticas en el uso o funcionalidades del sistema.
- (2) Sistemas DS138/COV: componente servidor de producción con dirección de internet pública (URL) disponible para acceso de los usuarios.
- (3) Medio de Consultas: correo electrónico dispuesto por el equipo consultor y teléfono fijo de Santiago para consultas directas de los usuario industriales declarantes.
- (4) Asistencia Técnica: persona del equipo consultor, encargada de responder las consultas de los usuarios del sistema, mediante los medios dispuestos para dicho fin.
- (5) Autoridad Correspondiente: en caso que las consultas de los usuarios industriales sea competencia directa de las autoridades, éstas serán derivadas mediante correos electrónicos.

En el caso de empresas que han accedido a declarar en forma voluntaria previo a la publicación de la Resolución, el equipo consultor a modo de asistencia, ha confeccionado formularios en Excel para ser llenados por los declarantes, lo cual permitió la recolección de a información y con la asistencia del equipo consultor se facilitó su carga al sistema WEB, ahorrando digitación por parte del declarante. Dicha planilla contiene las siguientes hojas:



- Formulario 1

Esta hoja contiene los datos del formulario 1 del sistema WEB y ya ha sido llenada e incorporada al sistema a excepción de 2 establecimientos del piloto.

- Materias Primas 2010 (F2)

Esta hoja contiene un ejemplo y espacios para que el titular complete información relativa a materias primas y productos que contiene o no solventes y residuos que contienen solventes.

- UNID EMISORAS (F2, F3A)

Esta hoja contiene un ejemplo y espacios para que el titular complete información relativa a unidades de emisión, sus modos de operación y la información de actividad de cada modo de operación del formulario 3A.

- TIPO OPER. UNITARIA (F2 Y F3B)

Esta hoja contiene un ejemplo y espacios para que el titular complete información relativa a los tipos de operación unitarias y la información de actividad de cada tipo de operación unitaria del formulario 3B.

- DATOS DE VENTA SOLVENTES (F2)

Esta hoja contiene espacios para que el titular complete información relativa a solventes vendidos a otras empresas. Solo lo completan empresas distribuidoras de solventes.

- FORMULARIO 4

Esta hoja contiene espacios para que el titular complete información relativa a estimaciones asociadas a unidades de emisión, mediciones no oficiales y estimación de operaciones unitarias de COV por medio de balance de masa o uso del modelo Tanks en el caso de estanques.

Finalmente para el caso de estanques de almacenamiento de solventes, el equipo consultor dispuso una ficha para que el titular recopilará en forma fácil la información requerida por el modelo Tanks para cada estanque. En el Anexo 5 se presenta dicha ficha.

#### **6.1.6 Apoyo a la Autoridad en el proceso de revisión de la información declarada.**

A la fecha no ha sido publicada la resolución que establece la obligación de declarar las emisiones de COV según lo establece el PPDA, por tanto esta actividad no ha podido ser ejecutada.

Por su parte, las empresas parte del piloto no han concluido su proceso de declaración, por tanto, todavía no ha sido posible aplicar un método de revisión exploratorio con miras a definir un método a ser aplicado cuando todos los establecimientos que corresponda declaren.

En términos generales los aspectos claves de la declaración a ser evaluados son:

- Correcta identificación de solventes y sus contenidos en materias primas, productos y residuos, tomando como base la ficha de seguridad de los productos y otros antecedentes disponibles como documentación anexa en el sistema WEB.
- Identificación de omisión de materias primas, productos y residuos típicos, característicos de la actividad.
- Declaración de cantidades de materias primas, productos y residuos y sus solventes no coherentes con los balances de masa presentados por la empresa en el formulario 4.
- Coherencia de las unidades y valores reportados.
- Criterios de agrupación de sustancias declaradas. En general esto deberá ser discutido con la Autoridad ya que el sistema sólo permite seleccionar sustancias desde una lista y no es posible crear directamente sustancias o grupos nuevos. En el caso de establecimientos que utilizan una gran número de sustancias se deberá evaluar un posible criterio de agrupación.
- Una correcta identificación, definición y caracterización de los tipos de operación unitarias existentes en el establecimiento incluyendo sus tecnología de control.
- Correcta relación entre los consumos mensuales y las horas mensuales de funcionamiento de los tipos de operación unitarias
- Correcta relación entre unidades de emisión que generan COV y el tipo de operación unitaria al cual pertenece.
- Completitud y correcto llenado de los equipos y actividades que componen un tipo de operación unitaria.
- Correcta distribución de consumo de materias primas, productos y residuos entre los tipos de operación unitaria
- Desarrollo correcto de los balances de masa y/o uso del modelo Tanks para estimar las emisiones de los tipos de operación unitaria del establecimiento.
- Llenando adecuado de la ficha resumen del balance de masa en el formulario 4 en relación a la memoria de cálculo.

- En el caso de estimación con el TANKs se deberá verificar que los archivos del Tanks estén correctamente construidos y que el sistema Tanks entregue efectivamente el valor de emisión reportado en el formulario 4.
- Verificación de ventas de solventes declarada por distribuidores con los consumos declarados

## ***6.2. Procesamiento de Información Obtenida con la Declaración de Emisiones.***

### ***6.2.1. Confección del directorio de empresas y establecimientos emisores de COV.***

Una vez que quede establecida la obligación de declarar mediante la resolución de la Seremi de Salud y declaren todos los establecimientos de la Región Metropolitana, al momento de ingresar y declarar en el 138 el sistema automáticamente identificará según el CIU, si debe o no declarar COV, ya que para el correcto envío de su declaración deberá haber aportado los antecedentes relativos a COV, según si supera o no el umbral de uso de 50 ton/año de solventes.

En forma preliminar se adjunta en el CD un listado de los establecimientos del 138 web que poseen al menos un CIU que debe reportar COV. Ver archivo: "ESTABLECIMIENTOS RM CON CIU COV.xls"

### ***6.2.2. Selección de metodologías de estimación de emisiones a ser utilizadas.***

Para la selección de metodologías de estimación se realizaron las siguientes actividades:

- Selección de factores de emisión disponibles a partir de estudios y publicaciones Internacionales.
- Implementación de balances de masas.
- Uso del Sistema Tanks

A) Análisis de los estudios y publicaciones internacionales revisadas:

- **Inventario de Emisiones de Dinamarca para el uso de solventes en la industria y el hogar, Fauser, P. 2010: Danish Emission Inventory for Solvent Use in Industries and Households.**

National Environmental Research Institute, Aarhus University, Denmark. 47 pp. – NERI Technical Report no. 768. <http://www.dmu.dk/Pub/FR768.pd>

Reporte realizado por el Instituto Nacional Danés de Investigación Ambiental (NERI), el cual presenta una lista de todas las actividades industriales generadores de compuestos orgánicos volátiles no metánicos y recopila las últimas metodologías actualizadas para su estimación, basadas en las directrices del CORINAIR.

Los factores de emisión propuestos son definidos para cada sustancia, la emisión es calculada al multiplicar el consumo por la fracción emitida,

$$\text{Emisión} = \text{Consumo} \times \text{Factor de Emisión}$$

El método Danés utiliza factores de emisión específicos representativos por actividad, es decir, actividades industriales, tales como, procesamiento de poliestireno, limpieza en seco, etc. o que representen un uso por categorías, como pinturas y detergentes.

A algunos productos químicos le asignan los factores de emisión en función de su solubilidad en agua (hidrofílicos como el etanol o hidrofóbicos, como la trementina).

Básicamente los factores de emisión están clasificados en cuatro grupos en orden ascendente:

1. Factores de emisión bajos, para la industria química, por ejemplo, fabricación laca y pintura, debido a la reducción de las emisiones y técnicas de reducción, destrucción de residuos que contienen solventes.
2. Otros procesos industriales, como por ejemplo la industria gráfica, factores de emisión más altos,
3. Uso no industriales, como por ejemplo, reparación de automóviles y construcción, factores de emisión más elevados,
4. Uso difuso de productos que contienen solvente, por ejemplo labores de pintado, donde prácticamente todos los COVNM presentes en los productos se liberarán durante o después del uso.

De esta manera para un producto químico determinado, se le atribuyen dos o más factores de emisión, un factor de emisión representativo para las emisiones que se



producen en la producción o planta de procesamiento y un factor que representa las emisiones durante la utilización del producto para estimar el solvente que contiene. Si el químico es utilizado en más procesos y / o está presente en varios productos, más factores de emisión le son asignados.

Los factores de emisión definidos en el inventario, surgen a partir de encuestas de determinadas actividades, procesos y sectores, del seguimiento y del uso de determinados productos. Finalmente algunos factores de emisión utilizados en el inventario Danés también se basan en el trabajo realizado en conjunto con otros países nórdicos (Fauser et al. 2009).

En la siguiente figura se presentan los factores de emisión aplicados en Dinamarca para la confección del inventario de COV:

	propane, butane	iso- propylalcohol	ethanol	formaldehyde	turpentine	methanol	methyl methacrylate	naphthalene	xylene	acetone	phenol	toluene	acyclic aldehydes
The following use categories (UCN) have been allocated to SNAP 060104 (Paint Application; Household Use except 060107) (id=5 and 6)													
B2010	Binding agents for paints, adhesives etc.												
D15	Propellants (for aerosols) 0.98												
F25	Thinners (for paints, lacquers, adhesives)												
G30	Flooring materials (Floor paints)												
M05	Paint, lacquers and varnishes												
M10	Paint, lacquer and varnishes removers												
O15	Solvents												
The following use categories (UCN) have been allocated to SNAP 060408 (Other; Household Use other than paints) (id=70 to 74)													
A0530	Air cleaners and anti-odour agents												
A40	Anti-freezing agents												
B15	Pesticides for non agricultural uses												
B18100	Car care products												
B20	Binding agents												
B50	Fire extinguishing agents												
B60	Fuel additives												
D20	Odour agents (not cosmetic products)												
F30	Thinners (for other materials than paints, lacquers, adhesives etc.)												
H05	Skin care products (see also Cosmetics)												
H20	Hair shampoo												
I05	Impregnation/ proofing												
I15	Insulating materials												
K30	Conserving agents (additives)												
K35	Construction materials (building materials)												
K52	Cosmetics												
L10	Adhesives												
M1540	Rust removers												
O25	Surface-active agents (surfactants, detergents)												
P10	Polishing agents												
R10	Cleaning/washing agents												
R2010	Underseal materials, incl. cavity seals												
S05	Sanitation agents												
S25	Rinsing agents												
U05	Filling materials												
The following use categories (UCN) have been allocated to SNAP 060411 (Other; Household Use of Pharmaceutical Products) (id=76 and 77)													
L20	Pharmaceuticals												
	cyclo- hexanone	1-butanol	cyanates	butanols	butanones	Triethyl- amine	tetrachloro- ethylene	ethylen- glycol	propylen- glycol	glycol- ethers	styrene	pentane	acrylic acid
The following use categories (UCN) have been allocated to SNAP 060104 (Paint Application; Household Use except 060107) (id=5 and 6)													
B2010	Binding agents for paints, adhesives etc.												
D15	Propellants (for aerosols)												
F25	Thinners (for paints, lacquers, adhesives)												
G30	Flooring materials (Floor paints)												
M05	Paint, lacquers and varnishes												
M10	Paint, lacquer and varnishes removers												
O15	Solvents												
The following use categories (UCN) have been allocated to SNAP 060408 (Other; Household Use other than paints) (id=70 to 74)													
A0530	Air cleaners and anti-odour agents												
A40	Anti-freezing agents												
B15	Pesticides for non agricultural uses												
B18100	Car care products												
B20	Binding agents												
B50	Fire extinguishing agents												
B60	Fuel additives												
D20	Odour agents (not cosmetic products)												
F30	Thinners (for other materials than paints, lacquers, adhesives etc.)												
H05	Skin care products (see also Cosmetics)												
H20	Hair shampoo												
I05	Impregnation/ proofing												
I15	Insulating materials												
K30	Conserving agents (additives)												
K35	Construction materials (building materials)												
K52	Cosmetics												
L10	Adhesives												
M1540	Rust removers												
O25	Surface-active agents (surfactants, detergents)												
P10	Polishing agents												
R10	Cleaning/washing agents												
R2010	Underseal materials, incl. cavity seals												
S05	Sanitation agents												
S25	Rinsing agents												
U05	Filling materials												
The following use categories (UCN) have been allocated to SNAP 060411 (Other; Household Use of Pharmaceutical Products) (id=76 and 77)													
L20	Pharmaceuticals												

(\*UCN: Categorías de uso Nórdicas, NACE: Nomenclatura general para las actividades económicas en la comunidad europea, SPIN: Preparación de sustancias en países nórdicos

### Figura 32. Factores de Emisión utilizados en la Confección del Inventario Danés

Fuente: Fauser, P. 2010: Danish Emission Inventory for Solvent Use in Industries and Households. National Environmental Research Institute, Aarhus University, Denmark. 47 pp. – NERI Technical Report no. 768.

Los factores de emisión aplicados fueron confeccionados a partir de estudios, guías, reportes científicos y entrevistas realizadas con el sector industrial.

- **Estudio, “SOLVENT MASS BALANCE” APPROACH FOR ESTIMATING VOC EMISSIONS FROM ELEVEN NONPOINT SOLVENT SOURCE CATEGORIES. Dennis Beauregard Emission Inventory Group (D205-01) Emissions Monitoring and Analysis Division Office of Air Quality Planning and Standards U.S. Environmental Protection Agency Research Triangle Park, North Carolina 27711 Prepared By: Donna Lee Jones, Ph.D., Steve Fudge, and Bill Battye EC/R, Inc. 6330 Quadrangle Drive, Suite 325 Chapel Hill, North Carolina 27517 Tele: (919) 484-0222 FAX: (919) 484-0122, March 28, 2005”.**

El estudio identifica un grupo de once categorías de fuentes no puntuales que son comunes en emisión de muchos compuestos orgánicos volátiles (COV). Estas categorías son: Pintura Arquitectónica de revestimiento de fachadas, pintado del Automóvil, Productos Comerciales, Servicio de tintorería, Artes Gráficas, Adhesivos industriales y sellantes, imprenta, aplicación de plaguicidas, solventes de proceso (y otros operaciones), limpieza de superficies (desengrasado), y Pinturas de calles.

El mecanismo empleado para las estimaciones de las emisiones, es el método de balance de masa, el cuál es descrito en forma particular dentro de este capítulo.

- **Estudio, “Emisiones de compuestos orgánicos volátiles sin metano de solventes y posibilidades para reducir su aplicación”, NMVOC-EMISSIONEN AUS DER LÖSEMITTELANWENDUNG UND MÖGLICHKEITEN ZU IHRER MINDERUNG. FORTSCHRITT-BERICHTS VDI Reihe 15 Nr. 252”, JOCHEN THELOKE, 2005.**

Este estudio Alemán cataloga a los compuestos orgánicos volátiles sin metano (COVNM) como un grupo de sustancias que pueden causar diversos efectos negativos sobre el medio ambiente y la salud humana, que contribuyen junto con el NOx a la formación de altas concentraciones de ozono en el ambiente durante el verano y analiza diferentes metodologías de estimación de emisiones utilizadas

En el estudio se dan a conocer factores de emisión para una gran cantidad de actividades y procesos que fueron tomados en el desarrollo del estudio, “Diagnóstico para la Definición de Control de Emisiones de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV) a Nivel Industrial y Residencial. UDT, 2008.

Los factores de emisión presentes en el estudio para los sectores de interés en el presente estudio son los siguientes:

- **Industria Artes Gráficas**

**Tabla 3: Factores de Emisión sector Artes Gráficas**

Proceso	Factor de Emisión (Kg/t)
Offset en Caliente	143
Flexografía	625
Rotograbado	625
Offset en frío	64

Fuente: "NMVOC-Emissionen aus der Lösemittelanwendung und Möglichkeiten zu ihrer Minderung. Fortschritt-Berichte VDI Reihe 15 Nr.252", Jochen Theloke, 2005

En las industrias de artes gráficas, las principales fuentes de emisiones de COV de este sector son:

- Los solventes orgánicos que están presentes en las tintas y utilizados para la dilución de éstos;
- Los solventes utilizados para la limpieza;
- El almacenamiento y manipulación de solventes ;
- Para la impresión Offset, en el uso de solventes orgánicos como amortiguadores (el más común es el isopropanol);
- En el área de las publicaciones se usan también pegamentos y adhesivos

Las emisiones se determinan multiplicando el consumo anual asociado a cada actividad por un factor de emisión, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$E = C \times F.E$$

Donde,

*E*: Emisiones de COV [t/año]

*FE*: Factor de emisión de COV, en función del tipo de actividad [kg/t]

*C*: Consumo anual de solvente [t/año]

La especiación de las sustancias se puede apreciar en la siguiente tabla:

**Tabla 4: Especiación de Sustancias en Sector Artes Gráficas**

Graphic Arts - (Printing)			
SPECIES_ID	P_NUMBER	WEIGHT_PER	NAME
937	1191	0,02	Benzoic acid-TMS
1912	1191	0,07	Biphenylol
1921	1191	12,76	Butylisopropylphthalate
1925	1191	0,18	C10 Olefins
1995	1191	0,18	C5-Alkylphenols
2025	1191	0,11	Caryophyllene
385	1191	4,57	Cyclohexane
388	1191	0,22	Cyclohexene
398	1191	9,99	Dibutyl phthalate
2064	1191	0,04	Dimethylheptanol
2074	1191	0,06	Dimethyloctanol
430	1191	0,25	Dimethylundecane
1042	1191	0,48	Eicosane
463	1191	0,44	Ethylactane
1595	1191	0,3	N-heneicosane
2125	1191	3,69	Isomers of heptadecane
1045	1191	3,32	Hexadecane
512	1191	30,1	Isopropyl acetate
534	1191	0,04	Methyl carbitol (2-(2-methoxyethoxy)ethanol) (degme)
2176	1191	0,03	Methylethylpentanoate
2179	1191	0,07	Methylheptanol
2189	1191	0,03	Methylmethylpropenoate
2199	1191	1,7	Methylundecane
1047	1191	0,89	Nonadecane
2129	1191	1,69	Isomers of octadecane
2131	1191	0,15	Isomers of pentadecane
2210	1191	0,04	N-phenylaniline
674	1191	27,44	Propyl acetate
154	1191	0,03	2,4-toluene diisocyanate
2265	1191	0,3	Trimethyldecane
760	1191	0,81	Trimethyloctanes

Fuente: SPECIATE4.2 - November 2008. EPA

- **Fabricación de Pinturas**

**Tabla 5: Factores de Emisión sector Fabricación de Pinturas**

Proceso	Factor de Emisión (Kg/t)
Fabricación de Pintura	5

Fuente: "NMVOC-Emissionen aus der Lösemittelanwendung und Möglichkeiten zu ihrer Minderung. Fortschritt-Berichte VDI Reihe 15 Nr.252", Jochen Theloke, 2005

Este sector abarca la producción de todos los tipos de pinturas, barnices y tinturas. Las fuentes de emisión de COV pueden producirse en varios pasos del proceso.

Las fuentes de emisiones más importantes son:

- Pérdidas fugitivas durante el proceso de manufactura;
- Pérdidas durante las actividades de llenado y limpieza;
- Pérdidas por producto adherido a los estanques y equipos, y
- Pérdidas fugitivas durante el mezclado de las preparaciones y el almacenamiento de solventes.

Las emisiones se determinan multiplicando la producción anual de pintura por un factor de emisión, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$E = P \times F.E$$

Donde,

*E*: Emisiones de COV [t/año]

*FE*: Factor de emisión del contaminante considerado [kg/t]

*P*: Producción anual de pintura [t/año]

La especiación de las sustancias se puede apreciar en la siguiente tabla:

**Tabla 6: Especiación de Sustancias en Sector Fabricación de Pinturas**

Paint & Coating Mfg.			
SPECIES_ID	P_NUMBER	WEIGHT_PER	NAME
611	7105	0,08	Naphthalene
85	7105	0,24	1-Methyl-2-pyrrolidinone
493	7105	0,42	Isobutyl alcohol
531	7105	0,46	Methyl alcohol
30	7105	0,5	1,2,4-trimethylbenzene (1,3,4-trimethylbenzene)
449	7105	0,52	Ethylbenzene
717	7105	0,72	Toluene
513	7105	1,56	Isopropyl alcohol
310	7105	1,6	Butyl cellosolve (2-butoxyethanol) (egbe)
507	7105	2,4	Isomers of xylene
595	7105	12,2	N-butyl alcohol
536	7105	56	Methyl ethyl ketone (2-butanone)
2297	7105	23,3	Unknown

Fuente: SPECIATE4.2 - November 2008. EPA

- **Aplicación de Solventes**

**Tabla 7: Especiación de Sustancias en Sector Fabricación de Pinturas**

Proceso	Factor de Emisión (Kg/t)
Aplicación de Solventes	950

Fuente: "NMVOC-Emissionen aus der Lösemittelanwendung und Möglichkeiten zu ihrer Minderung. Fortschritt-Berichte VDI Reihe 15 Nr. 252", Jochen Theloke, 2005

Las emisiones se determinan multiplicando el consumo anual de solventes utilizados para esta aplicación por un factor de emisión, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$E = C \times F.E$$

Donde,

*E*: Emisiones de COV [t/año]

*FE*: Factor de emisión del contaminante considerado [kg/t]

*C*: Consumo anual [t/año]

B) Revisión de Inventarios de Emisiones:

En general la metodología de estimación de emisiones utilizada en los inventarios, consiste en multiplicar el nivel de actividad de una fuente, por un factor de emisión, multiplicado por un factor que considera la eficiencia de algún método de control de emisiones. La siguiente ecuación describe este cálculo.

$$E = NA * FE * (1 - EC)$$

Donde:

E: Corresponde a las emisiones totales del contaminante considerado.

NA: Corresponde al nivel de actividad de la fuente emisora (ej: ton de solvente).

FE: Corresponde al factor de emisión empleado (ej: kg de COV/ton solvente utilizado)

EC: Eficiencia del sistema de control de emisiones.

Los factores de emisión utilizados en general corresponden a literatura internacional, y en el caso específico de estimación de emisiones de COV, los utilizados a la fecha en estudios nacionales son:

Como se mencionó anteriormente, el estudio, "NMVOC-EMISSIONEN AUS DER LÖSEMITTELANWENDUNG UND MÖGLICHKEITEN ZU IHRER MINDERUNG. FORTSCHRITT-BERICHTS VDI Reihe 15 Nr. 252", JOCHEN THELOKE, 2005", contiene factores utilizados para estimar las emisiones de fuentes generadoras de COV en el estudio "Diagnóstico para la Definición de Control de Emisiones de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV) a Nivel Industrial y Residencial", Universidad de Concepción – UDT, 2008.

CORINAIR. Factores utilizados para estimar las emisiones de algunas fuentes generadoras de COV en el estudio "Actualización del Inventario de Emisiones de Contaminantes Atmosféricos en la Región Metropolitana", desarrollado por DICTUC para la Comisión Nacional del Medio Ambiente Región Metropolitana, año 2007. Utilizados para la estimación de emisiones de algunas fuentes en el estudio "Diagnóstico para la Definición de Control de Emisiones de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV) a Nivel Industrial y Residencial", Universidad de Concepción – UDT, 2008.

EPA-AP42. Factores utilizados para estimar las emisiones de algunas fuentes generadoras de COV en el estudio “Actualización del Inventario de Emisiones de Contaminantes Atmosféricos en la Región Metropolitana”, desarrollado por DICTUC para la Comisión Nacional del Medio Ambiente Región Metropolitana, año 2007.

### C) Balances de Masa.

Los balances de masas son ampliamente utilizados para la estimación de este tipo de emisiones, especialmente en aquellas actividades donde todos los solventes consumidos son emitidos en el proceso, tales como la aplicación de pintura en los recubrimientos de superficies. La estimación consiste en registrar los contenidos de solventes en la materia prima y considerar que la totalidad de ellos son emisiones de COV a desarrollar.

El balance de materiales (también conocido como balance de masa), es un método utilizado para estimar las emisiones de algunas categorías de fuentes, en donde se conoce el volumen y la composición química de los insumos o materias primas utilizadas.

El método de balance de materiales puede usarse en los casos en que no hay datos disponibles de muestreos en la fuente o factores de emisión aplicables. De hecho, para algunas fuentes, un balance de materiales es el único método práctico para estimar las emisiones con exactitud. Por ejemplo, en muchos casos, el muestreo en la fuente de emisiones de COVs, intermitentes o fugitivas puede ser muy difícil y costoso, por lo que es recomendable aplicar técnicas de estimación de emisiones a partir del balance de materiales.

El uso de un balance de materiales implica el análisis de un proceso para determinar si las emisiones pueden ser estimadas conociendo únicamente los parámetros específicos de operación y la composición de los materiales.

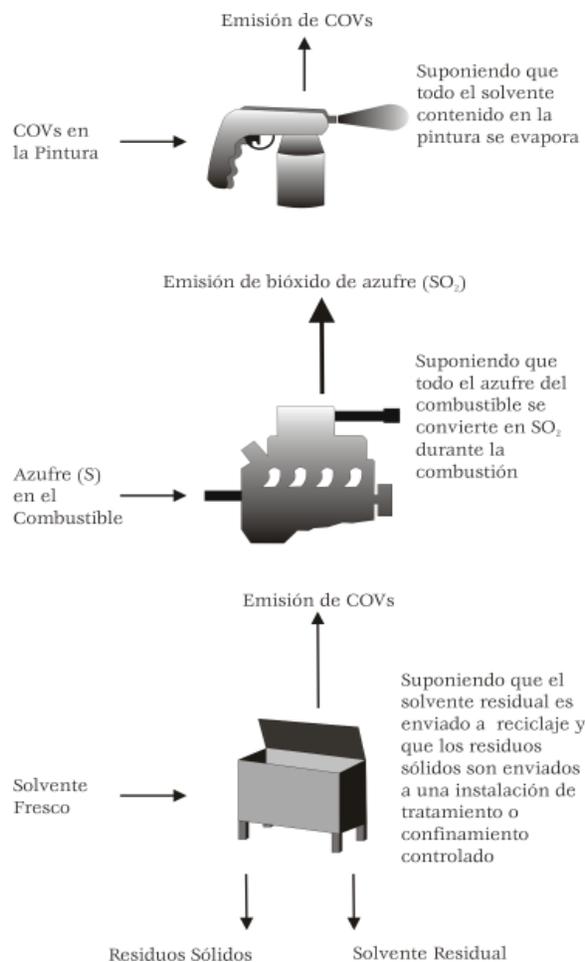
El uso del balance de materiales es muy adecuado en los casos en que pueden conocerse los componentes del proceso, excepto de las emisiones al aire. Si no se cuenta con esta información y, por lo tanto, deben hacerse suposiciones, se pueden generar serios errores.

Para obtener las emisiones de COVs de las fuentes puntuales y de área, por ejemplo, se usa por lo general un balance de materiales para estimar las emisiones por evaporación de solventes. Esta técnica es aplicable de igual manera a las fuentes puntuales y a las fuentes de área. En las fuentes puntuales se puede usar a nivel de dispositivo o de planta.

La siguiente ilustra algunos ejemplos del uso de balance de materiales para fuentes puntuales. El método más simple de balance de materiales es suponer que todo el solvente consumido por un proceso se evapora durante éste. Por ejemplo, es razonable suponer que durante muchas operaciones de pintura de superficies todo el solvente en la

pintura se evapora a la atmósfera durante el proceso de secado. En tales casos, las emisiones simplemente son iguales a la cantidad de solvente aplicado en la pintura (y en los diluyentes añadidos) como una función del tiempo. Otro ejemplo similar es el uso de solventes para lavado de ropa en seco, tal como se realiza en las tintorerías. Para estimar las emisiones de este tipo de procesos, sólo se requiere conocer la cantidad de solvente adquirido en cada tintorería durante el intervalo de tiempo de interés, porque se supone que las emisiones son iguales a la cantidad de solvente comprado.

En procesos donde se maneja una cantidad semifija de solvente, donde el solvente que se gasta es reemplazado cada determinado periodo o cada vez que es necesario, puede suponerse que el solvente gastado es equivalente a las emisiones. La suposición de que el solvente de reemplazo es igual a las emisiones por evaporación también es útil en algunas situaciones más complicadas. Por ejemplo, si se emplea un equipo de control de emisiones no destructivo como un condensador o un absorbedor, esta suposición es válida en la medida que el solvente capturado sea regresado al proceso.



**Figura 33: Ejemplo de Balance de Materiales.**



De manera similar, esta suposición será aplicable si en la planta se practica la recuperación de solvente residual ya sea por destilación o por reducción o secado. Ambas prácticas reducen los requerimientos de solvente de reemplazo en el proceso y, por lo tanto, la cantidad de solvente que se convierte en emisiones fugitivas y que se pierde hacia la atmósfera.

Existen pruebas que proporcionan información sobre balance de materiales y determinaciones gravimétricas para varios procesos industriales, publicados por la American Society for Testing and Materials (ASTM) (Sociedad Americana para Pruebas y Materiales). En general, el uso de un balance de masa o de materiales para determinar las emisiones totales de un proceso es sencillo y costeable. Los COVs totales emitidos de un proceso de mezclado de pintura por lotes, por ejemplo, se calcularía como se muestra a continuación (de acuerdo con el Método D 2369, de la ASTM):

$$\text{COV}_{qe} \text{ (Kg/L)} - \text{COV}_{pm} \text{ (Kg/L)} = \text{COV}_e \text{ (Kg/L)}$$

Donde:

qe = que entra

pm = pintura mezclada

e = emitidos

En los ejemplos anteriores el balance de materiales se simplifica porque se supone que todo el material que se está balanceando es emitido a la atmósfera. Sin embargo, existen situaciones en las que esta suposición no siempre es razonable. Por ejemplo, si se usa un dispositivo de control destructivo, como un postquemador, un incinerador o una unidad de oxidación catalítica en el escape, una parte de los COVs presentes en la corriente serán oxidados de modo que no es razonable suponer que las pérdidas de COVs en el proceso son equivalentes a las emisiones ya que una parte de ellas está siendo controlada por dispositivos de control de emisiones. En este caso, las características y cantidades de las emisiones de COVs deberán determinarse con base en otras técnicas de estimación de emisiones como factores de emisión o modelos.

Un enfoque similar puede adoptarse para estimar las emisiones a la atmósfera derivadas de la aplicación de plaguicidas. Sin embargo, existen ciertas excepciones donde hay consideraciones adicionales que es necesario tener en cuenta. Por ejemplo, las emisiones del desengrasado no son iguales al consumo de solvente si el solvente residual es vendido a un reciclador comercial. En esta situación las emisiones serán la diferencia entre el solvente consumido y el solvente enviado a reprocesamiento.

El ejemplo siguiente muestra que, en algunos casos, la suposición de que todo el solvente consumido es equivalente a las emisiones de COV del proceso, resultaría en una

sobrestimación de las emisiones. Por lo tanto, se utilizan balances de materiales junto con factores de emisión basados en el proceso para estimar las emisiones. Estos balances son parecidos a aquellos que se basan en la diferencia entre la materia prima y el producto, cuando el factor de emisión para un proceso está dado por unidad de material consumido.

Para calcular las emisiones mensuales de COVs de un desengrasador de vapor. Cada mes, se añaden 100 litros de solvente al inicio del mes. A principios de mes, se añaden otros 20 litros para rellenar las pérdidas. A fin de mes, se envían 100 litros de solvente residual a un reciclador y 0.2 kg de residuos sólidos son recolectados para disposición.

El solvente es 100% COVs. El solvente residual es 98% COVs. El residuo sólido es 5% COVs. La densidad del solvente es de 1.5 kg/litro.

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{solvente}} &= (100 \text{ litros/mes} + 20 \text{ litros/mes}) \times 1.5 \text{ kg/litro} \\
 &= 180 \text{ kg/mes} \\
 Q_{\text{residual}} &= (100 \text{ litros/mes} \times 1.5 \text{ kg/litro} \times 98\% \text{ VOC}) + (0.2 \text{ kg/mes} \times 5\% \\
 &\quad \text{VOC}) \\
 &= 147 \text{ kg/mes} + 0.01 \text{ kg/mes} \\
 &= 147 \text{ kg/mes} \\
 E_{\text{COV}} &= Q_{\text{solvente}} - Q_{\text{residual}} \\
 &= 180 - 147 \\
 &= 33 \text{ kg/mes}
 \end{aligned}$$

Hay otras situaciones que pueden complicar el balance de materiales. En primer lugar, no todas las pérdidas de solventes de ciertas operaciones como el lavado en seco o el desengrasado, se dan en el sitio de la planta. En cambio, se pueden evaporar cantidades significativas de solventes en el sitio de disposición del solvente residual, a menos que sea incinerado o dispuesto de manera que se impida su evaporación posterior a la atmósfera. En general, se puede suponer que gran parte del solvente enviado a sitios de disposición se evaporará, sin embargo, se debe determinar si una parte del solvente asociado con varias operaciones se evapora en el punto de disposición más que en el punto de uso, ya que estas pérdidas pueden presentarse fuera del área cubierta por el inventario.

De la misma manera, en algunos procesos de evaporación no es posible emplear balances de materiales, debido a que la cantidad de material perdido es demasiado pequeña para ser determinada con exactitud usando los procedimientos de medición convencionales.

Por ejemplo, la aplicación de balances de materiales a los estanques de almacenamiento de productos de solventes por lo general no es factible, debido a que las pérdidas por respiración y por operación son demasiado pequeñas con respecto a la capacidad total promedio del tanque. En estos casos, es preferible aplicar técnicas de estimación de

emisiones basadas en factores de emisión tales como los indicados en AP-42, Fifth Edition, Volume I Chapter 4: Evaporation Loss Sources y en modelos tales como TANKs de EPA.

#### D) Modelo TANKs de EPA

Las emisiones provenientes del almacenamiento de combustible corresponden exclusivamente a emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COV), asociadas al almacenamiento de combustibles líquidos. Estas emisiones son generadas principalmente los estanques de almacenamiento debido a las operaciones de llenado y vaciado del estanque, así como a las variaciones del volumen del líquido por fluctuaciones de la temperatura ambiente.

El cálculo de emisiones ha sido realizado utilizando el programa TANKS versión 4.09d de la EPA el cual necesita de los siguientes datos para el cálculo de las emisiones:

- Información meteorológica.
- Características técnicas del estanque donde se almacena el compuesto volátil o combustible.
- Características químicas del producto almacenado.

En este caso las emisiones de COV se evalúan dependiendo del tipo de estanque de almacenamiento y se calculan utilizando como herramienta el programa "TANKS Model", disponible en la web de EPA. Este programa permite estimar las emisiones para tres tipos de estanques y requiere de datos sobre sus características, como: dimensiones, tipo y cantidad de compuesto almacenado durante el año, color del estanque, si está a la intemperie, además de datos meteorológicos del lugar, como: temperatura máxima y mínima, radiación (todas expresadas como promedio mensual) y la presión atmosférica.

#### Estanques de techo Fijo

Los dos tipos de emisiones más significativas de los tanques de almacenamiento de techo fijo son las pérdidas en reposo, denominadas también pérdidas por respiración- y las pérdidas en operación. Las primeras consisten en la expulsión de vapor del tanque debidas a la expansión y la contracción del vapor, que son resultado de los cambios en la temperatura y en la presión barométrica. Estas pérdidas se presentan sin ningún cambio en el nivel del tanque.

La pérdida combinada por el llenado y el vaciado se conoce como pérdida en operación. La evaporación durante las operaciones de llenado es resultado de un aumento en el

nivel del líquido en el tanque. A medida que el nivel del líquido aumenta, la presión dentro del tanque rebasa la presión de alivio y se expulsan vapores del tanque. La pérdida evaporativa durante el vaciado del líquido se presenta cuando el aire arrastrado hacia el tanque durante la remoción del líquido se satura con vapores orgánicos y se expande, excediendo así la capacidad del espacio de vapor.

Las emisiones de los tanques de techo fijo varían en función de la capacidad del contenedor, la presión de vapor del líquido almacenado, la tasa de utilización del tanque y las condiciones atmosféricas del lugar donde se encuentra el tanque.

A continuación se resumen las ecuaciones del modelo de emisión. Las ecuaciones detalladas pueden encontrarse en el AP-42 de la EPA.

$$LT = LS + LW$$

Donde:

LT =pérdidas totales, kg/año

LS =pérdidas en reposo, kg/año

LW =pérdidas en operación, kg/año.

### **Estanques de techo flotante**

Las emisiones totales de los tanques de techo flotante son la suma de las pérdidas al extraer material y las pérdidas en el almacenamiento en reposo. Las pérdidas por extracción ocurren cuando baja el nivel del líquido y, por lo tanto, baja el nivel del techo flotante. Algo del líquido queda adherido a la superficie del tanque y es expuesto a la atmósfera. Estas pérdidas evaporativas ocurren hasta que el tanque esté lleno y la superficie expuesta quede cubierta nuevamente con el líquido.

En los tanques de techo flotante interno, con techos fijos soportados por columnas, algún líquido también se adhiera a éstas. Las pérdidas en el almacenamiento en reposo de estos tanques incluyen las pérdidas en la orilla del sello y las del ajuste del techo. Todas éstas pueden presentarse a través de muchos mecanismos complejos tales como la pérdida inducida por el viento; la pérdida por respiración debida a cambios de temperatura y presión; la pérdida por permeabilidad del material del sello; o la pérdida por el efecto de capilaridad del líquido. Para los tanques de techo flotante interno, las pérdidas en reposo también pueden incluir aquellas ocasionadas por las juntas en la plataforma, conforme al grado en que éstas no sean completamente herméticas.

Para estanques de techo flotante externo, se utiliza la siguiente fórmula de cálculo:

$$L_t = L_r + L_{wd} + L_f$$

Donde:

- L<sub>t</sub> : pérdidas totales [kg/año]
- L<sub>r</sub> : pérdidas por los bordes de los sellos [kg/año]
- L<sub>wd</sub> : pérdidas por retiro de líquido orgánico [kg/año]
- L<sub>f</sub> : pérdidas por fitting del techo, [kg/año]

Para estanques de techo flotante interno, se utiliza la siguiente expresión:

$$L_t = L_r + L_{wd} + L_f + L_d$$

Donde:

- L<sub>t</sub> : pérdidas totales [kg/año].
- L<sub>r</sub> : pérdidas por los bordes de los sellos [kg/año].
- L<sub>wd</sub> : pérdidas por retiro de líquido orgánico [kg/año].
- L<sub>f</sub> : pérdidas por fitting del techo [kg/año].
- L<sub>d</sub> : pérdidas por juntas de la cubierta [kg/año].

El programa TANKS está diseñado para estimar las emisiones de COVs de tanques de almacenamiento. El usuario da la información específica sobre el tanque y su contenido, y el programa estima las emisiones anuales o estacionales y genera un reporte. Las emisiones se pueden dividir en pérdidas de respiración y pérdidas por operación. Sin embargo, existe una desventaja al usar el programa TANKS o las ecuaciones del AP-42, ya que se requieren más recursos para reunir los datos de entrada que si se usaran otras aproximaciones.

El programa TANKS tiene una base de datos sobre productos químicos para más de 100 líquidos orgánicos, y datos meteorológicos de más de 250 ciudades en EU los cuales deben ser sustituidos por datos locales para meteorología en la Región Metropolitana. El usuario puede añadir nuevas sustancias y ciudades (con datos meteorológicos) a su propia versión de la base de datos. Los estilos de tanque incluidos en el programa incluyen tanques de techo fijo, tanto verticales como horizontales, y tanques de techo flotante tanto interno como externo. El tanque puede contener uno o múltiples componentes líquidos.

Finalmente es importante destacar que las ecuaciones para estimar emisiones que forman la base del software fueron desarrolladas por el American Petroleum Institute (API).

### **6.2.3. Estimación de emisiones de establecimientos que están bajo el nivel exigido por el PPDA.**

Para la estimación de emisiones provenientes de establecimientos cuyos consumos de solventes declarados están bajo el nivel exigido por el PPDA se aplicará la misma metodología que para los que están obligados según reglamento, es decir, a partir de su nivel de actividad, se aplicaran factores de emisión a partir de las revisiones realizadas a estudios y guías internacionales, tal como se describió en el capítulo anterior.

### **6.2.4. Especiación de COV.**

Para dar cumplimiento a esta actividad de especiación de COV estimados y clasificación según criterios de toxicidad, se revisaron estudios y guías internacionales; además se realizó un análisis de capacidades en el país para la medición de COV.

Estudio, "Toxicocinética, toxicodinámica y toxicología Hahn Tilman, Botzenhart Konrad, Schweinsberg Fritz Instituto de Higiene Allgemeine und Umwelthygiene Universit Thbingent, Thbingen, Alemania"

En lo que se refiere a efectos Tóxicos de solventes, el estudio plantea lo siguiente:

- Exposición:

La exposición más alta se encuentra en los lugares de trabajo (por ejemplo, la evaporación de solventes. En Chile la normativa a exposición en los lugares de trabajo, está estipulado en el DS 594 del MINSAL que, "APRUEBA REGLAMENTO SOBRE CONDICIONES SANITARIAS Y AMBIENTALES BASICAS EN LOS LUGARES DE TRABAJO" en donde se establecen los límites máximo permisibles para una serie de sustancias, entre las que se encuentran solventes) o durante los procesos (fugas de los sistemas normalmente cerrados). Accidentes graves de solventes, suceden a menudo en los lugares de trabajo (altas concentraciones de solventes, las exposiciones intermitentes de alto nivel, alta duración de la exposición). Aparte de los sitios de trabajo, varias otras fuentes de emisiones de solventes se deben considerar, por ejemplo los productos de consumo.

La descripción de los parámetros de exposición (tipo de solventes, concentraciones, duración, vías de exposición) son importantes para la evaluación de toxicocinética. Los

solventes y otros productos químicos suelen ser emitidos como una mezcla de varias sustancias. Por lo tanto, la evaluación del riesgo de solventes emitida es difícil de determinar. Las concentraciones de solvente y la duración de la exposición varían en la mayoría de los casos (peaks intermitentes de alto valor, los períodos de baja exposición). La exposición está influenciada fundamentalmente por las condiciones del entorno laboral y ambiental, como el clima de trabajo, equipos de protección y los parámetros individuales tales como los hábitos alimenticios.

La exposición a solventes es regulada por el límite umbral con valores permisibles de exposición

- Captación:

Las rutas relevantes de captación de solventes son la absorción a través de los pulmones y la absorción cutánea. La absorción intestinal es causada generalmente por accidente o por intención. La tasa de absorción es influenciado por diversos factores, tales como

Inhalación: La inhalación es la vía más común de la absorción de solvente, especialmente en los lugares de trabajo. La absorción de solventes por vía pulmonar depende de los siguientes parámetros:

. La exposición (concentraciones y las fluctuaciones de la concentración en el aire ambiente, tiempo de exposición, el esfuerzo físico). La concentración alveolar de solventes o la diferencia entre los niveles de concentración en el aire y la sangre determinan la difusión, proceso en los vasos sanguíneos alveolares. El ejercicio físico influye en los parámetros de pulmón, en especial de ventilación,

. Parámetros de pulmón (ventilación pulmonar y alveolar, la perfusión pulmonar, coeficiente de aire-sangre, la sangre de los tejidos coeficiente). Estos coeficientes describen la cantidad de solventes que pueden difundir. El coeficiente de partición de la sangre de los tejidos influye en las concentraciones de equilibrio del tejido. Solventes con fuerte propiedades hidrofóbicas (por ejemplo, tolueno) alcanzan el equilibrio más rápidamente debido a una bajo coeficiente de tejido de sangre. Diferencias tales como niño / adulto también son de importancia.

. Características físico-químicas de los solventes (solubilidad como hidrofóbicas y propiedades hidrofílica, tanto como líquidos o gaseosos y el grado de volatilidad).

-Absorción dérmica

La absorción dérmica de solventes requiere contacto con la piel y depende de la zona de contacto, nivel de penetración y el estado dérmica (por ejemplo, el eccema y defectos en la capa córnea), los parámetros de exposición (Tiempo de contacto, etc.) y propiedades

del solvente. La principal barrera contra la absorción percutánea de los solventes son estructuras a nivel de capa, especialmente los lípidos intercelulares y queratina fibrosa. La eliminación de los lípidos por los solventes polares, tales como el etanol o la hidratación en el estrato córneo se asocia con un aumento de permeabilidad de la piel.

Otras características que influyen en la absorción percutánea, son la concentración de solventes, gradientes, la partición del solvente (agua / coeficiente de partición lípidos) y la permeabilidad constantes.

Productos químicos lipofílicos se absorben más fácilmente (por ejemplo, el benceno). Estos pueden incluir solventes líquidos o solventes que tienen vapor de baja presión. Los vapores absorbidos por absorción cutánea- captación, pueden contribuir significativamente a la carga corporal como consecuencia de la exposición del cuerpo entero.

La lista de solventes de absorción dérmica, según la MAK-list (Alemania) se muestra en la figura siguiente:

Benzene	Cyclohexanone	2-Hexanone	1,1,2,2-Tetrachloroethane
Bromomethane	Dimethylformamide	Methanol	Tetrachloroethene
2-Butanone	Dimethylsulfoxide	2-Methoxyethanol	Tetrachloromethane
2-Butoxyethanol	1,4-Dioxane	Methyl formate	Toluene
Carbon disulfide	2-Ethoxyethanol	Nitrobenzene	Toluidine(s)
2-Chloroethanol	Ethylbenzene	Nitrotoluene(s)	1,1,2-Trichloroethane
Chloromethane	Ethyl formate	Phenol	Trichloromethane
Cresol(s)	Ethylene glycol	iso-Propyl benzene	Xylene(s)
Cyclohexanol	n-Hexane	n-Propanol (from ACGIH <sup>1</sup> )	

**Figura 34: Lista de Solventes de Absorción Térmica**

- Metabolismo, distribución, excreción.

La toxicidad específica de solventes se relaciona directamente con su metabolismo que es predominantemente catalizada por el citocromo P-450, oxidasas de función mixta en el hígado u otros tejidos. Algunos ejemplos relevantes de metabolismo específico son epóxidos tóxicos del benceno (Toxicidad hematopoyéticas), n-hexano 2,5-hexanodiona (efectos neurotóxicos periféricos), los metabolitos de los éteres de glicol de etileno (toxicidad para la reproducción), y los metabolitos no identificados de tricloroetileno (Efectos tóxicos renales). Cabe destacar que sólo los metabolitos de estos solventes se asocian con efectos tóxicos.

El estudio señala que los procesos de metabolismo varían de acuerdo a las siguientes condiciones:

Especie, sexo, edad, genética, variabilidad de los factores enzimáticos como polimorfismos (sistemas citocromo) o la reparación de tejidos, además de situaciones como tipo de vida - alimentación, el tabaquismo, el consumo de drogas, la actividad física, etc.

- Modelos de toxicocinética y factores de cambio.

La complejidad de los procesos de toxicocinética de solventes se puede describir en los modelos, por ejemplo, la predicción de situaciones de exposición y los fenómenos de distribución en el cuerpo humano y cuantificar estos procesos (por ejemplo, las relaciones de respuesta dosis-efecto). Esto se aplica especialmente a la simulación.

En cuanto a la toxicología, describe los efectos generales y específicos.

- Toxicología

Efectos generales de los solventes se refieren principalmente a la exposición aguda a altos concentraciones de solventes. A pesar de algunas variaciones de los síntomas, los efectos resultantes se manifiestan en el sistema nervioso central (SNC). Presenta varios efectos depresores o de estupefacientes, y por lo tanto, algunos solventes son utilizados como anestésicos. Su intensidad es proporcional a la concentración del solvente en el tejido cerebral, los efectos de la exposición al solvente, son inicialmente euforia y desinhibición; los síntomas pre-narcóticos, tales como mareos, euforia, desorientación y confusión, náuseas, dolor de cabeza, vómitos, ataxia, parestesias, aumento de la salivación y taquicardia; los síntomas son rápidamente reversibles cuando los solventes son eliminados.

Además de los efectos mencionados anteriormente, se pueden presentar alteraciones de las funciones conductuales, cognitivos y psicomotriz que se encuentran normalmente después de la exposición a corto plazo a los niveles de solvente cerca de los límites máximos permisibles. La sobreexposición provoca convulsiones, coma y muerte. Los cambios típicos son parestesias, alteraciones visuales y auditivas, cognitivas déficit (pérdida de la memoria a corto plazo y largo plazo), confusión, desorientación, déficit afectivo (Nerviosismo, irritabilidad, depresión, apatía, comportamiento compulsivo) y el déficit motor (Debilidad en las extremidades, falta de coordinación, fatiga, temblor).

Varios solventes son irritantes que son empleados a niveles ocupacionales, por ejemplo, solventes que causan irritación en contacto con la piel y provocan dermatitis, estructuras de la piel intacta, pueden ser destruidas por los solventes que se disuelven. Por lo general, la dermatitis se caracteriza por la sequedad, descamación y fisuras, normalmente se encuentra en las manos.

Los efectos específicos no inmunológicos se resumen principalmente por los efectos específicos de los solventes:

- Hepatotoxicidad
- Nefrototoxicidad

- Toxicidad en la parte reproductiva
- Toxicidad Hemopoyética
- Neurotoxicidad
- Toxicidad ocular

Ejemplos de efectos específicos para algunos solventes:

Organ-system	Solvents	Symptoms
Liver	halogenated hydrocarbons (e.g., carbon tetrachloride, tetrachloroethane, chloroform), ethanol, 1,1,1-trichloroethane, trichloroethylene, bromobenzene, dimethylformamide	acute (necrosis, steatosis) and chronic (cirrhosis) hepatotoxic symptoms
Kidney	halogenated hydrocarbons (e.g., carbon tetrachloride), toluene, dioxane, diethylene glycol, ethylene glycol, glycol ethers, conjugates of trichloroethylene	acute tubular necrosis, glomerular and tubular dysfunctions (e.g., albuminuria, proteinuria), glomerulonephritis, note: modification of solvent effects caused by renal dysfunctions possible
Reproductive system	carbon disulfide, benzene, glycol ethers, nitrobenzene	disturbance of menstrual cycle; reduced sperm counts, embryotoxic effects
Hemopoietic system	benzene metabolites (e.g., benzoquinone, hydroquinone)	marrow depression, myelotoxic effects
Nerval system	n-hexane, ethanol, styrene, tetrachloroethylene	peripheral neuropathy (especially distal axons, axon swelling and degeneration, loss of sensibility, muscular atrophy, loss of tendon reflexes)
Eye	methanol	impaired vision

**Figura 35: Efectos Específicos para Algunos Solventes**

Los datos mostrados provienen en su mayoría de datos recogidos a trabajadores con exposición ocupacional.

En cuanto a los efectos inmunológicos, del estudio podemos resumir lo siguiente:

- Efectos Inmunológicos.

Varios solventes tienen potenciales efectos alérgicos. Los síntomas alérgicos a nivel de las vías respiratorias (rinitis, traqueitis, bronquitis, asma), dermatitis de contacto alérgico y conjuntivitis también pueden ser provocados por los solventes. Los efectos alérgicos de los solventes pueden contribuir también a otras enfermedades autoinmunes. Hoy en día, solventes o productos con potencial alérgico se producen principalmente en los lugares de trabajo y, en menor medida, en productos de consumo. De acuerdo a las regulaciones los ingredientes de los solventes de algunos productos de consumo, por ejemplo, los

productos cosméticos, deben estar etiquetados. A menudo es difícil para detectar el alérgeno del solvente causante (alérgenos que causan alergias cruzadas, productos secundarios de solventes oxigenados, tales como los terpenos, los alérgenos desconocidos). Varios sistemas específicos de prueba están disponibles para la realización de diagnósticos de las pruebas

Toxicocinética, toxicodinámica, y toxicología del potencial alérgico de los productos con solventes depende de la estructura típica de solvente. Por ejemplo, en los éteres de glicol su potencial alérgico es proporcional a la carga de interacción molecular. Los efectos tóxicos de los solventes en otros organismos. Además de los seres humanos, animales y microorganismos plantas también están expuestas a solventes. La interacción entre los organismos y los solventes son a menudo específicos. Por ejemplo, las reacciones provocadas por ciertos solventes dependerán de la especie y la capacidad del organismo particular afectado.

Los solventes orgánicos Hidrofóbicos, en particular, son tóxicos para los organismos vivos, principalmente porque alteran la estructura de la membrana celular y sus mecanismos. Algunos organismos, sobre todo ciertas especies de bacterias, son capaces de adaptarse a estos solventes invocando mecanismos tales como la aceleración de los procesos de reparación (a través de cambios en la tasa de fosfolípidos biosíntesis), la reducción de la tasa de difusión de la reducción de solventes y activos de la concentración intracelular del solvente.

Finalmente para la carcinogenicidad, del documento se puede resumir lo siguiente:

#### - Carcinogenicidad

La carcinogenicidad es un término que se utiliza para sustancias tóxicas que son capaces de inducir tumores malignos.

Un agente carcinógeno pueden ser precursor en las diferentes etapas del proceso carcinogénico, ej. en la iniciación, acenso y progresión.

Al igual que con todos los agentes carcinógenos el potencial cancerígeno de solventes ha sido evaluado a corto plazo en las pruebas in vitro, ej., el ensayo de Ames, por los experimentos de inducción a largo plazo de tumores en animales y - especialmente importante para la evaluación de la acción carcinogénica en los seres humanos -estudios epidemiológicos prospectivos y retrospectivos, por exposición a solventes, principalmente en el lugar de trabajo. De estos datos generalmente no es posible evaluar la acción cancerígena de mezclas de solventes, que se producen en la mayoría de las situaciones de exposición. También es importante señalar, que para una serie de razones, ej., largo período de latencia de la generación de tumores, la acumulación de golpes sencillos en las células diana, la importancia de los mecanismos de reparación no es posible definir un límite máximo de exposición para los carcinógenos.



Ejemplos de la clasificación de solventes cancerígenos se presentan en la figura que sigue a continuación:

Solvent	Organ-System	Category*				
		MAK	EG	ACGIH	IARC	NTP
Benzene	<i>hemopoietic system</i>	1	K1	A1	1	K
Bromomethane	upper gastrointestinal, tract and respiratory, tract (animals)	3	K3	n.c.**	3	n.l.**
Carbon tetrachloride	lymphatic system, liver (mice, rats), mamma (rats), suprarenal gland (mice)	3	K3	A2	2B	R
Epichlorohydrin	<i>lung, CNS, forestomach (rats), nasal cavity, skin (mice)</i>	2	K2	A3	2A	R
Chloroethane	uterus (mice)	3	K3	n.l.	3	n.l.
Cyclohexanone	suprarenal gland (rats)	3	n.c.	A4	3	n.l.
1,2-Dibromoethane	forestomach (mice), lung (mice, rats), nasal cavity, peritoneum, mamma, connective tissue (rats)	2	K2	A3	2A	R
1,2-Dichloroethane	<i>brain, lymphatic and hemopoietic system, stomach, pancreas; lung, mamma, stomach (mice, rats), lymphatic system (mice)</i>	2	K2	A4	2B	R
Dichloromethane	liver, lung (mice, rats), mamma (rats), lymphosarcomas (mice)	3	K3	A3	2B	R
1,2-Dichloropropane	liver (mice), mamma (rats)	3	K3	A4	3	n.l.
Dimethylformamide	<i>testes</i>	n.c.	n.c.	A4	3	n.l.
1,4-Dioxane	liver (rats, guinea pigs), biliary tract (guinea pigs), mamma, peritoneum (rats), nasal cavity (mice)	4	n.i.* *	A3	2B	R
1,2-Epoxypropane	mamma, upper respiratory tract, thyroid gland (mice, rats)	2	K2	A3	n.l.	n.l.
Hexamethyl phosphoramide	nasal cavity, lung (rats)	n.l.	n.i.	A3	2B	R
2-Nitropropane	liver (rats)	2	n.l.	A3	2B	R
Nitrobenzene	lung, thyroid gland, mamma (mice), liver, kidney, uterus (rats)	3	K3	A3	2B	n.l.
2-Nitrotoluene	epididymis (rats)	2	K2	n.c.,BEI**	3	n.l.
Phenol	lymphatic system, hemopoietic system suprarenal gland, thyroid gland, skin (mice, rats)	3	n.c.	n.c.,BEI	3	n.l.
Tetrachloroethane	liver (mice)	3	K3	A3	3	n.l.
Tetrachloroethylene	<i>oesophagus, kidney, hemopoietic system, lymphatic system; liver (mice), hemopoietic system (rats)</i>	3	K3	A3	2A	R

Solvent	Organ-System	Category*				
		MAK	EG	ACGIH	IARC	NTP
Tetrachloromethane	stomach, liver, kidney, thyroid gland (rats, mice)	3	K3	A2	n.l.	n.l.
o-Toluidine	mamma, skin, bladder, liver, spleen, peritoneum, connective tissue (rats), vessels (mice)	2	n.i.	A3	n.l.	R
1,1,2-Trichlorethane	liver, suprarenal gland (mice)	3	K3	A4	3	n.l.
Trichloroethylene	<i>kidney</i> ; liver, biliary tract, kidney, lung, cervix, testes, lymphatic system (rats, mice)	1	K3	A5	2A	n.l.
Chloroform	stomach, liver, kidney, thyroid gland (mice, rats)	4	K3	A3	n.l.	R
1,2,3-Trichloropropane	oral mucosa (mice, rats), uterus (mice), liver, pancreas, forestomach, kidney, mamma (rats)	2	n.i.	A3	2A	R

**Figura 36: Ejemplo de Clasificación de Solventes**

\* Categorías

MAK (normativa alemana) 2

1: sustancias que causan cáncer en los seres humanos y pueden contribuir a incrementar el riesgo de cáncer. Estudios epidemiológicos proporcionan pruebas suficientes de una correlación positiva entre la exposición de los seres humanos y la aparición de cáncer. La escasez de datos epidemiológicos puede estar motivada por la evidencia de que la sustancia causa el cáncer de un modo de acción que sea relevante para los humanos.

2: sustancias que se consideran cancerígenas para los seres humanos porque los datos suficientes procedentes de animales a largo plazo estudios o evidencia limitada de estudios en animales justificada por la evidencia de los estudios epidemiológicos indican que puedan hacer una contribución significativa al riesgo de cáncer. Los datos limitados de estudios con animales pueden ser apoyados por evidencia de que la sustancia causa cáncer de un modo de acción que sea relevante para los humanos y por los resultados de in vitro, pruebas y estudios en animales a corto plazo.

3: sustancias que causan preocupación de que podrían ser cancerígenos para los seres humanos, pero no se puede evaluar de manera concluyente, debido a la falta de datos. En pruebas in vitro o estudios en animales han dado pruebas en una de las otras categorías. La clasificación en la categoría 3 es de carácter provisional. Se necesitan estudios adicionales antes de la decisión final se puede hacer. Un valor MAK se puede establecer siempre que no se han detectado efectos genotóxicos .

4: Las sustancias con potencial cancerígeno para el que no juega ningún genotoxicidad o más en un papel secundario. N significativa contribución al riesgo de cáncer e. La clasificación se apoya sobre todo por la evidencia que los aumentos en la proliferación celular o cambios en la diferenciación celular son importantes en el modo de acción. Para

caracterizar el riesgo de cáncer, los mecanismos múltiples que contribuyen a la carcinogénesis y sus relaciones dosis-respuesta característica de tiempo se tienen en cuenta.

5: las sustancias con potencial carcinogénico y genotóxico, la potencia de las cuales se considera que es tan baja que, siempre el valor MAK se observa, ninguna contribución significativa al riesgo de cáncer en humanos es de esperar. La clasificación con el apoyo de información sobre el modo de acción, dosis-dependencia y los datos pertinentes a toxicocinéticos especies de comparación.

EG65

K1: confirmado carcinógeno humano

K2: compuestos que debe ser considerado como carcinógeno

K3: compuestos con pruebas posibles carcinógenos

ACGIH1

A1: confirmado carcinógeno humano

A2: carcinógeno humano sospechoso

A3: carcinógeno animal confirmado con relevancia desconocida para los seres humanos

A4: no clasificable como carcinógeno humano

A5: No sospechoso como carcinógeno humano

Tilman 1322 Hahn, Botzenhart Konrad, Schweinsberg Fritz

IARC34-36

1: cancerígenos para los seres humanos

2A: probablemente cancerígeno para los seres humanos

2B: posiblemente cancerígeno para los seres humanos

3: no clasificable como carcinogénico para los humanos

NTP66

K: Conocido por ser un carcinógeno humano

R: motivos razonables para ser un carcinógeno humano (RAHC)

\*\* Notas:

En letra cursiva: cáncer en seres humanos

Carolina del Norte: No clasificado como cancerígeno

n.i.: no hay información disponible

n.l.: no enumerado

BEI: No clasificado como carcinógeno de vigilancia biológica.

Conclusiones:

Para la exposición a solventes en los lugares de trabajo, existe considerable cantidad de evidencia de efectos adversos sobre la salud.

- En este sentido, los efectos específicos y carcinógenos, en particular, se han discutido en el punto anterior.

- En caso de exposición a solventes del medio ambiente sólo algunos ejemplos de los efectos adversos para la salud han sido documentados.
- Es poco probable que las exposiciones ambientales a un solvente sea potencialmente tóxicos.
- Muchas sospechas, pero sólo hay una pequeña cantidad de datos científicos que demuestran una correlación entre una "enfermedad del medio ambiente " por exposición a solventes.
- Se ha planteado la hipótesis de que - como regla - la exposición a mezclas de solventes en bajas dosis no tóxicas de los componentes individuales no representa ningún peligro para la salud.

### **Especiación de Solventes.**

- Mecanismo químico SAPRC-99, Actualización de Escalas de Reactividad de compuestos orgánicos volátiles<sup>1</sup>.

El SAPRC-99 da un mecanismo detallado para la química atmosférica de NO<sub>x</sub> y COV. Contiene una actualización completa del mecanismo SAPRC-90 de Carter (1990) y además incorpora los últimos datos de reactividad de una gran variedad de compuestos orgánicos volátiles. Tiene asignado aproximadamente 400 tipos de compuestos orgánicos volátiles, y puede ser utilizado para estimar la reactividad de aproximadamente 550 categorías de COV.

Una característica única de este mecanismo es el uso de un sistema informático para calcular y generar esquemas de reacción para completar la mayoría de los hidrocarburos no aromáticos y smog fotoquímico. El mecanismo ha sido evaluado según las predicciones de prueba de reactividad del ozono con más de 80 tipos de compuestos orgánicos volátiles.

El mecanismo se utiliza para actualizar diversas escalas reactivas de ozono desarrollado por Carter (1994), incluyendo la ampliamente utilizada escala, "Máxima Reactividad Incremental (MIR)<sup>2</sup>. Sin embargo, las estimaciones de la reactividad de muchas clases de

---

<sup>1</sup> THE SAPRC-99 CHEMICAL MECHANISM AND UPDATED VOC REACTIVITY SCALES, Revised 2/5/2003 Broken links corrected or removed 3/31/10 Final Mechanism Documentation Report dated May 8, 2000 Updated and Corrected Data as of February 5, 2003. Software and Mechanism Files now Available (Last updated September 25, 2001). Prepared for the California Air Resources Board Contracts No. 92-329 and 95-308 by William P. L. Carter Research Chemist Air Pollution Research Center and College of Engineering, Center for Environmental Research and Technology University of California, Riverside, CA, USA

<sup>2</sup> Máxima Reactividad Incremental (MRI): Equivale a la cantidad máxima de ozono producida por una cantidad de COV adicionado a una mezcla de referencia de gases orgánicos reactivos, se encuentra expresado en masa de ozono por masa de COV.



COV son inciertas, por lo que se debe tener en cuenta al utilizar estos datos para aplicaciones regulatorias.

Los compuestos orgánicos volátiles (COV) difieren significativamente en sus efectos sobre la formación de ozono, y estas diferencias deben ser representadas adecuadamente en los modelos utilizados para predecir los efectos de los cambios de las emisiones en la formación de ozono. Esto requiere de métodos adecuados para especificar la composición química de los muchos tipos de compuestos orgánicos volátiles que se emiten, y los métodos adecuados para representar las diferencias químicas de estos compuestos en los modelos. Sin embargo, los modelos actuales y bases de datos de las emisiones tienen problemas significativos a este respecto:

La mayoría de modelos de uso de mecanismos muy condensada, que fija los muchos tipos diferentes de compuestos orgánicos volátiles en un número limitado de especies en el modelo.

Es difícil y costoso de las emisiones de proceso, si los mecanismos químicos se cambian o más especies al modelo se añaden, y no permiten el uso de las capacidades de química a mecanismos detallados como SAPRC-99 (Carter, 2000a)

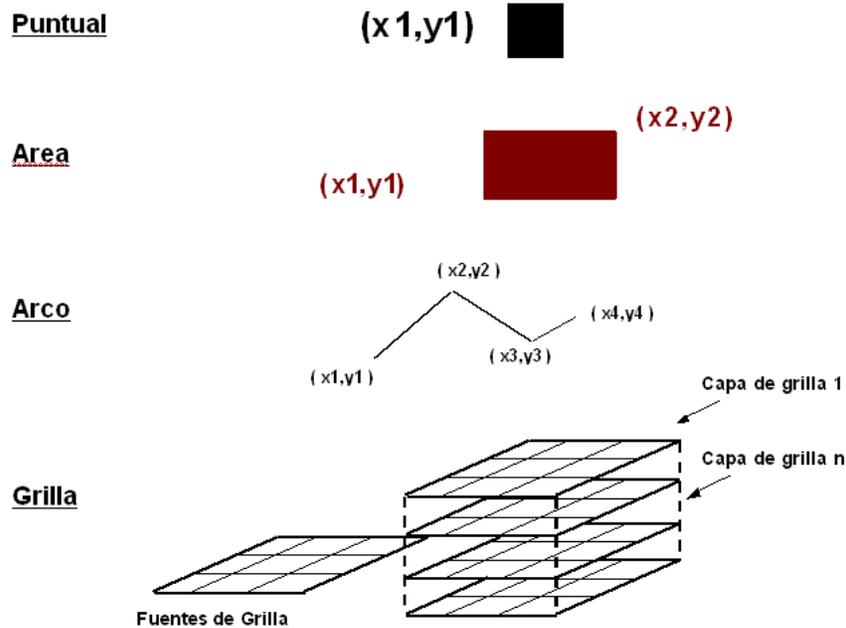
La información de especiación química utilizada en las bases de datos actuales tiene muchas categorizaciones químicas bien definidas y redundantes. Esto hace que sea difícil de implementar nuevos mecanismos químicos o de proceso de las emisiones de los diferentes mecanismos de una manera consistente. Para hacer frente a estos problemas, la Universidad de Houston (UH) comenzó el desarrollo de una base de datos de especiación química mejorada con las asignaciones a los actuales SAPRC-99, y el American Chemistry Council (ACC) financió para desarrollar una base de datos y desarrollar el software y los archivos necesarios para utilizar dicha base de datos para aplicar la SAPRC-99 y otros mecanismos químicos en el sistema de procesamiento de las emisiones a partir del Smoke.

Finalmente será revisada la documentación del speciate versión 4.2, el Spemat del SMOKE y para el caso de los estanques el Tanks.

#### **6.2.5. Incorporación del inventario de emisiones al sistema AIRVIRO.**

Como puede apreciarse en la figura siguiente, Airviro maneja cuatro tipos de fuentes distintas las cuales se clasifican de acuerdo a la cantidad de coordenadas requeridas para su georreferenciación. La más simple corresponde a las fuentes puntuales que requieren georreferenciar solo el punto donde estas son emplazadas, luego las fuentes de área que requieren conocer o identificar la coordenada inferior izquierda y superior derecha del

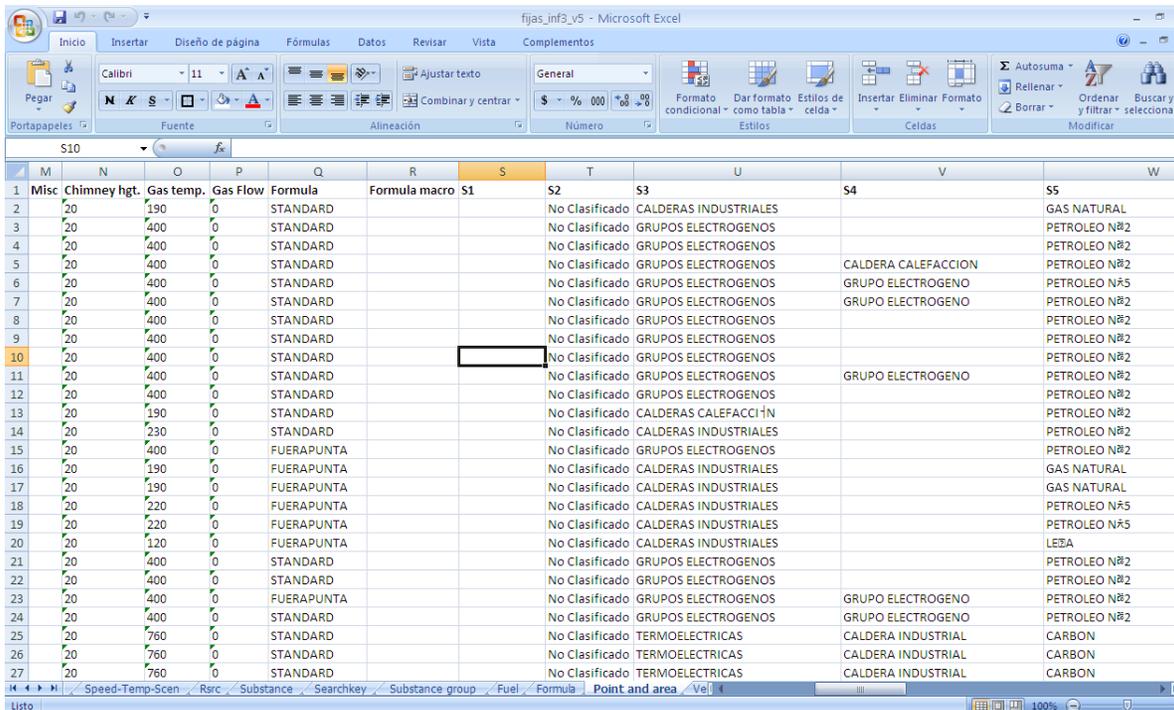
polígono en el cual se emplazan. Las fuentes de arco (fuentes móviles) requieren la identificación de las coordenadas de inicio y de término del arco. Finalmente, las fuentes de grilla requieren la georreferenciación de cada una de las celdas que la componen, ejemplo de este tipo de fuentes son la combustión residencial, preparación de terreno agrícola, y todas aquellas fuentes cuyas emisiones se distribuyen a nivel comunal. En el caso de las fuentes de COV estas serán incorporadas al sistema Airviro como fuentes del tipo puntual/área. En el caso de emisiones que se produzcan en un punto específico estas serán identificada como puntual en un par de coordenadas x,y (caso estanque o descarga pro un ducto o chimenea ) y en el caso de emisiones difusas producidas en un sector de la planta estas serán incorporadas como una área indicando la coordenada inferior izquierda y la superior derecha.



**Figura 37: Tipos de fuentes manejadas por Airviro**

A continuación, se describen los archivos de entrada generados para alimentar y poblar la EDB del Sistema Airviro mediante el uso de Webbed para el caso de las fuentes puntual/área. En la siguiente figura se presenta a modo de ejemplo una EDB en webbed,

como puede ser observado en la parte inferior de la imagen, este corresponde a un libro en Excel y cada hoja corresponde a la estructura de cada uno de los archivos de entrada a Airviro. A continuación se señalaran algunas de las características de los archivos de interés para el presente estudio



	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
1	Misc	Chimney hgt.	Gas temp.	Gas Flow	Formula	Formula macro	S1	S2	S3	S4	S5
2	20	190	0	0	STANDARD			No Clasificado	CALDERAS INDUSTRIALES		GAS NATURAL
3	20	400	0	0	STANDARD			No Clasificado	GRUPOS ELECTROGENOS		PETROLEO N#2
4	20	400	0	0	STANDARD			No Clasificado	GRUPOS ELECTROGENOS		PETROLEO N#2
5	20	400	0	0	STANDARD			No Clasificado	GRUPOS ELECTROGENOS	CALDERA CALEFACCION	PETROLEO N#2
6	20	400	0	0	STANDARD			No Clasificado	GRUPOS ELECTROGENOS	GRUPO ELECTROGENO	PETROLEO N#5
7	20	400	0	0	STANDARD			No Clasificado	GRUPOS ELECTROGENOS	GRUPO ELECTROGENO	PETROLEO N#2
8	20	400	0	0	STANDARD			No Clasificado	GRUPOS ELECTROGENOS		PETROLEO N#2
9	20	400	0	0	STANDARD			No Clasificado	GRUPOS ELECTROGENOS		PETROLEO N#2
10	20	400	0	0	STANDARD			No Clasificado	GRUPOS ELECTROGENOS		PETROLEO N#2
11	20	400	0	0	STANDARD			No Clasificado	GRUPOS ELECTROGENOS	GRUPO ELECTROGENO	PETROLEO N#2
12	20	400	0	0	STANDARD			No Clasificado	GRUPOS ELECTROGENOS		PETROLEO N#2
13	20	190	0	0	STANDARD			No Clasificado	CALDERAS CALEFACCION		PETROLEO N#2
14	20	230	0	0	STANDARD			No Clasificado	CALDERAS INDUSTRIALES		PETROLEO N#2
15	20	400	0	0	FUERAPUNTA			No Clasificado	GRUPOS ELECTROGENOS		PETROLEO N#2
16	20	190	0	0	FUERAPUNTA			No Clasificado	CALDERAS INDUSTRIALES		GAS NATURAL
17	20	190	0	0	FUERAPUNTA			No Clasificado	CALDERAS INDUSTRIALES		GAS NATURAL
18	20	220	0	0	FUERAPUNTA			No Clasificado	CALDERAS INDUSTRIALES		PETROLEO N#5
19	20	220	0	0	FUERAPUNTA			No Clasificado	CALDERAS INDUSTRIALES		PETROLEO N#5
20	20	120	0	0	FUERAPUNTA			No Clasificado	CALDERAS INDUSTRIALES		LESA
21	20	400	0	0	STANDARD			No Clasificado	GRUPOS ELECTROGENOS		PETROLEO N#2
22	20	400	0	0	STANDARD			No Clasificado	GRUPOS ELECTROGENOS		PETROLEO N#2
23	20	400	0	0	FUERAPUNTA			No Clasificado	GRUPOS ELECTROGENOS	GRUPO ELECTROGENO	PETROLEO N#2
24	20	400	0	0	STANDARD			No Clasificado	GRUPOS ELECTROGENOS	GRUPO ELECTROGENO	PETROLEO N#2
25	20	760	0	0	STANDARD			No Clasificado	TERMoeLECTRICAS	CALDERA INDUSTRIAL	CARBON
26	20	760	0	0	STANDARD			No Clasificado	TERMoeLECTRICAS	CALDERA INDUSTRIAL	CARBON
27	20	760	0	0	STANDARD			No Clasificado	TERMoeLECTRICAS	CALDERA INDUSTRIAL	CARBON

Figura 38: Imagen de WEBBED para generación de EDB del sistema AIRVIRO

### Fuentes point and area

La información de fuentes puntual área se entrega a AIRVIRO por intermedio de un archivo en formato Excel cuya estructura en columnas es la siguiente:

**Tabla 8: Estructura archivo point and area**

<b>Campo o variable</b>	<b>Descripción</b>
NAME	Razón social o nombre de fantasía del establecimiento
X1	Coordenada este inferior izquierda
Y1	Coordenada norte inferior izquierda
X2	Coordenada este superior derecha
Y2	Coordenada norte superior derecha
INFO	Número de registro del establecimiento a ser entregado por el sistema de declaración
INFO2	Número de registro del modo de operación o del tipo de operación unitaria a ser entregado por el sistema de declaración
ADDRESS	Dirección del establecimiento
POSTADDRESS	Dirección postal del establecimiento (este código es posible de obtener desde I RETC)
INFO SUPP	Fuente de información
DATE	Fecha de instalación de la fuente
CHANGED	Fecha de generación del archivo de emisiones
MISC	
CHIMNEY HGT	Altura de la chimenea en metros en caso de descarga puntual
GAS TEMP	Temperatura de salida de los gases
GAS FLOW	Velocidad de salida de los gases (m/s)

FORMULA	Id de las formula que contiene el ciclo de operación característico de la fuente
FORMULA MACRO	Formula, en caso de crear una macro que depende de parámetros
S1	Llave de búsqueda 1: Comuna donde se encuentra el establecimiento
S2	Llave de búsqueda 2
S3	Llave de búsqueda 3: Rubro del establecimiento
S4	Llave de búsqueda 4: Tipo de proceso de la fuente
S5	Llave de búsqueda 5: Tipo de combustible
ACTIVITYCODE	Código de actividad (código CCF8 de modos de operación), este código es entregado por el sistema de declaración
GEOGRAPHICAL CODE	Código geográfico (entregado por el sistema de declaración de COV)
CHIMNEY OUT	Diámetro externo de la chimenea (m) en caso de descarga puntual
CHIMNEY IN	Diámetro interno de la chimenea (m) en caso de descarga puntual
HOUSE WIDTH	Ancho edificio sobre el que se encuentra la fuente (no utilizado)
HOUSE HGHT	Altura edificio sobre el que se encuentra la fuente (en el formulario138 corresponde a altura total desde el suelo menos altura del ducto)
NO SEG	Número de segmentos radiales para

	especificar los siguientes parámetros que comienzan con la palabra "BUILD". Esto se usa solo para AERMOD. (no utilizado)
BUILD WIDTH	Ancho edificio (no utilizado)
BUILD HGT	Altura de los edificios (no utilizado)
BUILD LEN	Largo edificio (no utilizado)
BUILD DIST FAR WALL	Distancia entre cada edificio (no utilizado)
BUILD DIST CENTER	Distancia de la fuente al centro del edificio (del ángulo correspondiente) No utilizado por ahora
FUEL	No se utiliza
MAX EFFECT	No se utiliza
SUB GRP	Nombre del grupo de sustancias, en el caso que se utilice grupo de sustancias (caso estimación con factores de emisión)
SUB GRP EMISSION	Nivel de actividad de la fuente, en el caso que se utilice grupo de sustancias
SUB GRP UNIT	Unidad del grupo de sustancias, en el caso que se utilice grupo de sustancias
CONTAMINANTE1	Valor de la emisión directa del contaminante, en el caso de emisiones directas ya sea por una medición, un método de balance de masa o modelo de emisiones tipo TANKS
UNIT	Unidad de medida de la emisión del contaminante, en el caso de emisiones directas
CONTAMINANTE2	Valor de la emisión del contaminante del

	segundo contaminante
UNIT	Unidad de medida de la emisión del contaminante.
CONTAMINANTE n	Valor de la emisión del contaminante n
UNIT	Unidad de medida de la emisión del contaminante n

### Archivo fórmulas

El archivo Fórmula dentro de webbed contiene los perfiles de actividad de las fuentes emisoras o tipo de operación unitaria en el caso de COV.

**Tabla 9: Estructura archivo formula**

Campo	Descripción
NAME	Nombre abreviado de la formula
INDEX	Número correlativo identificador del ciclo temporal
TYPEDAY	Perfil semanal de actividad normalizado al valor máximo estructurado en una matriz de 24 filas y cuatro columnas. Las columnas representan los días característicos que maneja AIRVIRO Lunes-Jueves, Viernes, Sábado y Domingo de 24 horas, mientras que las filas representan los valores horarios de cada

	día.
MONTH	Perfil mensual de actividad normalizado al valor máximo estructurado en una matriz de dos filas y seis columnas. en cuatro días característicos
SCENARIO	Scenario permite crear proyecciones para otros años basándose en un año base (Por ejemplo si el inventario es 2010, se pueden poner factores para proyectar para el año 2011, 2012, etc). Los años que se utilizan en escenario se configuran en global EDB dentro de AIRVIRO
TEMPF	No se utiliza
GASFLOW	NO se utiliza

### Substance group

En este caso se deben incorporar los factores de emisión como grupo de sustancias y esto se hace según la siguiente estructura:

**Tabla 10: Estructura archivo Substance group**

<b>Campo</b>	<b>Descripción</b>
NAME	Nombre del grupo de sustancias
INDEX	Id del grupo de sustancias

SUBSTANCES 1	Valor del factor de emisión de la sustancia 1
Unit	Unidad de medida del factor de emisión
...	
SUBSTANCES n	Valor del factor de emisión de la sustancia n
Unit	Unidad de medida del factor de emisión

Finalmente se entregan directrices relevantes del sistema SINCA para la generación de los archivos Airviro del presente proyecto:

#### **Estandarización de las EDBs:**

- Debe existir una metodología de estimación de emisiones especificada, y cada una de las EDBs debe seguir esa metodología.
- Por otra parte, es importante tener en cuenta que usando factores de emisión de versiones anteriores del inventario, sobre la EDB construida en la actualidad, los resultados debieran ser parecidos a los obtenidos en ese escenario histórico.

#### **Estructura de la EDB y manejo de versiones:**

- Una EDB oficial por región y año de actualización.
- La EDB nacional oficial, es la unión de las EDBs regionales.
- Un sistema para nombrar EDBs: YY-MM-RR-XX, en donde, YY corresponde al año de actualización, MM a la metodología usada, RR a la región y XX es el número de versión
- Cada estudio debe seguir la metodología estándar decidida para el año del inventario a ser construido
- La estructura propuesta permitirá hacer comparación de escenarios
- Esto implica un sistema coordinado para todo el país
- Todas las fuentes de emisión deben ser clasificadas usando códigos geográficos (equivalentes a los del retc) y códigos de actividad (equivalentes a los códigos ccf8 del RETC). En el caso de estos códigos se manejan en el archivo Rsrc dentro de webbed

### **Fuentes puntuales, de área y de grilla:**

- Incorporar el nivel de actividad característico de la fuente
- Utilizar factores de emisión para cada sustancia contaminante
- Considerar Variaciones temporales de las emisiones de la fuente
- Considerar Distribución espacial de las emisiones, coordenadas del punto o del área, características de la grilla por fuente tipo grilla
- Fuente fija (con chimenea) considerar: Alturas, diámetros internos y externos, temperatura, velocidad de los gases
- Para cada año de actualización de fuentes de grilla de debe:
  - Estandarizar la forma de calcular el nivel de actividad
  - Estandarizar la forma para distribuir estos niveles en forma geográfica
- Para el EDB nacional: Como base nacional es posible tener una grilla total con emisiones y en zonas donde exista información bottom up, esta información debería reemplazar la información top down.

#### **6.2.6. Diagnóstico del nivel de control de emisiones del sector.**

A partir de los antecedentes declarados por los titulares, se identificarán aquellas declaraciones que cuentan con equipos de control de emisiones o metodologías de reducción de emisiones.

Se han realizado visitas a terreno a las empresas que lo han solicitado, con el fin de completar el maestro de equipos de control disponible en la página WEB.

En general en el país las industrias que operan con solventes no cuentan con equipos de control de emisiones de COVs, por lo cual se cuenta con listado de tecnologías identificadas como referenciales:

- Evaporación/condensación: las tecnologías de control del tipo evaporación y posterior condensación son utilizadas cuando las concentraciones de solventes

emitidos son altas y pueden ser reutilizados en el proceso, se requiere entonces que los sistemas de captura de las emisiones sean efectivas, con bajas pérdidas fugitivas.

- Incineración: este tipo de control se utiliza principalmente cuando es factible la recuperación del aporte térmico mediante el uso de agua caliente, vapor o aire caliente, se utiliza en una variada gama de concentraciones de emisiones sean estables o variables. Una forma utilizada ampliamente en el País es la generación de combustibles alternativos con residuos de solventes líquidos mezclados los que son quemados en hornos de alta temperatura.
- Filtrado en carbón activado: se utiliza generalmente cuando las emisiones son variables y en bajas concentraciones, se requiere monitorear permanentemente el estado de saturación del carbón y una vez utilizado este tiene que ser tratado para reducir o recuperar el solvente adsorbido.
- Lavadores: se utilizan en un gran número de aplicaciones de control de emisiones, usualmente cuando existe también la emisión combinada con material particulado, tal como en las cabinas de pintura, se requiere por lo tanto que el residuo líquido sea tratado posteriormente para la eliminación del solvente captado.
- Biodigestión: estas tecnologías están en desarrollo en sus aplicaciones industriales, debido a su bajo consumo de energía y ausencia de residuos generados, sin embargo su efectividad debe ser ajustada al tipo y características de las emisiones a controlar mediante un prolongado seguimiento.
- Destilación: se utiliza principalmente para la recuperación de solventes de mezclas residuales, la posterior condensación fraccionada permite una recuperación y reutilización de los solventes.
- Absorción: con productos distintos del carbón activado ya sea en medios secos o húmedos, permiten el control de emisiones con concentraciones bajas y variables.
- Oxidación catalítica: se utiliza cuando no es factible la recuperación de la energía térmica en flujos de emisiones de concentraciones bajas y variables, permite reducir químicamente los COVs a temperaturas más bajas (250-400°C) y por lo tanto con menor peligro.

### 6.3 Estudio de medidas de control a ser aplicadas al sector.

#### 6.3.1 Identificación y descripción de los procesos productivos existentes en la R.M.

A continuación se entrega identificación y descripción de los procesos existentes en la R.M. en los cuales se utilizan solventes.

##### ✓ Artes Gráficas

En la industria de la impresión se identifican los siguientes procesos:

Impresión Tipográfica: en este método de impresión, la tinta se aplica sobre los tipos elevados del cilindro de impresión y se transfiere a la superficie del cartón.

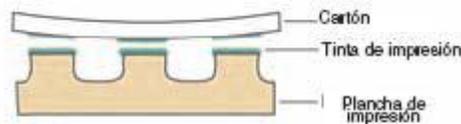


Ilustración del método tipográfico

**Figura 39. Impresión Tipográfica**

Huecograbado: el huecograbado es un método de impresión directa, en el cual las áreas de la imagen que se imprimirán se componen de muchas hendiduras pequeñas que se graban en un cilindro de impresión de cobre y se llenan de tinta. Las prensas del huecograbado imprimen sobre bobina, por lo que alcanzan una velocidad muy elevada. Por su elevado coste inicial y el bajo coste unitario, el huecograbado es más adecuado para tiradas largas. Este método consigue una buena reproducción de la imagen.

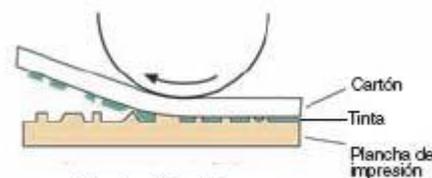


Ilustración del método de huecograbado

**Figura 40. Huecograbado**

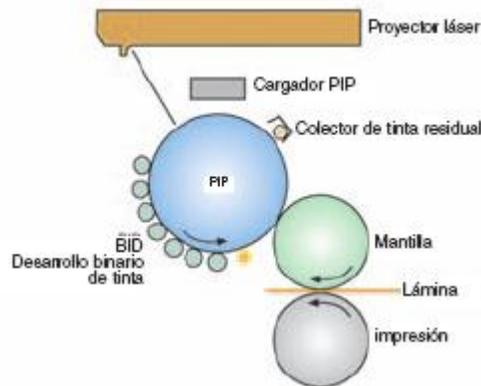
Flexografía: en este método de impresión directa, las áreas de la imagen que se imprimirán están por encima de las áreas sin imagen. La plancha de impresión es de caucho o plástico.

La ventaja de la Flexografía, es que pueden utilizarse para imprimir sobre la mayoría de materiales. Pueden usarse tintas al agua. La desventaja es que muchas veces la Flexografía tiene dificultades reproduciendo todos los matices del color.



**Figura 41. Flexografía**

Impresión digital: es una prensa que imprime información directamente desde el ordenador, de un modo similar a una impresora de ordenador. Por ello no es necesario el uso de fotolitos o de planchas de impresión. Las principales ventajas son su velocidad y el bajo coste para las tiradas cortas de cuatro colores.

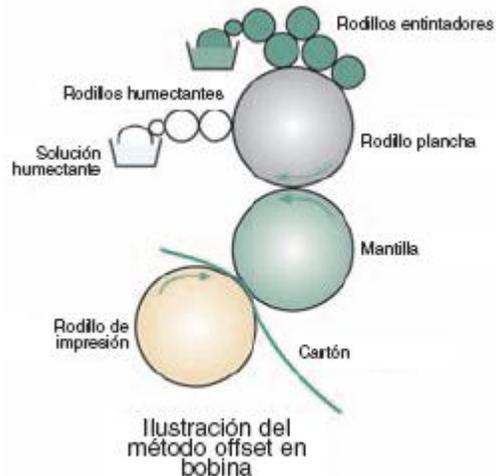


**Figura 42. Impresión Digital**

Offset: el Offset es el sistema de impresión más utilizado para el cartón. Su variable más común es el Offset sobre láminas de cartón, en el cual se imprime sobre láminas de este material. En la rotativa de Offset, por el contrario, se imprime sobre una bobina de cartón.

El Offset es un sistema indirecto de impresión, ya que la tinta no se transfiere al cartón directamente desde la plancha de impresión. El rodillo de impresión transmite (set off, de ahí la palabra Offset) la tinta de impresión a un cilindro cubierto de caucho (mantilla) que

transfiere la tinta/ imagen de impresión a la lámina de cartón. Cuando hablamos de Offset, normalmente nos referimos a litografía Offset, un método de impresión en el cual las áreas de imagen que se van a imprimir mediante el uso de propiedades químicas y no por diferencias de nivel.



**Figura 43. Método Offset**

Un sector identificado en los futuros declarantes es la fabricación de envases y etiquetas, para lo cual se utilizan técnicas de litografía, que es un procedimiento de impresión mediante el cual se reproduce una imagen sobre una superficie de papel.

En el proceso se utilizan tecnologías de impresoras, troqueladoras, pegadoras y hot stamping.

Las tintas, barnices y solventes utilizadas son al agua y el barniz utilizado es de estándar alimenticio (para las industrias que fabrican packaging para el sector alimenticio), es decir, puede estar en contacto con alimento sin generar alteraciones; hay utilización de solventes en el área de offset.

Dentro de los procesos se identifican dos tipos de conversión en distintas etapas del proceso:

### **Guillotinas Conversión**

Los rollos de papel almacenados en la bodega de materias primas son sometidos a un proceso de conversión, donde son cortados según las dimensiones de los pliegos establecidos por el requerimiento del cliente, el resultado de este proceso serán utilizados en las etapas posteriores de impresión. Los pliegos son apilados en pallets y acopiados en las bodegas de productos intermedios.

### **Guillotinas Etiquetas**

Este proceso de dimensionado corresponde a un proceso intermedio ya que al papel impreso es sometido a un nuevo proceso de corte, los cortes están determinados según las dimensiones definidas en la orden de trabajo. Cabe destacar que este proceso de corte es solo aplicado a los trabajos de etiquetados, donde el objetivo es reducir los pliegos y así optimizar el proceso siguiente de troquelado.

### **Preparación de Tintas**

Las tintas utilizadas en el proceso de impresión offset son en base a agua y son preparadas en una sala de preparación especialmente acondicionado para efectuar la mezcla de las tintas. El objetivo principal del laboratorio es preparar los tonos de colores requeridos en cada orden de trabajo.

### **Formas (Planchas Metálicas)**

Previo impresión offset, se elaboran las formas que se requieren para el proceso litográfico. Éstas se realizan en planchas metálicas de aluminio que son impresas digitalmente en la procesadora de planchas. Estas planchas son las que estamparán las tintas en los pliegos o cartulinas.

Una vez obtenida la lámina con la forma requerida, esta es derivada al área de impresión offset para ser instalada en las impresoras e inicie el proceso de aplicación de tintas a las láminas según requerimientos en la orden de trabajo.

### **Impresión Offset**

Los pliegos dimensionados son sometidos al proceso de impresión offset. Éstos son apilados al inicio de la línea de impresión y la alimentación de las máquinas de impresión se lleva cabo de forma automática.

El proceso de impresión considera el barnizado, la aplicación de las tintas y el secado, todo esto definido en las líneas de impresión.

El barnizado consiste en la aplicación de barniz. El barniz se aplica en las láminas destinadas a envases, con el objeto de que la superficie interior del envase no quede en contacto directo con el alimento. El coating es una base que se aplica a las láminas sobre la cual posteriormente se aplicará la impresión gráfica.



La aplicación de colores se realiza definiendo en cada línea de impresión la pintura a aplicar sobre la superficie de la lámina. Las tintas utilizadas son en base a agua y su aplicación es semi-automática, ya que el operador debe alimentar los rodillos que aplicarán el color sobre la lámina. Cabe destacar que estos rodillos deben ser limpiados para cada orden de trabajo distinta, así se evitan contaminación de colores por mezclas no planeadas, lo que conllevaría a una no conformidad del producto. La limpieza se realiza mediante aplicación de alcohol isopropílico y litowash, químicos creados para esta actividad.

Dentro del mismo proceso de impresión, la lámina se somete a un proceso de secado cada vez que se aplique el barniz y tintas. Esto asegura la calidad de la impresión al evitar que los colores lleguen frescos al final de la línea.

Finalizada la actividad de impresión, los sustratos impresos son recopilados en pallets a la salida de las impresoras y estas son acopiadas en la bodega o dirigida al área de troquelado para darle forma al producto.

#### ✓ **Fabricación de Pinturas**

Los procesos involucrados en la fabricación de pinturas son los siguientes:

Las pinturas son recubrimientos relativamente sólidos y opacos, que sirven para aplicación de capas delgadas. Los elementos constitutivos constan de un pigmento adecuadamente disperso en un líquido compuesto por una resina y un solvente volátil. El compuesto líquido se denomina vehículo generalmente se trata de aceites, secantes y aditivos. Los aceites cumplen la función de ayudar a formar una película protectora y plastificada que permite que los pigmentos queden fijados en la superficie donde se aplicaron. Por su parte, los barnices son dispersiones coloidales incoloras, constituidas por una solución de resinas sintéticas o naturales mezcladas en aceites o thinner. Al igual que las pinturas, los barnices cumplen la doble función de ser un recubrimiento protector así como un factor estético para las superficies en que son utilizados. Los barnices se caracterizan por ser incoloros, por lo que tienen menor resistencia a la luz que las pinturas, pero su película transparente permite acentuar la textura de la superficie recubierta.

En el proceso de producción de pinturas por lo general se emplean las siguientes materias primas:

- ✓ Pigmentos
- ✓ Aglutinantes

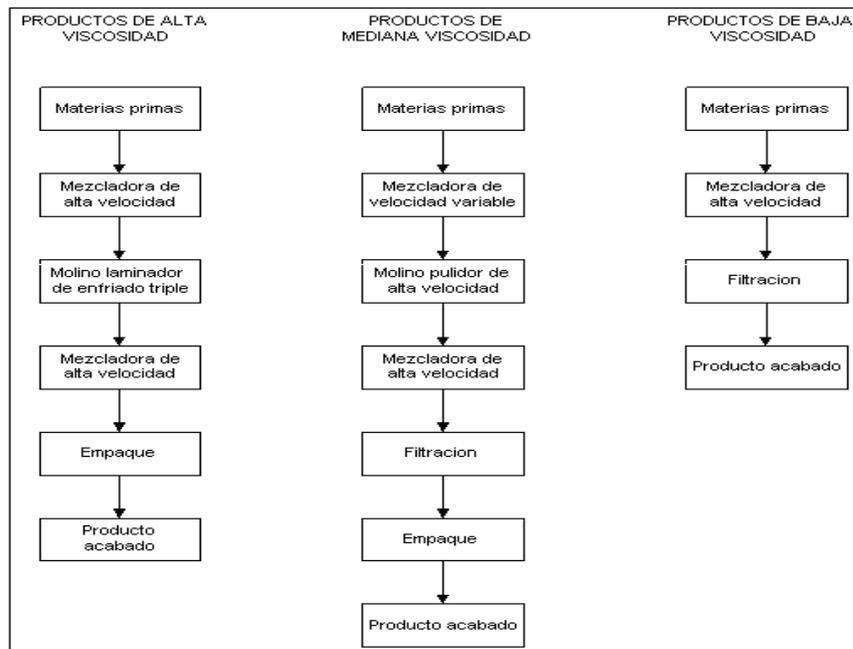


- ✓ Solventes
- ✓ Aditivos menores.

Las materias primas utilizadas en las industrias nacionales son similares a las de uso común a nivel mundial. Respecto de los solventes, el aguarrás se utiliza de preferencia en las pinturas de tipo decorativas, en tanto que en las pinturas de tipo industrial se utilizan productos más específicos. Los solventes son sustancias líquidas que dan a las pinturas el estado de fluidez necesario para su aplicación, evaporándose una vez aplicada la pintura. La variedad de solventes que ocupa este tipo de industria es muy amplia pero, a pesar de ello, su uso se ha visto disminuido en los últimos años, debido a restricciones de tipo ambiental y de costo, especialmente en el caso de los solventes clorados. De acuerdo a la información revisada se puede estimar un factor de consumo de 160 litros de solvente por tonelada de pintura.

La gama de pinturas elaborados es muy amplia, incluyendo pinturas en base agua o baja viscosidad (látex) y en base a solventes (óleo) o alta viscosidad (incluyen masilla de barniz, tintas para impresión, pintura para el marcado de calles, pintura base anticorrosiva de color rojo) y media viscosidad (tales como pinturas para interiores, lacas, pintura emulsiva, pintura de poliuretano, recubrimiento de madera, varios esmaltes).

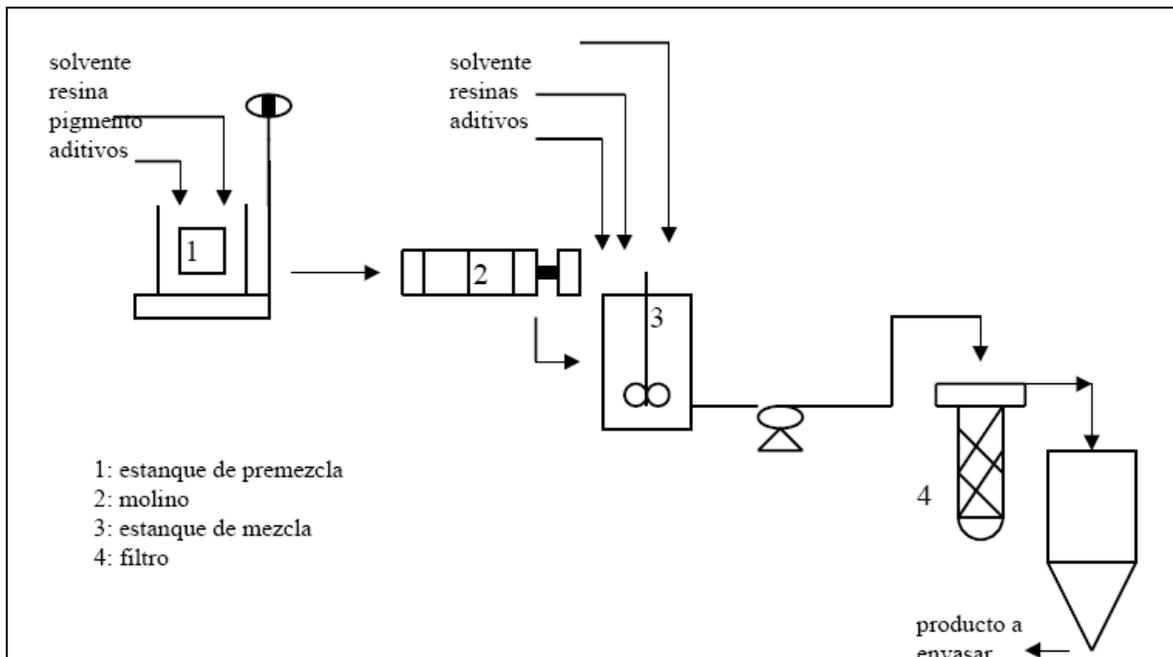
A nivel nacional, la industria de pinturas sigue el mismo esquema de procesamiento que se utiliza a nivel mundial, considerando similares etapas de proceso para los tipos de pinturas según su viscosidad (ver figura siguiente).



**Figura 44. Esquema de procesamiento Fabricación de Pintura**

Los pasos en la elaboración de pinturas en base a solventes, son similares a los descritos anteriormente. Inicialmente, se mezclan los pigmentos, resinas y agentes secantes en un mezclador de alta velocidad, seguidos de los solventes y agentes plastificantes. Una vez que se ha completado la mezcla, el material se transfiere a un segundo estanque de mezclamiento, en donde se adicionan tintes y solventes. Una vez obtenida la consistencia deseada, la pintura se filtra, envasa y almacena. Cabe hacer notar que en este proceso también es posible usar un estanque de premezcla y un molino en lugar del mezclador de alta velocidad.

En la Figura 45 se presenta un diagrama general del proceso de fabricación de pinturas. Otros aditivos menores, usados con propósitos especiales, en ambos tipos de pinturas son las sustancias antibacterianas, estabilizantes, tensoactivos y agentes para ajuste de pH.



**Figura 45 Proceso de Fabricación de Pintura**

Las emisiones de COV en el proceso de producción de pinturas se deben principalmente al uso de solventes. Los COV emitidos pueden clasificarse principalmente en dos grupos halogenados y no halogenados. Dentro de los primeros los más destacables son: Percloroetileno, tricloroetano y tricloroetileno. Por su parte en el caso de los no halogenados se tienen: Xileno, tolueno, metilecetona, metanol, acetona, etilacetato, butanol, aguarrás (varsol) y aguarrás (trementina).

Para el control de las emisiones de COV (vapores de solventes) se utilizan sistemas de captación en distintas etapas de la línea de producción, de esta forma no solo se reduce la emisión de vapores a la atmosfera, sino que además es posible en muchos casos reutilizar el solvente captado.

✓ **Producción de Resinas y plásticos**

Los plásticos y resinas son compuestos químicos con forma de cadena, conocidos químicamente como polímeros. Se producen por la síntesis de uno o más de los siguientes procesos: en masa, suspensión y emulsión. La reacción típica de producción se logra agregando al monómero (unidad básica estructural del polímero), un iniciador con radicales libres y sustancias modificadoras.

El proceso de polimerización produce relativamente pocos efluentes, comparados con otros procesos de fabricación y con el de obtención del monómero, cuyos efluentes son mayores.

Estas industrias químicas se pueden clasificar en nueve subdivisiones, según el producto:

a) Celulósicos

Son materiales plásticos producidos a partir de la celulosa. Son derivados que van desde la celulosa regenerada o celofán a la nitrocelulosa del algodón, la pólvora. La materia prima principal es la pulpa de madera purificada. Hay dos procesos para obtener la celulosa purificada, el xantato y el cuproamónico. En el proceso del xantato, la celulosa se trata en una solución de hidrógeno de sodio (NaOH) y disulfuro de carbono (CS<sub>2</sub>); luego se coagula la solución de xantato de celulosa resultante y se regenera la celulosa en forma de película continua por acidificación.

Los efluentes contienen materiales celulósicos biodegradables, sulfatos y metales pesados. El grueso de los residuos restantes son: ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), sulfato de sodio (NaSO<sub>4</sub>) y metales pesados.

b) Resinas vinílicas

Los monopolímeros y copolímeros de cloruro de vinilo son de las resinas termoplásticas más antiguas y de mayor flexibilidad de aplicación.

La producción es discontinua en el proceso de polimerización en suspensión, por la amplia variedad y cantidad de productos. En este método, el monómero se dispersa en forma de minúsculas gotas en un medio estabilizado de suspensión, consistente en agua de 0,01 a 0,5% en peso de los agentes en suspensión (alcohol de polivinilo, gelatina y éteres de celulosa). La suspensión se calienta en un reactor en presencia de catalizadores, tales como peróxidos de benzoilo, lauroil, ter-butyl, a fin de iniciar la polimerización. Cuando ésta se ha completado, la suspensión del polímero se lleva a un tanque de extracción, donde se recupera el monómero residual que no haya reaccionado. El polímero no

separado se transfiere a un depósito de reacción; la mezcla pastosa o semifluida de polímero se bombea a centrifugadoras, en las que se lava y separa el agua. Se completa la operación en secadores rotativos.

#### c) Resinas y copolímeros de poliestireno

La combinación de las propiedades del poliestireno y su facilidad de tratamiento (moldeo por inyección y por extrusión ) hace de él termoplásticos muy útil, por su excelente estabilidad térmica no deformable, elevada resistencia a la flexión y a la tracción y buenas propiedades eléctricas.

Para la fabricación de resinas y copolímeros de poliestireno se aplica un método discontinuo, que utiliza una combinación de procedimientos de polimerización en masa y en suspensión. El monómero de estireno, o mezclas de monómero, se purifican por destilación o lavado con sosa cáustica, para eliminar inhibidores. Las materias purificadas se cargan en unión de un iniciador (generalmente del tipo de peróxidos), en recipientes de polimerización, de acero inoxidable o de aluminio, que están provistos de camisas para su calentamiento y refrigeración y de agitadores. La polimerización del monómero se realiza a unos 90°C hasta aproximadamente el 30% de conversión; en esta fase, la masa de reacción tiene la consistencia de jarabe. El agua se utiliza únicamente como agente de intercambio térmico, por lo que no entra en contacto con el producto y puede recircularse.

El polímero o masa parcialmente polimerizada se transfiere a los reactores de polimerización por suspensión, conteniendo agua y agentes de suspensión y dispersión que pueden ser celulosa de metilo o de etilo, ácidos poliacrílicos , alcohol polivinílico y muchos otros materiales que se encuentren en forma natural tales como gelatina, almidones, gomas, caseína y alginatos. La masa melíflua se descompone en gotitas, por la acción del agitador, y se mantiene en suspensión en la fase acuosa. Después de completar la polimerización, la suspensión polimérica se envía a un depósito o tanque de extracción, en el que se separa cualquier residuo o monómero que no haya reaccionado. La masa separada se centrifuga y el polímero producido se filtra, se lava y se le extrae el agua.

#### d) Poliolefinas (polietilenos)

Los polietilenos que se producen en la actualidad cubren una amplia gama de peso moleculares, desde ceras de unos cuantos miles de moléculas a polietilenos de varios millones de ellas, e igual disposición de rigidez. El polietileno se usa, en orden decreciente, en: películas y láminas, moldeo por inyección, botellas, aislamiento de cables, revestimientos, tubos y otros usos.

Un proceso fundamental para la producción de polietilenos es el método de alta presión, cuyo producto final es llamado polietileno de baja densidad. Una corriente de etileno de

gran pureza es tratada a una presión adecuada y se la hace pasar a través de un reactor (tubular o de autoclave), en presencia de un catalizador con radicales libres. La mezcla de polímero-monómero resultante se separa por reducción de la presión en dos corrientes, una rica en monómero y otra en polímero. La primera se puede limpiar y ser sometida de nuevo al ciclo de producción o para otro proceso. La corriente de polímero se concentra por medio de una nueva separación y luego se extruye en forma de cintas o cordones para su moldeo.

Otro proceso es el método de baja presión, que produce polietileno de alta densidad, comúnmente por el proceso Phillips, que utiliza un catalizador de cromo y alúmina.

#### e) Acrílico

Las resinas acrílicas se producen por tres procesos: polimerización en masa, en solución y en emulsión. La polimerización en masa se utiliza para láminas fundidas o moldeadas y material para moldeos y extrusión. La polimerización en solución se usa para la producción de revestimientos industriales, como pintura para automóviles y revestimientos de tejidos. La polimerización en emulsión se usa, sobre todo, en revestimientos de venta comercial, tales como pintura domésticas. Este último proceso es de operación discontinua.

En la producción de acrílicos en emulsión, el monómero se mezcla en una cuba con el catalizador, agua y un agente tensoactivo. La polimerización y la emulsión tienen lugar simultáneamente. Se quita parte del agua y se añade más agente tensoactivo. Los grumos se quintan por filtración o por centrifugación. Se almacena la emulsión. El producto final contiene alrededor del 50% de resinas acrílica.

#### f) Resinas de poliéster y alquídicas

Los poliésteres y alquídicos se caracterizan por una gran variedad en sus formulaciones, no solo según la clase de resina producida, como: los poliésteres modificados por aceites (alquídicos), poliésteres insaturados (laminados y compuestos para moldeo) y poliésteres lineales (películas y fibras), sino también dentro de cada grupo. El proceso fundamental de fabricación para la resina de poliéster y alquídicos es la polimerización por condensación, de tipo discontinuo, de un ácido dibásico y un alcohol con varios grupos. La polimerización en presencia de aceites y ácidos grasos da como resultado un complicado polímero conocido como resina alquídica.

#### g) Resinas de úrea y melanina

El Proceso de fabricación de las resinas de úrea y melamina consiste en la polimerización discontinua por condensación de la úrea o de la melamina con formalina (solución al 40% de formaldehído en agua). Las materias primas , úrea, melamina y formalina, se cargan en unión de los catalizadores,aditivos y modificadores propios de cada fabricante, en un reactor provisto de camisa de calentamiento para iniciar la reacción; luego se corta el calentamiento para introducir agua de refrigeración con la cual controlar la temperatura de la reacción. La mezcla se refluye hasta obtener el grado adecuado de polimerización. La resina es soluble en agua, de manera que no se produce separación alguna.

Las resinas de úrea y melamina se deshidratan al vacío hasta que el contenido de sólidos sea del 50 al 60%; se venden en forma de solución, o bien se secan o deshidratan por aspersion y se venden como producto sólido.

#### h) Resinas fenólicas

El fenol constituye el solvente más importado durante el año 2009, con aproximadamente 16.000 ton. Las resinas derivadas del fenol constituyen la familia más antigua de este tipo de productos. Sus usos principales son para moldeos de tipo económico y para encolado de tableros de madera contrachapada. La producción de las resinas fenólicas se efectúa por el proceso de polimerización discontinua, por condensación de los fenoles con formalina. Los compuestos fenólicos y la formalina, junto con los catalizadores y diversos aditivos y modificadores, se cargan en el reactor provisto de camisa de calefacción, se calientan para iniciar la reacción, la cual, una vez iniciada, es exotérmica; para controlar la temperatura se cambia la calefacción por agua de refrigeración. La mezcla se refluye hasta que se separe en dos fases: una capa de resina pesada y viscosa y otra acuosa. Aquí se aplica vacío y se eleva la temperatura para extraer el agua. La resina fundida se extrae a un depósito donde se solidifica al enfriarse.

#### ✓ **Importación y distribución de Solventes**

Una vez contenidas en los estanques de almacenamiento, el manejo de estas sustancias es a granel (a través de estanques desde los distribuidores a usuarios; a veces también los distribuidores fraccionan para clientes menores que no tienen ni necesitan estanques)

Su manejo se realiza a través de tambores (200 litros) o IBC (1000 lts)

Finalmente en la siguiente figura se muestra el listado productos químicos distribuidos por Oxiquim:

PRODUCTOS COMERCIALIZADOS	
Acesulfame de Potasio	Etanol Perfumista de Melaza
Acetato de Butilo	Isopropanol
Acetato de Etilo	Isopropanol USP
Acetona	Metanol
Acetona USP	Metil Etil Cetona (MEK)
Acido Acético	Metil Etil Cetoxima (MEKO)
Acido Ascórbico	Metil Isobutil Cetona (MIBK)
Aguarrás Mineral	Metoxipropanol (PM)
Bencina Blanca	n-Butanol
Butilcellosolve	Percloroetileno
Ciclohexano	Sec-Butanol
D-Limoneno	Solvente 4
Diacetona Alcohol	Solvente SOLKANE MFC 365 MR
Etanol 95° USP	Solvente VERSATRANS MR
Etanol 99.8° USP	Toluen Diisocianato TDI
Etanol Anhidro	Tolueno
Etanol de Cereales	Vinil Acetato Monómero
Etanol de Melaza Potable	Xileno
Diluyente SX línea Escaid de ExxonMobil	

**Figura 46. Productos comercializados por Oxiquim**

### 6.3.2 Identificación de medidas de control de emisiones para cada sector.

#### Artes Gráficas

Este sector cubre los procesos de impresión más importantes, estos son: flexografía y rotograbado en el sector de embalajes, sistema offset, rotograbado en el sector de publicaciones y impresión por retículas.

Las principales fuentes de emisión de COV son las siguientes:

- Los solventes orgánicos que están presentes en las tintas y utilizados para la dilución de éstos;
- Los solventes utilizados para la limpieza;
- El almacenamiento y manipulación de solventes ;
- Para la impresión offset, en el uso de solventes orgánicos como amortiguadores (el más común es el isopropanol);
- En el área de las publicaciones se usan también pegamentos y adhesivos.

Las principales medidas de reducción de emisiones son:

- Un plan de manejo adecuado de los solventes;
- Modificaciones en los procesos de impresión
- Utilización de sustitutos de las tintas con base solventes orgánicos;
- Para la impresión offset se debe reducir a menos de 8 %vol. ó suprimir el consumo de isopropanol en la impregnación, por medio de la sustitución por compuestos orgánicos no volátiles
- Utilización de agentes limpiadores basados en aceites vegetales.

Otras medidas de mitigación de emisiones de COV desde la industria de artes gráficas se presentan a continuación.

En relación al equipamiento básico y materias primas:

- Evaluar la factibilidad técnica y económica de usar materias primas con bajo contenido de COV para las distintas operaciones en la instalación.
- Evaluar el grado de limpieza que es requerido y la factibilidad técnica y económica del uso de equipos y técnicas alternativas de limpieza para reducir las emisiones de COV desde las distintas operaciones.
- Evaluar la factibilidad técnica y económica de usar materiales de limpieza acuosos, emulsiones o de baja volatilidad.
- Asegurar que el sistema de cañerías, válvulas y fittings en contacto con material que contenga COV estén soldados o unidos con flanges, usando empaquetaduras que sean compatibles con estos materiales y del menor diámetro posible, consistente con las medidas de seguridad y eficiencia operativa.
- Asegurar que excepto para las válvulas de bola, las válvulas que estén en contacto con materiales que contengan COV tengan pernos de retención que permitan ajustar o reemplazar en línea una empaquetadura o diafragma cuando se detecte una fuga.
- Asegurar que las bombas que estén en contacto con materiales que contengan COV estén equipadas con sellos mecánicos dobles o su equivalente.

En cuanto al almacenamiento y manipulación de solventes:

- Se debe asegurar que los estanques de almacenamiento de solvente con capacidad mayor a 1 m<sup>3</sup> estén equipados con: venteos con conservación de vacío, que reduzcan las pérdidas de vapor durante la "respiración" de los tanques, causados por los cambios de temperatura; que sean llenados con un tubo sumergido permanente y que tengan sistemas de drenaje y diques contenidos con espacio suficiente para contener los derrames o fugas antes de que se evapore el producto.

- Asegurar que el aire comprimido no es utilizado para transferir solventes de un estanque a otro.
- Asegurar que el solvente no sea transferido vertiéndolo ni salpicándolo en baldes abiertos.
- Asegurar que el solvente transferido desde los estanques sea transportado por medio de una bomba manual o con motor, conectada al tapón abierto del estanque, que descarga por medio de una línea sumergida en e estanque receptor.
- Asegurar que la transferencia del solvente desde camiones estanques a estanques de almacenamiento sea realizada a través de una descarga que esté sumergida, debajo del nivel de líquido solvente en el interior del estanque receptor.

Para la manipulación de desechos y disposición se debe:

- Asegurar que el solvente usado y lodos de desechos sean almacenados en contenedores cerrados hasta que sean removidos para recuperación o disposición.
- Asegurar que los solventes usados de diferentes tipos sean segregados y claramente etiquetados.
- Asegurar que el lodo del sistema de recuperación de solventes no contenga más del 20% de solvente orgánico volátil.
- Asegurar que los solventes destinados a recuperación contengan al menos un 40% de COV.

De acuerdo a esto último se debería elaborar una guía técnica de control de las emisiones de compuestos orgánicos volátiles para la industria.

### Producción de pinturas

Este sector cubre la producción de todos los tipos de pinturas, barnices y tinturas. Las fuentes de emisión de COV pueden producirse en varios pasos del proceso. Las fuentes de emisiones más importantes son:

- Pérdidas fugitivas durante el proceso de manufactura;
- Pérdidas durante las actividades de llenado y limpieza;
- Pérdidas por producto adherido a los estanques y equipos, y
- Pérdidas fugitivas durante el mezclado de las preparaciones y el almacenamiento de solventes.

Las medidas de reducción de emisiones son, en primer lugar, utilización de menores cantidades de solventes y selección de solventes menos volátiles.

Otra medida consistiría en generar una guía técnica para implementar técnicas de control que incluyan condensadores y/o absorbedores en las operaciones de manejo de solventes.

## Producción de pegamentos y adhesivos

Este sector cubre la producción de tipos de pegamentos y adhesivos, pero no el uso de éstos. Las emisiones COV pueden ser liberadas durante las etapas de producción/envasado y en el lugar de uso. La mayoría de las emisiones son liberadas en etapas posteriores con una pequeña fracción, estimada en el 2% durante la producción.

Las medidas de reducción de emisiones son: la fabricación de pegamentos y adhesivos basados en menos cantidad de solventes o con base acuosa.

## Distribución y Almacenamiento de Solventes

Para disminuir las emisiones desde los estanques de almacenamiento proponen las siguientes medidas:

- Se debe regular el diseño e instalación de los estanques de almacenamiento en la Región Metropolitana, de modo que incluyan sistemas de control de gases como el techo flotante y sistemas de sellos. (Establecer normativa de construcción de este tipo de estanques).
- Los sistemas de bombeo desde y hacia los estanques de almacenamiento deben estar provistos de un sistema de recuperación de vapores.

### **6.3.2.1 Estudios de impacto ambiental disponibles**

En la industria gráfica se generan distintos residuos, principalmente; restos de solventes líquidos, reveladores y fijadores, trapos contaminados, restos de colas y restos de tintas.

La información del sector industrial se obtuvo a partir de la revisión de estudios de impacto ambiental disponibles, considerando que las principales empresas del rubro han ingresado dichos estudios al SEIA, y la existencia de un reciente diagnóstico como parte de un APL suscrito por el sector.

A continuación se describen los estudios disponibles sobre emisiones del sector industrial, que han servido de base para la estimación de sus emisiones.

- a. *Estudio "Diagnóstico del Sector Imprentas como base para proponer un Acuerdo de Producción Limpia."*

*"El sector imprentas es mayoritariamente conformado por empresas ubicadas en los rangos Micro y Pequeñas (más del 90% del total de empresas) y con importantes problemas económicos, por lo que la preocupación de los empresarios por las temáticas ambientales es baja o incluso inexistente"*

en las empresas más pequeñas. A pesar de que existen empresas del sector que ya han implementado sistemas de minimización y control de emisiones y residuos, aún persiste una importante cantidad, sobretudo de tamaño pequeño y microempresas, que no manejan información sobre las cantidades de residuos y emisiones generadas y que requieren en forma perentoria la incorporación de soluciones a los problemas ambientales indicados previamente,”

El estudio “Diagnóstico del Sector Imprentas como base para proponer un Acuerdo de Producción Limpia”, cuyos resultados se muestra en la Tabla 11 da cuenta de los resultados de la etapa de levantamiento y validación de un diagnóstico del sector de imprentas que permite dimensionar la situación productiva ambiental actual, y sentar las bases del desarrollo de una propuesta de APL Sectorial.

**Tabla 11: Listado de Encuestas Ejecutadas para el Diagnóstico del Sector Imprentas como Base para Proponer un Acuerdo de Producción Limpia.**

Rubro: Prerensa	Tipo de evaluación / encuesta
Rubro: Editorial	
Imprenta Salesianos S.A.	Encuesta a distancia
RR Donnelley Chile Ltda.	Encuesta a distancia
Consortio Periodístico de Chile	Encuesta a distancia
Salviat Impresores	Encuesta a distancia
Empresa Periodística La Nación	Encuesta a distancia
QuebecorWorld Chile	Encuesta a distancia
Empresa de Publicaciones La Prensa Austral	Encuesta a distancia
Rubro: Etiquetas	
Etal Impresores	Visita, encuesta directa
Eynaudi Impresores	Encuesta a distancia
Gráfica Escorpio	Encuesta a distancia
Imprenta y Editorial La Selecta	Encuesta a distancia
MarinettiPackaging	Encuesta a distancia

Colorpack	Encuesta a distancia
Vera y Giannini Impresores	Encuesta a distancia
Rubro: Envases	
Etal Impresores	Visita, encuesta directa
Eynaudi Impresores	Encuesta a distancia
Gráfica Escorpio	Encuesta a distancia
Imprenta y Editorial La Selecta	Encuesta a distancia
MarinettiPackaging	Encuesta a distancia
Colorpack	Encuesta a distancia
Vera y Giannini Impresores	Encuesta a distancia
Rubro: FormularioContínuo	
AMF Seguridad	Encuesta a distancia
BF Chile	Encuesta a distancia
Imprenta A, Molina Flores	Encuesta a distancia
Imprenta Ben Hur	Encuesta a distancia
Imprenta Italiana	Encuesta a distancia
Jordan Chile	Encuesta a distancia
NCR Chile	Encuesta a distancia
PTR	Encuesta a distancia
Roensa	Encuesta a distancia
Rubro: Formas Comerciales	
B & B Impresores	Visita, encuesta directa
Colorgrafic	Encuesta a distancia
Gráfica Escorpio	Encuesta a distancia

Imprenta Ben Hur	Encuesta a distancia
Imprenta Minerva	Encuesta a distancia
Imprenta ROM	Encuesta a distancia
Rhein Chile S,A,	Encuesta a distancia
RubroImpresosPublicitarios	
Alphaprint	Encuesta a distancia
Archive	Encuesta a distancia
B & B Impresores	Visita, encuesta directa
Colorama	Visita, encuesta directa
Colorgrafic	Encuesta a distancia
Colorpack	Encuesta a distancia
Colortech	Encuesta a distancia
Comercial Ediciones Gráficas	Encuesta a distancia
Dimagraf Ltda.	Visita, encuesta directa
Ecart	Encuesta a distancia
Escaneografica	Encuesta a distancia
Femar Impresores	Encuesta a distancia
Fyrma Gráfica Ltda.	Visita, encuesta directa
Gráfica Escorpio	Encuesta a distancia
Imprenta Lahosa	Encuesta a distancia
Imprenta Caballero	Encuesta a distancia
Imprenta Minerva	Visita, encuesta directa
Impresiones Nórdicas	Encuesta a distancia
Impresora Digraf	Encuesta a distancia

Impresora Optima	Encuesta a distancia
Impresora Printer	Encuesta a distancia
Impresos Socias	Encuesta a distancia
Pastor Zamorano Cáceres	Encuesta a distancia
Prograf Impresores	Encuesta a distancia
Servicios de Impresión Láser	Encuesta a distancia
Salviat Impresores	Encuesta a distancia
Sociedad Impresora y Editora Diprint Ltda.	Encuesta a distancia
Rubro: Impresión Digital	
AMF	Encuesta a distancia
Alphaprint	Encuesta a distancia
Colorama	Encuesta a distancia
Colortech	Encuesta a distancia
Escaneográfica	Encuesta a distancia
Jordan	Encuesta a distancia
QuebecorWorld Chile	Encuesta a distancia
RR Donnelley	Encuesta a distancia
Servicios de Impresión Láser	Encuesta a distancia
Rubro Diario	
Consortio Periodístico de Chile	Encuesta a distancia
Empresa Periodística La Nación	Encuesta a distancia
Empresa de Publicaciones La Prensa Austral	Encuesta a distancia
Impresiones Nórdicas	Encuesta a distancia
Rubro: Revistas	

B & B Impresores	Visita, encuesta directa
Editorial Lord Cochrane	Encuesta a distancia
Gráfica Escorpio	Encuesta a distancia
Impresora Optima	Encuesta a distancia
Salviat Impresores	Encuesta a distancia
QuebecorWorld Chile	Encuesta a distancia
Rubro Terminación	
B & B Impresores (Encuadernación de Revistas)	Visita, encuesta directa
Comercial Neholac (Thermotec)	Encuesta a distancia
Doble L	Encuesta a distancia
Lacados Micropack	Encuesta a distancia

De acuerdo al estudio “Diagnóstico del Sector Imprentas como base para proponer un Acuerdo de Producción Limpia” las emisiones estimadas se presentan en la **Error! No se encuentra el origen de la referencia.** Obteniéndose como los principales procesos generadores de COVs corresponderían a los de flexografía.

**Tabla 12: Estimación y Factores de emisión COVs RM (datos 2005)**

IMPRENTA	CONSUMO SOLVENTE TON/AÑO	FACTOR DE EMISION Kg COV/ton solvente	TON/AÑO
Offset en caliente	2784	143	398
Flexografía Rotograbado	22400	625	14000
Offser en frio	684	64	41

Fuente: Diagnóstico del Sector Imprentas como base para proponer un Acuerdo de Producción Limpia

b. Estudio “Estimación de las Emisiones de COV en el Sector Operaciones”, Septiembre 2010

El año 2009 Empresas Jordan firmó el “Acuerdo de Producción Limpia: Sector Imprentas” el cual tiene como uno de sus objetivos construir una línea base de emisiones de COV para determinar las mejores alternativas de manejo a aplicar en caso de identificar puntos de generación de COV producto de un manejo deficiente o diseño inadecuado (Consejo Nacional de Producción Limpia y ASIMPRES 2009), por lo que esta estimación de emisiones de COVs será el punto de partida para el cumplimiento de los objetivos de este acuerdo.

Los niveles de emisión y porcentajes de contenido de COVs de productos utilizados dentro de las empresas de impresión y sus proveedores es un tema poco desarrollado aun en el país, por lo que la obtención de la información necesaria para estimar las emisiones de COVs.<sup>3</sup>

Para ello se consideró el reconocimiento de los insumos que se utilizan y que tienen la presencia de COVs en su composición. Para esto se utilizó lo realizado por Fundación Chile (2004) que reconoció, para el sector de artes gráficas, las fuentes de emisión según la etapa del proceso de impresión.<sup>4</sup>

**Tabla 13: Consumo y Emisiones de Empresas Jordán según Empresa Especifica.**

Empresa	Consumo Productos con COVs (Kg/año)	Participación Consumo Total (%)	Emisiones COVs (Ton/año)	Participación Emisiones Total (%)
Archivert	1,46	1,0	1,04	1,2
Jordan	62,92	41,6	40,64	47,0
Vigamil	89,94	57,5	44,72	51,8
Total	15,32	100	86,41	100

Fuente: Empresas Jordán, Estimación de las Emisiones de COV en el Sector Operaciones, Septiembre 2010

Debido que las empresas Jordán se encuentran incluidas en el Diagnóstico del Sector Imprentas como base para proponer un Acuerdo de Producción Limpia y sus emisiones corresponden al 0,6% de las emisiones del estudio mencionado anteriormente, no serán incluidas en la sumatoria final, con el fin de no realizar doble conteo.

<sup>3</sup> Empresas Jordán, Estimación de las Emisiones de COV en el Sector Operaciones, Septiembre 2010

<sup>4</sup> Empresas Jordán, Estimación de las Emisiones de COV en el Sector Operaciones, Septiembre 2010

c. Estudio “Planta de Recuperación de Solventes, INQUILIMA LTDA”, Septiembre 2007.

El proyecto “Planta de Recuperación de Solventes, INQUILIMA Ltda,” consiste en el reacondicionamiento de un módulo industrial, perteneciente a Núcleo Industrial Santiago Sur S.A., para la operación de un establecimiento industrial destinado a la recuperación de solventes sucios, provenientes de empresas que se dedican a la impresión, fotograbados o servicios con giro gráfico, recuperándolos para su posterior uso industrial por el mismo tipo de industrias. Dichos solventes son principalmente orgánicos.<sup>5</sup>

Con respecto a las emisiones atmosféricas, dado que el proyecto contempla la instalación de dos evaporadores que utilizarán como combustible gas licuado, se estima un consumo máximo diario de aproximadamente 15 kg, por lo cual las emisiones que generará como productos de la combustión son mínimas. Por lo que la empresa establece que durante la etapa de operación del Proyecto, no se prevé la generación de emisiones atmosféricas significativas.<sup>6</sup>

d. *Declaración de Impacto Ambiental Proyecto “SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE SOLVENTES” ALUSA 2008.*

El objetivo principal del Proyecto “Sistema de Recuperación de Solventes”, cuyo titular es Alusa S.A., consistió en la recuperación de los vapores de solventes provenientes del proceso de fabricación de envases flexibles, del mismo titular, que actualmente son descargadas a la atmósfera, evitando su efecto nocivo al medio ambiente, quedando en un estándar similar al de compañías pares de Europa.<sup>7</sup>

El proyecto en sí mismo es una mejora en materia de emisiones para la planta de Alusa S.A. existente, dado que se capturará cerca de un 93% del total de emisiones de aire cargado con solventes, emanadas actualmente por dicha Planta, lo cual genera consecuencias altamente favorables al medio ambiente.<sup>8</sup>

**Tabla 14: Flujo de pérdida de TOC**

Fuentes de Emisión	Ventilador de Extracción (Ton/año)	Tamices Moleculares (Ton/año)	Destilación Reinyección a Proceso (Ton/año)
Flujo	1767	1732	1678
Residuo		35	70
Perdida			16

<sup>5</sup>Declaración de Impacto Ambiental Proyecto “Planta de Recuperación de Solventes, INQUILIMA Ltda

<sup>6</sup>Declaración de Impacto Ambiental Proyecto “Planta de Recuperación de Solventes, INQUILIMA Ltda

<sup>7</sup>Declaración de Impacto Ambiental Sistema de Recuperación de Solventes, Alusa Ltda.

<sup>8</sup>Declaración de Impacto Ambiental Sistema de Recuperación de Solventes, Alusa Ltda.

Fuente: Declaración de Impacto Ambiental Sistema de Recuperación de Solventes

*e. Declaración de Impacto Ambiental Proyecto Planta de Recuperación de Solventes, EDELPA, Abril 2006*

El proyecto “Planta de Recuperación de Solventes”, como lo dice su nombre, consiste en la captura mediante un proceso de adsorción de los solventes evaporados productos de los procesos de impresión y laminación de envases flexibles, para luego ser condensados y destilados hasta producir solventes puros recuperados y aptos para ser reutilizados. El proyecto, por lo tanto, consiste en la construcción y operación de una nueva planta dentro de los predios de Envases del Pacífico S.A. (EDELPA) en Maipú, Región Metropolitana, para la recuperación de solventes.<sup>9</sup>

**Tabla 15: Emisiones Estimadas por EDELPA con y sin Proyecto**

	Emisión Sin Proyecto (Ton/año)	Emisión Con Proyecto (Ton/año)
Fugitivas	444	444
Por chimenea	3052	200
Total	3496	644

Fuente: DEC IMPIANTI,

**Emisiones per Cápita**

Aunque las fuentes industriales contribuyen con la mayor parte de las emisiones asociadas a artes gráficas, una parte importante de las emisiones se genera en aplicaciones menores de artes gráficas, incluida los servicios de impresión. Estas fuentes pequeñas son numerosas y difíciles de identificar, ya que muchas aplicaciones están asociadas a sectores industriales distintos de las artes gráficas.

Para realizar esta estimación se ha utilizado la metodología propuesta por EPA en el AP4210, que se basa en una emisión per cápita de COV no metálico. En la tabla siguiente se presenta el factor de emisión utilizado y los resultados obtenidos.

<sup>9</sup> Declaración de Impacto Ambiental Proyecto Planta de Recuperación de Solventes, EDELPA, Abril 2006

<sup>10</sup> AP 42, FifthEdition, Volume I Chapter 4: EvaporationLossSources 4.9.1 General GraphicalPrinting

**Tabla 16: Factor y emisiones 2009 para aplicación de artes gráficas por población:**

Factor de Emisión Kg/año/per cápita	Emisión Ton/año
0,4	2704,28

Fuente: Elaboración propia

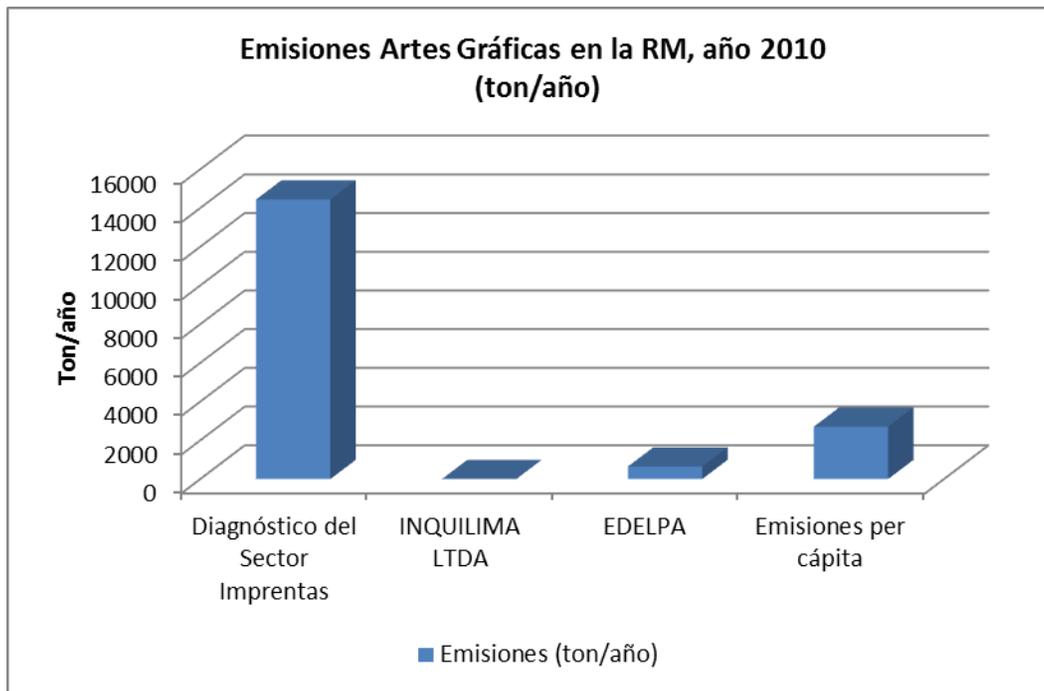
Resumen de Emisiones Evaporativas de Artes Gráficas

En las tablas siguientes se presenta el resumen de emisiones provenientes de la aplicación de solventes en las artes gráficas.

**Tabla 17: Emisiones de Artes Gráficas en la RM, año 2010**

Estudio	Emisiones (Ton/año)
Diagnóstico del Sector Imprentas	14.439,00
Planta de Recuperación de Solventes, INQUILIMA LTDA	0,50
Declaración de Impacto Ambiental Proyecto Planta de Recuperación de Solventes, EDELPA	644,00
Emisiones per cápita	2.704,28
TOTAL	17.787,78

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 47: Emisiones de Artes Gráficas en la RM, año 2010**

### 6.3.3 Evaluación costo efectividad de las medidas.

La evaluación costo-efectividad corresponde al índice económico que permite identificar las medidas de reducción de emisiones que cumplen con los objetivos y metas medioambientales planteados por las regulaciones o políticas de gobierno a un costo, comparativamente menor entre las distintas alternativas que se evalúan, permitiendo, de esta forma, generar instancias de control de la contaminación y recuperación de los estados de los componentes del medio ambiente que sean sustentables en el tiempo.

El análisis de costo-efectividad permite comparar distintas alternativas tecnológicas o medidas de gestión que, a un menor costo, permitan dar cumplimiento a las metas propuestas por la autoridad ambiental.

En este capítulo, además de los costos netos de distintas alternativas de control de emisiones de MP y gases, se analizará la costo-efectividad de cada una de ellas, es decir se obtendrá una relación costo (\$)/reducción (Ton/Año) que permita a los tomadores de decisiones planificar la reducción de emisiones al más bajo costo con los mejores resultados para la calidad del aire.

## Flexografía y Rotograbado en el Sector de Embalaje

Medidas Primarias de Reducción de Emisiones Primaria COVDM-medidas de reducción constará de:

- Buenas prácticas / planes de gestión de solvente,
- Modificaciones del proceso,
- 
- .

Las medidas primarias disponibles pueden dar lugar a los siguientes factores de emisión:

**Tabla 18: Medidas Primarias**

Medidas Primarias	Factor de Emisión [g/kg de tinta sin diluir]
Caso sin control	2.100
Tintas con bajo contenido a base de solventes (30% en peso del contenido de solvente)	730
Tintas a base de agua (10% en peso del contenido de solvente)	210

Para evaluar la factibilidad de aplicación de estas medidas, se deben seguir los siguientes criterios:

- a) Efectividad en la reducción de COV, determinar el potencial de reducción de la medida.
- b) Costo privado fijos y variables (inversión, operación y mantención)
- c) Costos para el estado fijos y variables (fiscalización, verificación de cumplimiento).
- d) Evaluar el costo-efectividad de cada medida.
- e) Disponibilidad local de la tecnología (en caso de medidas tecnológicas).
- f) Aceptabilidad de la medida (grado de introducción y aceptación por los grupos afectados).

El modelo de costos utilizado considerará los costos para agentes emisores y estado del cumplimiento de los escenarios de control.

Los costos de las medidas considera la anualización de la inversión, para lo cual se considerará la vida útil de las tecnologías y las tasas de descuento. De este modo, el costo unitario anual corresponderá al costo operacional más el costo de inversión anualizado.

Respecto de los costos para el estado, se considerará los costos de monitoreo, de registros de emisiones, de fiscalización a las fuentes emisoras, entre otras medidas.

Para el análisis de disponibilidad local de la tecnología (en caso de medidas tecnológicas), se basa en un levantamiento de información sobre el estado del arte en uso de tecnologías, consultando a los proveedores e información disponible en estudios nacionales e internacionales existentes.

En cuanto a la aceptabilidad de la medida, las propuestas deben ser presentadas principalmente al sector industrial de COV.

#### **6.3.4 Evaluación de capacidades existentes en el país para el seguimiento de las medidas propuestas.**

Mediante entrevistas con las autoridades competentes, se han estado evaluando las capacidades actuales de seguimiento y fiscalización, aún se está en proceso de evaluación; no obstante, si se identifican deficiencias se propondrán las medidas de infraestructura y capacitación que sean necesarias de implementar.

Además se considerará la infraestructura privada en cuanto a capacidad de análisis, medición y toma de muestra.

Finalmente se evaluara con proveedores la disponibilidad de tecnologías adecuadas para el control de e las emisiones y su servicio post venta.

#### **6.3.5 Tecnologías de tratamiento de efluentes atmosféricos.**

Comúnmente se tienen dos grupos importantes de COVs en las emisiones industriales: los hidrocarburos (incluyendo a los oxigenados) y los hidrocarburos halogenados C1-C2.

Algunos COVs más comunes:

Tolueno, Xilenos, Isopropanol, Eteres glicólicos, Olefinas, Naftas, Destilados del petróleo, Acetona, Parafinas, Metil-etil-cetona, Aromáticos, Tricloroetileno

Los COVs incluyen a muchos tipos de solventes, desgrasadores, limpiadores, lubricantes y combustibles líquidos. Históricamente las soluciones tecnológicas para el control de los COVs se encuentran en la lista a continuación:

- Recuperación:
  - por adsorción con carbón
  - con membranas
  - por condensación
- Destrucción:
  - por oxidación térmica
  - por oxidación catalítica
  - vía fotocatalítica
  - empleando UV/Ozono
- Tecnologías combinadas:
  - adsorción – oxidación catalítica

Existen dos alternativas para el manejo de emisiones atmosféricas. La primera es la sustitución de las materias primas por compuestos no tóxicos. La segunda es la instalación de equipamiento que capture y controle las emisiones, tales como oxidación térmica, oxidación catalítica, equipos absorbentes y sistemas adsorbentes. La selección del sistema a utilizar depende del tipo y concentración de contaminantes en el flujo emitido. Las unidades preferidas son las del tipo regenerativo, esto es, que posibilitan la recuperación de energía (GAM, 1997). Existen equipos de oxidación térmica regenerativa (OTR) y de oxidación catalítica regenerativa (OCR).

Figura 48: Resumen de Técnicas de Control de COVs Disponibles (CIESIN, 1991)

Técnica	Eficiencia <sup>26</sup> con Concentración <sup>27</sup> COVs bajas	Eficiencia con Concentración de COVs altas	Aplicación
Oxidación térmica	Alta	Alta	Amplia, para flujos con alta concentración
Oxidación catalítica	Alta	Media	Más especializada para flujos con concentraciones bajas <sup>28</sup>
Adsorción (filtros de carbón activado)	Alta	Media	Amplia <sup>29</sup> , para flujos de baja concentración
Absorción (lavado de residuos gaseosos)	–	Alta	Amplia, para flujos con alta concentración
Condensación	–	Media	Sólo para casos especiales de flujos con alta concentración <sup>30</sup>
Biofiltración	Media a alta	Baja	Mayoritariamente en flujos de baja concentración, incluyendo sistemas de control de olores

No existen antecedentes que indiquen que estos tipos de tratamientos produzcan grandes Impactos en la generación de residuos sólidos o líquidos (USEPA, 1995c).

<sup>26</sup> Rangos de eficiencia: Alta > 95%; Medio: 80–95%; Bajo < 80%

<sup>27</sup> Rangos de concentración: Baja < 3 g/m<sup>3</sup>; Alta > 5 g/m<sup>3</sup>

<sup>28</sup> Puede trabajar con flujos de 68.000 Nm<sup>3</sup>/h o menos (Setia, 1996).

<sup>29</sup> Puede trabajar en rangos desde 850 hasta 1.000.000 Nm<sup>3</sup>/h (Setia, 1996).

<sup>30</sup> Flujos menores de 3.000 m<sup>3</sup>/h y concentraciones de COVs sobre 5.000 ppmv (Setia, 1996).

En general los métodos de control de los compuestos orgánicos volátiles (COVs), tienen asociados los siguientes costos y eficiencias estimativas

**Tabla 19: Costos y Eficiencias**

<b>Sistemas de Control</b>	<b>Eficiencias de Control %</b>	<b>Costo US\$Mg (t)</b>
Lavadores	95	4.300
Incineradores Térmicos	98	5.800
Incineradores Catalíticos	98	3.300

Fuente: GUIA PARA EL CONTROL Y PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN INDUSTRIAL, CONAMA, 1998

Por otro lado, los costos de operación estimados para estos sistemas de tratamiento son:

**Tabla 20: Costos de Operación**

<b>Sistemas de Control</b>	<b>Costos de Operación US\$/m<sup>3</sup></b>
Biofiltros	5 - 14
Lavadores	18 - 47
Incineradores	105 - 168
Adsorción por Carbón	179 - 210

Fuente: GUIA PARA EL CONTROL Y PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN INDUSTRIAL, CONAMA, 1998

### 6.3.5.1 Oxidantes térmicos

Los sistemas de oxidación térmica son las unidades comúnmente más utilizadas en el control de emisiones atmosféricas (AGA, 1998). Básicamente consisten en un sistema que convierte las emanaciones de COVs y otros contaminantes peligrosos en agua y dióxido de carbono. En particular el OTR destruye los COVs mediante el incremento de la temperatura de la emisión hasta su temperatura de oxidación, aproximadamente a 800 °C, manteniendo esta temperatura al menos por medio segundo. Estas unidades tienen una alta eficiencia de remoción, del orden del 99% (GAM, 1997). Los porcentajes de recuperación de calor pueden llegar hasta un 95%, lo que implica un bajo requerimiento de combustible adicional. Estas unidades son recomendadas donde los volúmenes de aire son elevados (del orden de 10.000 pie<sup>3</sup>/minuto) y las concentraciones de hidrocarburo son bajas (bajo 1.000 ppm). Las unidades OTR implican bajos costos operacionales, buena rentabilidad y prolongada vida útil de los equipos.

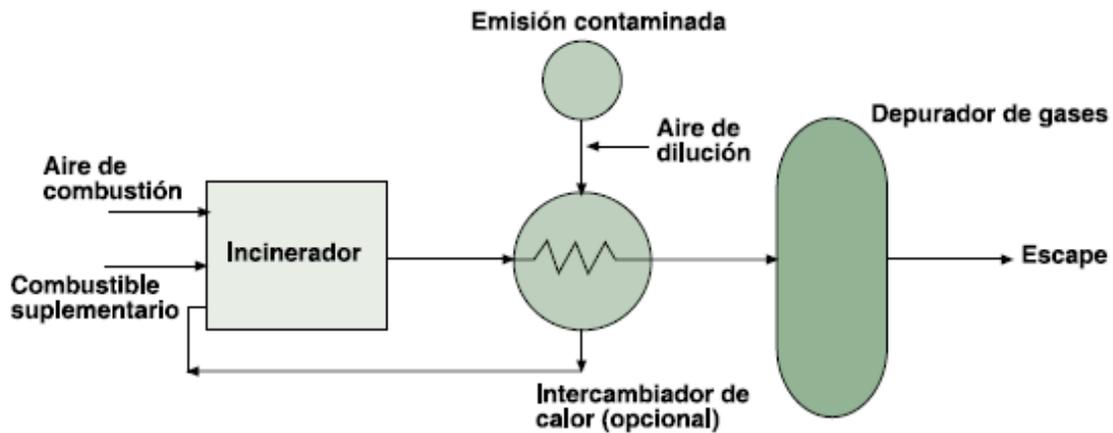


Figura 49: Diagrama Esquemático de Sistema de Oxidación Térmica (USEPA, 1991)

### 6.3.5.2 Oxidantes Catalíticos

Esta técnica utiliza una cámara metálica aislada de combustión, equipada con un quemador con control de temperatura y una sección catalítica. En particular, las unidades actuales de OCR pueden funcionar bien en un rango amplio de COVs. Bajo ciertas condiciones, un sistema catalítico a base de metales preciosos puede oxidar los COVs contenidos en la emisión a temperaturas significativamente más bajas que una unidad OTR, entre 300 a 550 °C, lo que redundaría en menores requerimientos energéticos. En este sistema la emisión contaminada es precalentada en un intercambiador de calor. Los OCR también pueden abatir los subproductos de la oxidación, como es el monóxido de carbón, CO. Los OTR emiten importantes concentraciones de CO, en tanto que los OCR con un metal precioso como catalizador (por ejemplo, platino) pueden destruir hasta un 98% del CO contenido en la emisión. La desventaja de la OCR es la alta inversión inicial requerida, la cual puede ser compensada por los bajos costos operacionales. No se recomienda el uso de OCR en casos que los COVs contengan silicón, fósforo, arsénico u otros metales pesados encontrados usualmente en tintas metálica o fosforescentes. Lo anterior se debe a la posibilidad de contaminar el sistema catalítico. Para unidades con bajos flujos y altas cargas de COV (5.000 pie<sup>3</sup>/minuto o menos) el sistema OCR es usualmente la mejor elección. Para instalaciones con flujos mayores ambos sistemas, el OCR y OTR pueden ser factibles.

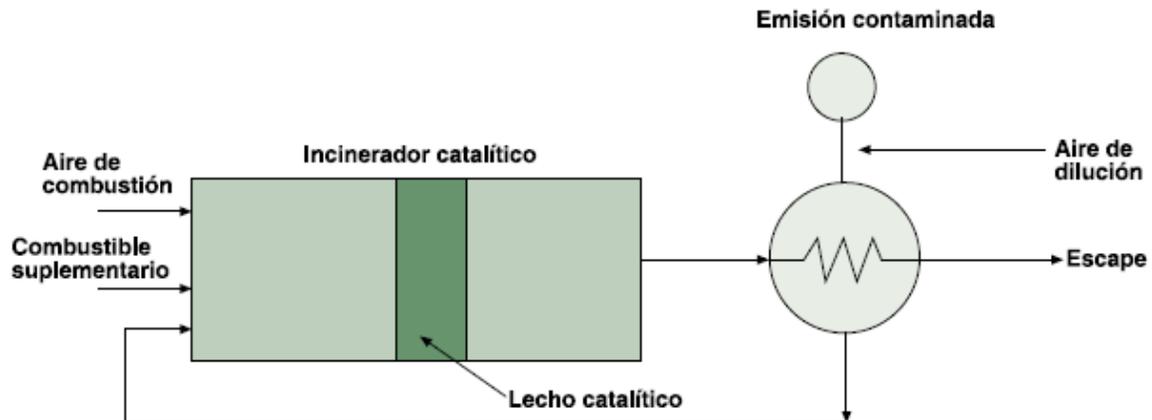
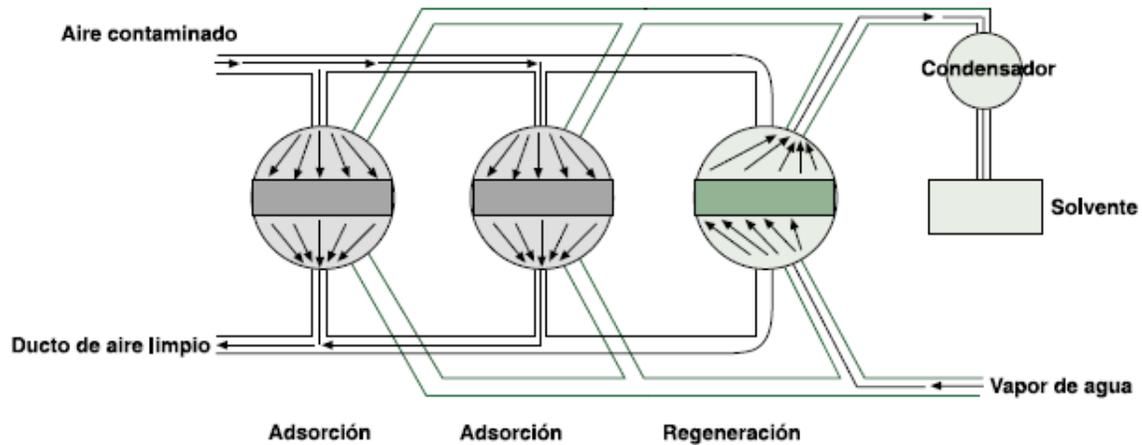


Figura 50: Diagrama Esquemático de Sistema de Oxidación Catalítica (USEPA, 1991)

### 6.3.5.3 Adsorción con Filtros de Carbón Activado

La adsorción con carbón activado ha sido utilizada para la recuperación de solvente en fase vapor por varias décadas y ha probado ser una técnica relativamente simple, rentable y económica, para la recuperación de solventes y la prevención de la contaminación atmosférica. La mayoría de los solventes industriales pueden ser recuperados con carbón activado (Nayak, 1999). La adsorción por carbón se utiliza cuando la condensación no es posible debido a la presencia de compuestos no condensables (por ejemplo tolueno). La tecnología de regeneración de carbón más comúnmente utilizada es la de regeneración por vapor de agua. El vapor de agua, dada su elevada temperatura, desplaza el solvente desde el carbón y lo conduce fuera de la zona de adsorción a un intercambiador de calor donde la mezcla es condensada y enfriada. El principio del diseño de un sistema de adsorción es el estudio de la isoterma de COVs particulares, pues se trata de un proceso sensible a la temperatura.



**Figura 51: Diagrama de Proceso de Adsorción Simplificado (Worral, 1998)**

La figura anterior muestra un diagrama simplificado de un sistema de adsorción por carbón. Se observan tres sectores de adsorción con lechos estáticos horizontales de carbón activado. El aire contaminado es pasado a través del lecho (ver los dos sectores de la izquierda), donde los COVs son capturados y el aire limpio es descargado a la atmósfera. Cuando los lechos han sido cargados con COVs estos son regenerados por el paso de un flujo de vapor de agua (ver sector de adsorción de la derecha). El vapor calienta el carbón, el cual libera los COVs que son llevados al condensador y a un sistema de separación. Este tipo de tecnología es llamada tecnología de lecho estático profundo.

#### **6.3.5.4 Sistemas de Absorción**

La absorción es una operación en la cual uno o más componentes de una mezcla gaseosa son transferidos en forma selectiva a un líquido no volátil. La absorción de un componente gaseoso por un líquido sólo ocurrirá si el líquido contiene menos concentración que la de saturación del compuesto gaseoso a extraer. De esta manera la diferencia entre la concentración real en el líquido y de equilibrio induce la fuerza de la absorción.

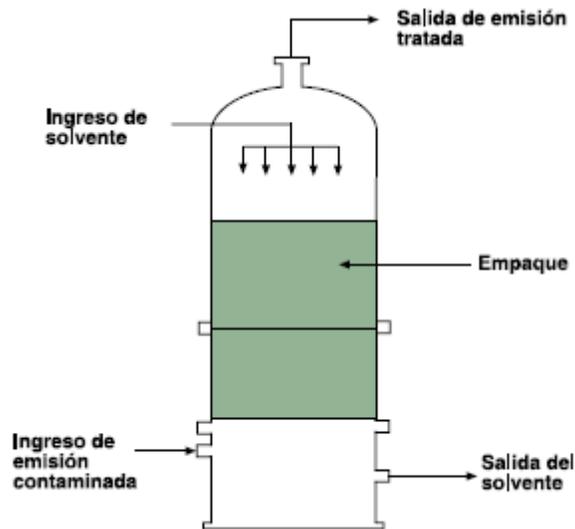


Figura 52: Esquema de Sistema de Columna de Absorción (USEPA, 1991)

### 6.3.5.5 Condensación

La condensación a temperaturas bajas puede ser factible cuando las concentraciones de COVs son altas y sólo hay un tipo de solvente involucrado. En la mayoría de los casos el costo de refrigeración puede desbalancear los beneficios debido al gran volumen de aire que debe ser enfriado. En general para flujos de 3.000 m<sup>3</sup>/h y concentraciones de COVs de 5.000 ppmv o mayores, esta técnica puede ser considerada (Setia, 1996).

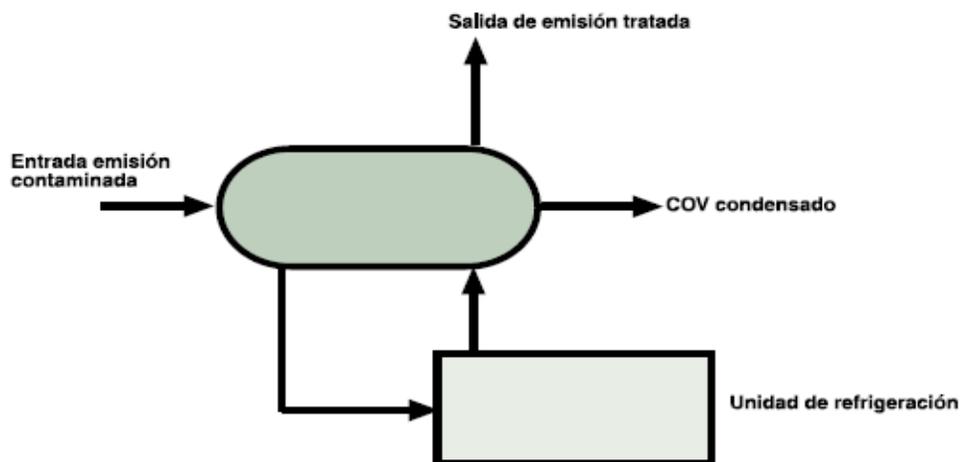
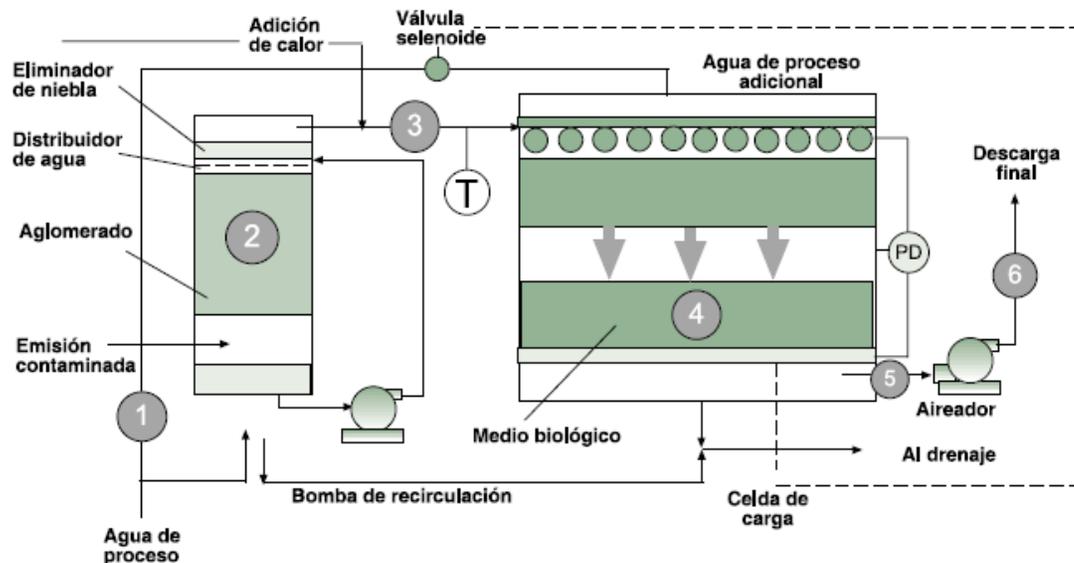


Figura 53: Esquema de Sistema de Condensación por Refrigeración (USEPA, 1991)

### 6.3.5.6 Biofiltración

La biofiltración o bio-oxidación es utilizada para la purificación de flujos contaminados con COVs en concentraciones bajas y con problemas de mal olor asociado. El aire es pretratado para lograr la remoción de polvo y aerosoles grasos y es llevado a un biofiltro en el cual los microorganismos son inmovilizados. Los COVs son absorbidos por el material orgánico y posteriormente descompuesto en CO<sub>2</sub>, agua y biomasa. No existe restricción en el flujo que puede ser manejado con esta técnica (Setia, 1996).



**Figura 54: Diagrama de Proceso de Biofiltración (Clairtech)**

El sistema de biofiltración presentado en este esquema corresponde al tipo BIOTON. El funcionamiento consiste en que el flujo de aire contaminado (1) entre a la sección de humectación y se desplace hacia arriba a través de un material plástico aglomerado. (2) A medida que el aire fluye hacia arriba a través del aglomerado, un flujo de agua se desplaza en sentido inverso sobre el aglomerado. Esta operación de corto circuito satura al aire contaminado con vapor de agua. Una vez saturado, el aire contaminado entra a la cámara superior (3) de la sección de oxidación biológica. Luego el aire contaminado circula hacia abajo (4) a través del medio biológicamente activo. A medida que esto sucede, los contaminantes contenidos en el flujo de aire son transferidos a una película de agua que cubre el medio biológicamente activo. Los microorganismos presentes en esta película oxidan los contaminantes generando como producto final compuestos inocuos, tales como CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O y sales comunes. (5) El aire purificado es colectado en el fondo de la sección de filtración. (6) El aire ya limpio entra a un sistema de calefacción y es finalmente descargado a la atmósfera a través de una pequeña chimenea.

### **6.3.6 Tecnologías establecidas**

Debido a la extensa aplicabilidad a una gran variedad de emisiones de corrientes de COVs, los controles de mayor utilidad en la actualidad hacen uso de oxidadores térmicos y catalíticos, quemadores, condensadores y adsorbedores. Los tres primeros son artefactos de destrucción en los cuales los COVs son quemados, reducidos o destruidos de otra manera sin ser recuperados.

Los adsorbedores y condensadores permiten la recuperación y rehuso de los COVs. La selección de un aparato de destrucción versus uno de recuperación se basa en el beneficio económico de recuperación del COV de la corriente gaseosa de desecho.

En general los adsorbedores son menos efectivos que otras tecnologías de supresión, y son más comúnmente usadas para recuperar compuestos inorgánicos. Los hervidores (Boilers) no solo son empleados para reducir los COVs, sino también para efecto de su destrucción. Las tecnologías de biofiltración, separación por membrana y oxidación ultravioleta (UV), solo recientemente han estado disponibles comercialmente para el control de COVs.

La siguiente tabla resume la mayoría de estas tecnologías y sus rangos de aplicabilidad.

Tecnología	Fuente emisora	Categoría de COV	Concentración de COV, ppmv
Oxidación térmica	PV,ST,TO,WW	AHC, HHC, A, K	20-1000
Oxidación catalítica	PV,ST,TO,WW	AHC,HHC <sup>*</sup> , A,K	50-10.000
Encendido	F,PV,ST,TO,WW	AHC,A,K	
Condensación	PV,ST,TO,	AHC,HHC <sup>*</sup> , A,K	5-12.000
Adsorción	PV,ST,	AHC, HHC, A	20-20.000
Absorción	PV,ST,TO	A,K	1.000-20.000
Boilers y Procesos de PV calentado		AHC,A,K	
Biofiltración	PV,WW	AHC,HHC <sup>*</sup> , A,K	500-2.000
Membranas de separación	PV,TO	AHC,HHC, A,K	0-1000
Oxidación UV	PV	AHC,HHC, A,K	

**Leyenda:**

Fuente emisiones: F = fugitivas; PV = procesos venteo; ST = tanques;  
TO = operación de transferencia ; WW = operaciones con aguas de desecho.

Categorías COV: AHC = hidrocarburos alifáticos y aromáticos;  
HHC = hidrocarburos halogenados (\* = aplicabilidad limitada);  
A = alcoholes, glicoles, éteres, epóxidos y fenoles;  
K = cetonas y aldehídos

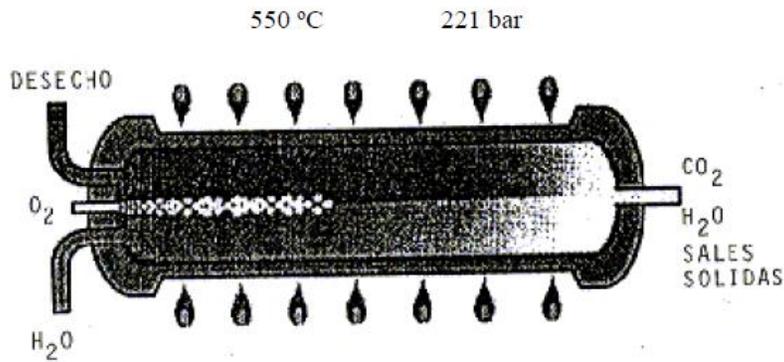
**Figura 55: Tecnologías y Rangos de Aplicabilidad**

Una tecnología más reciente es la oxidación en presencia de agua en condiciones supercríticas (ver figura).

El proceso permite destruir naftas, aceites y herbicidas mediante la oxidación con agua supercrítica. Esta tecnología trabaja sometiendo corrientes de desechos acuosos a temperaturas y presiones en la región supercrítica (sobre 374 °C y 221 bar) donde los compuestos orgánicos son completamente miscibles. Con la introducción de oxígeno cualquier material oxidable puede ser convertido fácilmente a CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O y otros compuestos inocuos. Las sales disueltas y los metales precipitan. El proceso trabaja mejor para desechos acuosos en los cuales el contenido orgánico es menor del 10%. Dado las

bajas temperaturas de trabajo en comparación con la incineración, no se forman óxidos de nitrógeno.

### Condiciones operatorias del reactor



**Figura 56: Condiciones Operatorias del Reactor**

### APLICACIONES

- Parte orgánica de desechos mixtos
- Desechos tales como policloruros de bifenilo (PCBs), solventes y aceites
- Desechos médicos
- Desechos de industrias de alimentos

### 6.3.7 Tecnologías en desarrollo

Las tecnologías citadas a continuación no son disponibles comercialmente.

- Tecnología de destrucción corona: mediante la cual se generan electrones energéticos en un reactor de alta intensidad que chocan con los COVs produciendo compuestos no reactivos tales como CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O(5). Aparentemente no se producen intermediarios peligrosos. Opera a temperatura ambiente, no requiere de combustible auxiliar y puede tratar compuestos halogenados y no halogenados.
- Tecnología de plasma: aún no muy bien conocida como supresora de COVs. En Europa y U.S.A. se adelantan investigaciones y desarrollos (6, 7).
- Tecnología de biofiltración. Ejemplo de ello es la biofiltración de aire contaminado por estireno (8). Este COV contribuye a la formación de ozono troposferico. En el proceso se emplean microorganismos biodegradadores que deben ser nutridos adecuadamente con soluciones acuosas de diversas sales inorgánicas.
- Tecnología para deshalogenación catalítica reductiva de COV disueltos en aguas de uso doméstico. Se remueven compuestos orgánicos clorados hidrogenando en presencia de Pd/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (9).

### 6.3.8 Indicadores de costos de medidas de control de la contaminación

**Tabla 21: Costos operacionales de sistemas de control de COVs (CIESIN, 1991)**

Sistema de control	Costos operacionales [U.S.D./t COV removido]
Oxidación catalítica sin regeneración y concentraciones <sup>17</sup> bajas	175–575
Adsorción con filtros de carbón activado y concentraciones bajas	> 575
Biofiltración con concentración baja	175 <
Oxidación térmica sin regeneración y concentraciones altas	175–575
Oxidación catalítica sin regeneración y concentraciones altas	175–575
Adsorción con filtros de carbón activado y concentraciones altas	175–575
Absorción con sistema de lavado de gases y concentraciones altas	175–575
Condensación con concentración alta	175<
Biofiltración con concentración alta	175<

Biofiltración con concentración alta

El costo de un biofiltro puede fluctuar de US\$ 5,000 a varios millones de dólares<sup>45</sup>.

<sup>17</sup> Rangos de concentración: Baja < 3 [g/m<sup>3</sup>]; Alta > [5 g/m<sup>3</sup>]

### 6.3.9 Proyecciones 2010-2020 de los indicadores de costos de medidas operacionales por tipo de sistema de control.

Los costos de operación de cada sistema de control mencionado de COVs proyectados desde el año 2010 a 2020 se muestran en las siguientes tablas:

**Tabla 22: Costos operacionales de sistemas de control de COVs proyectados al 2020**

Año	Sistema de control [U.S.D./t COV removido]		
	Oxidación catalítica sin regeneración y concentraciones bajas	Adsorción con filtros de carbón activado y concentraciones bajas	Biofiltración con concentración baja
2010	256-840	> 840	256 <
2011	313-1028	> 1028	313 <
2012	320-1051	> 1051	320 <
2013	333-1091	> 1091	333 <
2014	345-1133	> 1133	345 <
2015	358-1176	> 1176	358 <
2016	372-1220	> 1220	372 <
2017	386-1267	> 1267	386 <
2018	401-1315	> 1315	401 <
2019	416-1365	> 1365	416 <
2020	432-1417	> 1417	432 <

**Tabla 23: Costos operacionales de sistemas de control de COVs proyectados al 2020**

Año	Sistema de control [U.S.D./t COV removido]		
	Oxidación térmica sin regeneración y concentraciones altas	Oxidación catalítica sin regeneración y concentraciones altas	Adsorción con filtros de carbón activado y concentraciones altas
2010	256-840	256-840	256-840
2011	313-1028	313-1028	313-1028
2012	320-1051	320-1051	320-1051
2013	333-1091	333-1091	333-1091

<b>2014</b>	345-1133	345-1133	345-1133
<b>2015</b>	358-1176	358-1176	358-1176
<b>2016</b>	372-1220	372-1220	372-1220
<b>2017</b>	386-1267	386-1267	386-1267
<b>2018</b>	401-1315	401-1315	401-1315
<b>2019</b>	416-1365	416-1365	416-1365
<b>2020</b>	432-1417	432-1417	432-1417

**Tabla 24: Costos operacionales de sistemas de control de COVs proyectados al 2020**

Año	Sistema de control [U.S.D./t COV removido]		
	Absorción con sistema de lavado de gases y concentraciones altas	Condensación con concentración alta	Biofiltración con concentración alta
<b>2010</b>	256-840	256 <	256 <
<b>2011</b>	313-1028	313 <	313 <
<b>2012</b>	320-1051	320 <	320 <
<b>2013</b>	333-1091	333 <	333 <
<b>2014</b>	345-1133	345 <	345 <
<b>2015</b>	358-1176	358 <	358 <
<b>2016</b>	372-1220	372 <	372 <
<b>2017</b>	386-1267	386 <	386 <
<b>2018</b>	401-1315	401 <	401 <
<b>2019</b>	416-1365	416 <	416 <
<b>2020</b>	432-1417	432 <	432 <

### 6.3.9.1 Indicadores de costos de sistema de control mediante oxidación catalítica

La eficiencia de destrucción de COV depende de la composición y concentración de COV, la temperatura de operación, la concentración de oxígeno, las características del catalizador, y la space velocity (velocidad en el espacio).

#### Información de Costos

A continuación se presentan los rangos de los costos (expresados en dólares EE. UU. del tercer trimestre de 1995) para incineradores catalíticos de diseño modular con lechos fijos bajo condiciones típicas de operación, desarrollados utilizando los formatos de la EPA para la estimación de costos (EPA, 1996a) y referidos a la velocidad del flujo volumétrico de la corriente de desecho tratada. Los costos no incluyen costos para un sistema de



tratamiento de gases ácidos de post-oxidación. Los costos pueden ser sustancialmente más altos que los rangos mostrados cuando son utilizados para las corrientes con concentraciones bajas de COV (menores de alrededor de 100 ppmv). Como regla, las unidades más pequeñas que se encuentren controlando una corriente de desecho a una concentración baja serán mucho más costosas (por unidad de velocidad de flujo volumétrico) que una unidad grande limpiando un flujo con una carga alta de contaminantes. Los costos de operación y mantenimiento (O y M), el Costo Anualizado, y la Efectividad de Costo están dominados por el costo del combustible suplemental necesario.

- a. Costo de Capital: \$47,000 a 191,000 por m<sup>3</sup>/s (\$22 a \$90 por scfm).
- b. Costo de Operación y Mantenimiento: \$8,500 a \$53,000 por m<sup>3</sup>/s (\$4 a \$25 por scfm), anualmente.
- c. Costo Anualizado: \$17,000 a \$105,000 por m<sup>3</sup>/s (\$8 a \$50 por scfm), anualmente.
- d. Efectividad de Costo: \$105 a \$5,500 por tonelada métrica (\$100 a \$5,000 por tonelada corta), costo anualizado por tonelada por año de contaminante controlado. Sin embargo, cuando se le utiliza para controlar concentraciones muy bajas de contaminantes peligrosos del aire (menos de 100 ppmv), el costo por tonelada removida podría ser de muchos miles de dólares, porque solamente una pequeña parte del contaminante está siendo destruido.

(scfm – pies cúbicos estándar por minuto)

### **6.3.9.2 Indicadores de costos de sistema de control mediante oxidación térmica**

La eficiencia de destrucción de COV depende de los criterios de diseño (esto es, la temperatura de la cámara, el tiempo de residencia, la concentración de COV a la entrada, el tipo de compuesto, y el grado de mezclado) (Ref. EPA, 1992: U.S. Environmental Protection Agency - la Agencia de Protección Ambiental de EE.UU.). Las eficiencias típicas de diseño de un incinerador termal varían dentro de un rango de 98 a 99.9999% y por encima, dependiendo de los requisitos del sistema y las características de la corriente contaminada (Ref. EPA, 1992; EPA, 1996a). Las condiciones típicas de diseño necesarias para satisfacer un control de <sup>3</sup> 98% o una concentración de salida del compuesto de 20 partes por millón por volumen (ppmv) son: una temperatura de 870°C (1600°F), un tiempo de residencia de 0.75 segundo, y un mezclado adecuado. Para las corrientes de COV halogenados, se recomienda una temperatura de combustión de 1100°C (2000°F), un

tiempo de residencia de 1.0 segundo, y el uso de un depurador de gases ácidos en el ducto de salida (Ref. EPA, 1992).

Para las corrientes de purga con concentraciones de COV por debajo de aproximadamente 2000 ppmv, se reducen las velocidades de reacción, se disminuye la eficiencia máxima de destrucción de COV, y una concentración en el ducto de salida del incinerador de 20 ppmv o menor puede ser lograda (Ref. EPA, 1992).

### **Información de Costos**

A continuación se presentan los rangos de los costos (expresados en dólares de 2002) para incineradores termales de diseño modular bajo condiciones típicas de operación, desarrollados utilizando los formatos de la EPA para la estimación de costos (Ref. EPA, 1996a) y referidos a la velocidad del flujo volumétrico de la corriente de desecho tratada. Los costos no incluyen costos para un sistema de tratamiento de gases ácidos de post-oxidación. Los costos pueden ser sustancialmente más altos que en los rangos mostrados cuando son utilizados para las corrientes de COV bajas a moderadas (menores de alrededor de 1000 a 1500 ppmv). Como regla, las unidades más pequeñas que se encuentren controlando una corriente de desecho a una concentración baja serán mucho más costosas (por unidad de velocidad de flujo volumétrico) que una unidad grande limpiando un flujo con una carga alta de contaminantes.

- a. Costo de Capital: \$53,000 a 190,000 por m<sup>3</sup>/s (\$25 a \$90 por scfm).
- b. Costo de Operación y Mantenimiento: \$11,000 a \$160,000 por m<sup>3</sup>/s (\$5 a \$75 por scfm), anualmente.
- c. Costo Anualizado: \$17,000 a \$208,000 por m<sup>3</sup>/s (\$8 a \$98 por scfm), anualmente.
- d. Efectividad de Costo: \$440 a \$3,600 por tonelada métrica (\$400 a \$3,300 por tonelada corta), costo anualizado por tonelada por año de contaminante controlado.

### **6.3.9.3 Indicadores de costos de sistema de control mediante oxidación térmica regenerativa (OTR) y oxidación catalítica regenerativa (OCR)**

Las eficiencias típicas de diseño de un incinerador regenerativo varían dentro de un rango de 95 a 99% para los sistemas OTR y de 90 a 99% para sistemas OCR, dependiendo de los requisitos del sistema y las características de la corriente contaminada (Ref. EPA, 1995; Power, 1996; AWMA, 1992: Air & Waste Management Association - la Asociación para el Manejo de Aire y Residuos de EE. UU.; EPA, 1991; Chen, 1996). Las eficiencias de control más bajas son generalmente asociadas a flujos con concentración más baja (Ref. EPA, 1995).

Los sistemas OCR que utilizan los catalizadores basado en metal precioso pueden destruir más de 98 por ciento del CO en la corriente de aire que está cargada de COV (Ref. Gay, 1997). Los sistemas OTR no reducen los niveles de CO.

#### **Información de Costos**

A continuación se presentan los rangos de los costos (expresados en dólares del 2002) para incineradores regenerativos de diseño convencional con y sin un catalizador, bajo condiciones típicas de operación, desarrollados utilizando los formatos de la EPA para la estimación de costos (Ref. EPA, 1996a) y referidos a la velocidad del flujo volumétrico de la corriente de desecho tratada. Los OTR y OCR son erigidos en el campo y no están disponibles como unidades modulares. Los costos no incluyen costos para un sistema de tratamiento de gases ácidos de post-oxidación. Los costos en el límite superior en los rangos mostrados se aplican cuando el dispositivo de control es utilizado para corrientes con concentraciones muy bajas de COV (menores de alrededor de 100 ppmv) a velocidades de flujo muy bajas (alrededor de 2.4 m<sup>3</sup>/s, o 5,000 scfm). Como regla, las unidades más pequeñas que se encuentren controlando una corriente de desecho a una concentración baja serán mucho más costosas (por unidad de velocidad de flujo volumétrico) que una unidad grande limpiando un flujo con una carga alta de contaminantes (Ref. EPA, 1996).



**a. Costo de Capital:**

OTR: \$85,000 a 320,000 por sm<sup>3</sup>/s (\$40 a \$140 por scfm).

OCR: \$74,000 a 297,000 por sm<sup>3</sup>/s (\$35 a \$140 por scfm).

**b. Costo de Operación y Mantenimiento:**

OTR: \$8,500 a \$21,000 por m<sup>3</sup>/s (\$4 a \$10 por scfm), anualmente.

OCR: \$13,000 a \$42,000 por m<sup>3</sup>/s (\$6 a \$20 por scfm), anualmente.

**c. Costo Anualizado:**

OTR: \$17,000 a \$70,000 por m<sup>3</sup>/s (\$8 a \$33 por scfm), anualmente.

OCR: \$25,000 a \$95,000 por m<sup>3</sup>/s (\$11 a \$42 por scfm), anualmente.

**d. Efectividad de Costo:**

OTR: \$115 a \$21,000 por tonelada métrica (\$100 a \$17,000 por tonelada corta), costo anualizado por tonelada por año de contaminante controlado.

OCR: \$137 a \$23,000 por tonelada métrica (\$124 a \$21,000 por tonelada corta), costo anualizado por tonelada por año de contaminante controlado.

#### **6.3.9.4 Indicadores de costos de sistema de control mediante oxidación térmica recuperativa**

La eficiencia de destrucción de COV depende de los criterios de diseño (ésto es, la temperatura de la cámara, el tiempo de residencia, la concentración de COV a la entrada, el tipo de compuesto, y el grado de mezclado) (Ref. EPA, 1992: U.S. Environmental Protection Agency - la Agencia de Protección Ambiental de EE.UU.). Las eficiencias típicas de diseño de un incinerador recuperativo varían dentro de un rango de 98 a 99.9999% y por encima, dependiendo de los requisitos del sistema y las características de la corriente contaminada (Ref. EPA, 1992; EPA, 1996a). Las condiciones típicas de diseño necesarias para satisfacer un control de <sup>3</sup> 98% o una concentración de salida del compuesto de 20 partes por millón por volumen (ppmv) son: una temperatura de 870°C (1600°F), un tiempo de residencia de 0.75 segundo, y un mezclado adecuado. Para las corrientes de COV halogenados, una temperatura de combustión de 1100°C (2000°F), un tiempo de

residencia de 1.0 segundo, y el uso de un depurador de gases ácidos en el ductos de salida es recomendado (Ref. EPA, 1992).

Para las corrientes de purga con concentraciones de COV por debajo de aproximadamente 2000 ppmv, se reducen las velocidades de reacción, se disminuye la eficiencia máxima de destrucción de COV, y una concentración en el tubo ductos de salida del incinerador de 20 ppmv o menor puede ser lograda (Ref. EPA, 1992).

### **Información de Costos**

A continuación se presentan los rangos de los costos (expresados en dólares del 2002) para incineradores recuperativos de diseño modular bajo condiciones típicas de operación, desarrollados utilizando los formatos de la EPA para la estimación de costos (Ref. EPA, 1996a) y referidos a la velocidad del flujo volumétrico de la corriente de desecho tratada. Los costos no incluyen costos para un sistema de tratamiento de gases ácidos de post-oxidación. Los costos pueden ser sustancialmente más altos que en los rangos mostrados cuando son utilizados para las corrientes de COV bajas a moderadas (menores de alrededor de 1000 a 1500 ppmv). Como regla, las unidades más pequeñas que se encuentren controlando una corriente de desecho a una concentración baja serán mucho más costosas (por unidad de velocidad de flujo volumétrico) que una unidad grande limpiando un flujo con una carga alta de contaminantes.

- a. Costo de Capital: \$25,000 a 212,000 por m<sup>3</sup>/s (\$15 a \$130 por scfm).
- b. Costo de Operación y Mantenimiento: \$10,000 a \$53,000 por m<sup>3</sup>/s (\$5 a \$25 por scfm), anualmente.
- c. Costo Anualizado: \$17,000 a \$95,000 por m<sup>3</sup>/s (\$8 a \$45 por scfm), anualmente.
- d. Efectividad de Costo: \$105 a \$2,000 por tonelada métrica (\$95 a \$1,800 por tonelada corta), costo anualizado por tonelada por año de contaminante controlado.

#### **6.3.9.5 Indicadores de costos de sistema de control absorción (Lecho Empacado - Torre Empacada)**

La absorción es usada ampliamente como una técnica para la recuperación de materia prima y/o producto en la separación y purificación de corrientes gaseosas que contienen altas concentraciones de COV, especialmente de compuestos solubles en agua tales como

metanol, etanol, iso propanol, butanol, acetona y formaldehído (Croll Reynolds, 1999). COV hidrófobo puede ser absorbido al usar un bloque de copolímero disuelto en agua. Sin embargo, como una técnica de control de emisiones, es mucho más comúnmente empleada para controlar gases inorgánicos que para COV. Cuando se usa la absorción como la técnica principal para el control de vapores orgánicos, el solvente gastado debe ser fácilmente regenerado o desechado de una manera aceptable para el ambiente (U.S. Environmental Protection Agency - EPA, la agencia para la protección del ambiente en EE.UU., 1991).

### **Información de Costos**

Los siguientes datos son los rangos de costo (expresados en dólares del 2002) para los depuradores en húmedo con lechos empacados de diseño convencional bajo condiciones típicas de operación, adaptados a partir de los formatos para estimación de costos de la EPA (EPA, 1996) y referidos a la proporción del flujo volumétrico de la corriente de desecho tratada. Para el propósito de calcular el ejemplo de efectividad de costo, el contaminante utilizado es el ácido clorhídrico y el solvente es la soda cáustica acuosa. Los costos no incluyen los costos de pos-tratamiento o desecho del solvente usado o residuo. Los costos pueden ser sustancialmente más altos que en los rangos mostrados para aplicaciones que requieren materiales costosos, solventes, o métodos de tratamiento. Como regla, las unidades más pequeñas controlando un flujo residual de baja concentración serán muchísimo más costosas (por unidad de proporción de flujo volumétrico) que una unidad grande limpiando un flujo con una carga alta de contaminantes.

- a. Costo de Capital: \$32,000 a \$104,000 por sm<sup>3</sup>/sec, (\$15 a \$49 por scfm)
- b. Costo de Operación y Mantenimiento: \$36,000 a 165,000 por sm<sup>3</sup>/sec, (\$17 a \$78 por scfm), anualmente
- c. Costo Anualizado: \$36,000 a \$166,000 por sm<sup>3</sup>/sec, (\$17 a \$78 por scfm), anualmente
- d. Efectividad de Costo: \$1100 a \$550 por tonelada métrica (\$100 a \$500 por tonelada corta), costo anualizado por tonelada por año de contaminante controlado.

### **6.3.9.6 Indicadores de costos de sistema de control absorción (Cámara de Aspersión /Torre de Aspersión)**

Estos tipos de depuradores también pueden ser utilizados ocasionalmente para el control de compuestos orgánicos volátiles (COV) en ciertas circunstancias. COV hidrófilo puede ser absorbido por fluido acuoso, mientras la adición de amphiphilic (un bloque de copolímero), disuelto en agua puede ser usado para absorber COV hidrófobo. Cuando se usa la absorción como la técnica principal de control, el solvente gastado debe ser fácilmente regenerado o desechado de una manera aceptable para el ambiente (U.S. Environmental Protection Agency - EPA, la agencia de protección del ambiental en EE.UU., 1991).

#### **Información de Costos**

Los siguientes datos son los rangos de costo (expresados en dólares del 2002) para los depuradores en húmedo con torre de aspersión de diseño convencional bajo condiciones típicas de operación, adaptados a partir de los formatos para estimación de costos de la EPA (EPA, 1996) y referidos a la proporción del flujo volumétrico de la corriente de desecho tratada. Para los propósitos de calcular el ejemplo de efectividad de costo, el contaminante es MP a una carga de aproximadamente 7 gramos por metro cúbico a condiciones estándares (g/m<sup>3</sup>) o 3 gramos por pie cúbico a condiciones estándares (gr/scf). Los costos no incluyen los costos de pos-tratamiento o desecho del solvente usado o residuo.

Los costos pueden ser más altos que en los rangos mostrados para aplicaciones que requieren materiales costosos, solventes, o métodos de tratamiento. Como regla, las unidades más pequeñas controlando un flujo residual de baja concentración serán mucho más costosas (por unidad de proporción de flujo volumétrico) que una unidad grande limpiando un flujo con una carga alta de contaminantes. Los costos de operación son mucho más significantes que los costos de capital para las torres de aspersión ya que estas son relativamente sencillas de construir e instalar, y requieren cantidades relativamente grandes de líquido y velocidades de recirculación más altas (EPA, 1996).

- a. Costo de Capital: \$4,200 a \$13,000 por m<sup>3</sup>/s, (\$2 a \$6 por scfm)
- b. Costo de Operación y Mantenimiento: \$3,200 a 64,000 por m<sup>3</sup>/s, (\$1.50 a \$30 por scfm), anualmente
- c. Costo Anualizado: \$5,300 a \$102,000 por m<sup>3</sup>/s, (\$2.5 a \$48 por scfm), anualmente
- d. Efectividad de Costo: \$50 a \$950 por tonelada métrica (\$45 a \$860 por tonelada corta), costo anualizado por tonelada por año de contaminante controlado.

### 6.3.9.7 INDICADORES DE COSTOS Y BENEFICIOS DE MEDIDAS DE CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN

#### INDUSTRIA GRÁFICA

Se presenta una relación de costos para diversas alternativas de control de la contaminación. Se hace notar que la mayoría de los valores son extranjeros (PNEAC, 1996; CIESISN, 1991), pues varias de estas técnicas recién están empezando a implementarse en Chile, por lo que en muchos casos significa la no existencia de información apropiada.

**Tabla 25: Relación de costos de algunos tratamientos o sistemas de control**

Alternativa	Costo
<b>Manejo Tintas</b>	
Uso de tintas de aceites vegetales tipo heat set	No existe costo de capital; el costo de la tinta puede ser entre un 5 a 8% mayor.
Uso de tintas de aceites vegetales distintas del tipo heat set	No existe costo de capital; el costo de la tinta es ligeramente mayor.
Uso de tintas de aceites vegetales para periódicos	No existe costo de capital; el mayor costo de la tinta puede ser compensado por la reducción de pérdidas de papel.
Uso de otras tintas de aceites vegetales	Costo de la tinta es ligeramente mayor.
Uso de tintas para UV	Costo de capital por equipos; costo de tinta mayor 2 veces respecto a tintas normales (IAMS, 1997), aumento de productividad. Costo por uso de energía puede ser menor (respecto a secado termal); es posible que sea necesario inversión de equipamiento eléctrico. El costo de la inversión inicial asciende a valores del orden de US\$ 200.000 (IAMS, 1997).
Uso de tintas para EB	Costo de capital; costo de tinta 2 veces respecto a tintas normales. La inversión inicial asciende a una suma muy elevada, entre US\$ 1.000.000 y US\$ 5.000.000 (IAMS, 1997). Esto lo hace poco aplicable a la realidad nacional.
Uso de tintas hechas en base a agua	Puede requerir nuevo costos de capital por equipamiento; mayor gasto energético; reducción en el costo de manejo de residuos.
Tratamiento de residuos tintas	El costo de la quema y uso como combustible alternativo <sup>37</sup> en vez de la disposición final de la tinta tiene asociada una ganancia. En el caso de Estados Unidos el ahorro fluctúa entre US\$ 100 a 200 por un tambor de 55 galones (200 litros) (PNEAC, 1988a).

Alternativa	Costo
<b>Manejo solución fuente</b>	
Filtración de solución fuente	La bibliografía indica que para el caso de Estados Unidos (IAMS, 1997) los costos de la unidad de filtración pueden variar entre US\$ 250 hasta US\$ 1000, dependiendo del tamaño y sofisticación del sistema. Normalmente estos sistemas requieren el reemplazo manual de la unidad de filtración. Los costos de reemplazo manual son del orden de US\$ 550.
Unidades de mezcla automatizada de solución fuente	Como referencia en el caso de Estados Unidos, para una sala de impresión grande, donde el sistema de mezcla automática va a alimentar a todas las prensas, el costo de instalación fluctúa entre US\$ 10.000 a US\$ 20.000. Para imprentas de tamaño menor, el costo puede ser incluso inferior a US\$ 10.000 (IAMS, 1997)
Conversión a técnica de impresión offset waterless printing	Como referencia en el caso de Estados Unidos, la inversión inicial en equipamiento fluctúa entre los US\$ 100.000 y 120.000, para convertir una unidad convencional de 6 unidades 40 pulgadas.
<b>Manejo de solventes</b>	
Limpieza automática de lienzos (off set)	El costo de inversión varía según la técnica utilizada:
	Spray: Precios por unidad varían entre US\$ 3.500 a US\$ 11.000 Cepillo y paño: Precios por unidad entre US\$7.000 y 22.000 (IAMS, 1997).38
Recuperación de solvente <sup>39</sup>	Unidad capacidad de destilación de 2,3 [m3/d] cuesta US\$ 83.700 Unidad capacidad de destilación de 4,5 [m3/d] cuesta US\$100.500 Unidad capacidad de destilación de 6,4 [m3/d] cuesta US\$121.300 Unidad capacidad de destilación 12,7 [m3/d] cuesta US\$202.200
<b>Manejo de residuos fotográficos</b>	
Recuperación de plata	Un equipo de recuperación compacto simple, con intercambio metálico, compuesto por dos cartuchos, de capacidad 2.200 litros (600 galones) el primero, y 3.600 litros (1.000 galones) el segundo. Con una velocidad de procesamiento de 5,5 litros/hora cuesta aproximadamente US\$ 2000 la unidad de recuperación, y del orden de US\$ 100 los cartuchos de intercambio <sup>40</sup> . Existen unidades más económicas y se reportan precios de hasta US\$ 200 (DEP, 1996). El intercambio de los cartuchos cuesta US\$ 150 a 300 anualmente (DEP, 1996) <sup>41</sup> . Una unidad de recuperación electrolítica, con capacidad de recuperación de 40 onzas/hora, cuesta

Alternativa	Costo
	sobre los US\$30.00042. Una unidad con capacidad de recuperación de 1,5 onzas/hora cuesta aproximadamente US\$ 5.00043. Se reportan unidades de valores menores, como US\$ 2,500 (DEP, 1996).

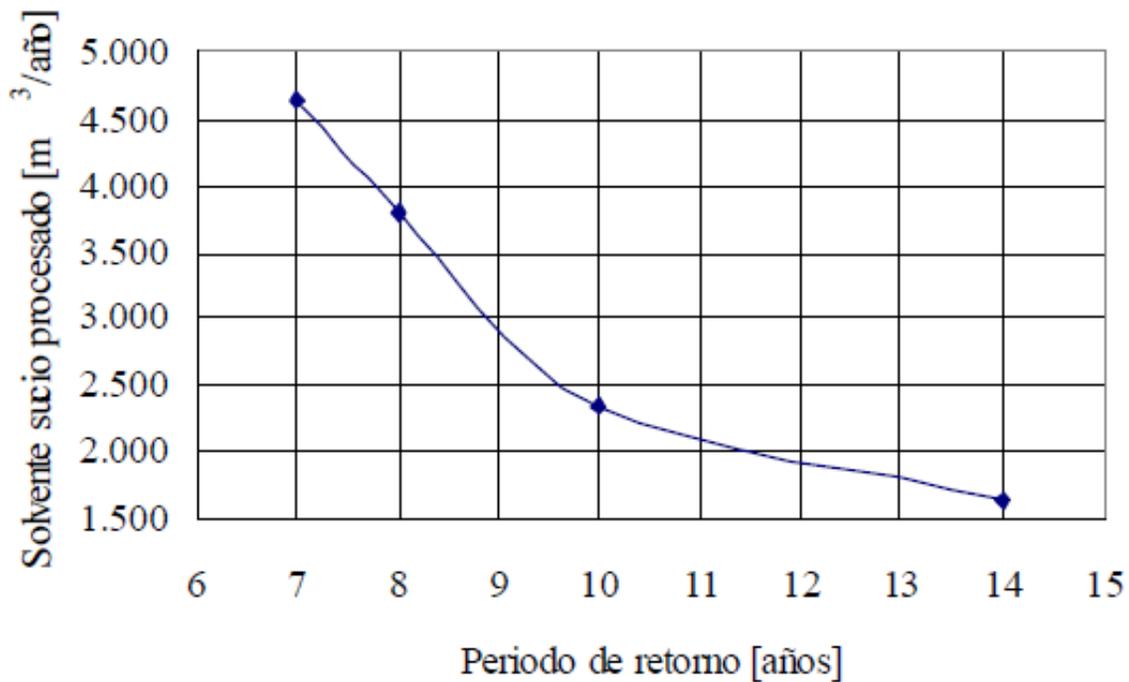
### RECUPERACIÓN DE SOLVENTES, REDISEÑO DEL PROCESO

El costo de algunas unidades de destilación se presenta en la siguiente tabla. Debe recordarse que las capacidades de destilación indicadas son sólo valores nominales, porque en la práctica estas pueden variar dependiendo del punto de ebullición del solvente, su presión de vapor y porcentaje de sólidos, y los precios indicados son de referencia para unidades estándares.

**Tabla 26: Precio de unidades de destilación para solventes**

Capacidad [m3/d]	Costo (USD)
4,5	100.500,00 (FOB, Chicago)
6,4	121.300,00 (FOB, Chicago)
10,4	179.000,00 (FOB, Chicago)
12,7	202.200,00 (FOB, Chicago)

Se presentan a continuación los periodos de retorno de la inversión (con una tasa de interés de 10%) por el reemplazo de una unidad de destilación existente por otra más eficiente (aumentando la eficiencia de recuperación en 15%), reduciéndose los costos asociados a la disposición de borras como combustible alternativo a un costo de USD 0,05 por litro (no se consideran los costos de operación y mantención).



**Figura 57: Periodo de retorno versus capacidad de recuperación**

### RECUPERACIÓN DE SOLVENTES, ON-SITE

El costo de algunas unidades de destilación se presenta en la siguiente tabla. Debe recordarse que las capacidades de destilación indicadas son sólo valores nominales, porque en la práctica estas pueden variar dependiendo del punto de ebullición del solvente, su presión de vapor y porcentaje de sólidos, y los precios indicados son de referencia para unidades estándares.

**Tabla 27: Precio de unidades de destilación para solventes**

Capacidad de destilación [m <sup>3</sup> /d]	Costo (USD) <sup>15</sup>
0,06	4.990,00 (Ex-works Toledo, Ohio)
0,17	7.750,00 (Ex-works Toledo, Ohio)
0,68	15.750,00 (Ex-works Toledo, Ohio)
2,3	83.700,00 (FOB, Chicago)
4,5	100.500,00 (FOB, Chicago)
6,4	121.300,00 (FOB, Chicago)
10,4	179.000,00 (FOB, Chicago)
12,7	202.200,00 (FOB, Chicago)

Considerando el caso particular de un establecimiento que emplea 60 [l/d] de metil etil cetona, con un costo de \$346 (+IVA)16 por litro, se presentan a continuación los costos asociados a las alternativas de disposición del solvente sucio (no se consideran los costos de operación y mantención):

**Alternativa 1:** Contratación de servicios de recuperación de solvente (incluyendo disposición de borras como combustible alternativo) a un costo de USD. 1,00 por litro aproximadamente.

<b>Costo anual por consumo de solvente (sin recuperación):</b>	<b>USD. 4.291,00</b>
Costo anual equivalente de solvente recuperado:	USD. 3.003,00
Costo anual recuperación y disposición:	USD. 4.940,00
<b>Costo anual neto:</b>	<b>USD. 6.228,00</b>

**Alternativa 2:** *Compra de unidad de destilación y disposición de borras como combustible alternativo a un costo de USD. 0,05 por litro aproximadamente.*

<b>Costo anual por consumo de solvente (sin recuperación):</b>	<b>USD. 4.291,00</b>
<b>Inversión:</b>	<b>USD. 4.999,00</b>
Costo anual equivalente de solvente recuperado:	USD. 3.862,00
Costo anual disposición de borras:	USD. 25,00
<b>Costo anual neto:</b>	<b>USD. 454,00</b>

Como se puede observar las plantas recuperadoras de solventes (PRS) implican una fuerte inversión en su inicio el cual es retornado en un período de mediano plazo. En Chile la



empresa Envases del Pacífico implementó una planta recuperadora de solventes el año 2007.

## 7 Anexo 1 Confección del Listado de Empresas.

N°	EMPRESA	Actividad Económica	RUT
1	ALUSA S.A.	FABRICACION DE OTROS ARTICULOS DE PLASTICO	84898000-5
2	AUSTRAL CHEMICALS CHILE S.A.	FABRICACION DE SUSTANCIAS QUIMICAS BASICAS EXCEPTO ABONO Y COMPUESTOS DE NITROGENO	090997000-8
3	BASF CHILE S.A.	FABRICACION DE SUSTANCIAS QUIMICAS BASICAS EXCEPTO ABONO Y COMPUESTOS DE NITROGENO	080043600-1
4	BASF CONSTRUCTION CHEMICALS LTDA.	FABRICACION DE OTROS PRODUCTOS QUIMICOS	096899010-1
5	BRENTAG CHILE LTDA.	VENTA AL POR MAYOR DE PRODUCTOS QUIMICOS	85040900-5
6	PPG Industries Chile S.A.	FABRICACION DE PINTURAS, BARNICES Y PRODUCTOS DE REVESTIMIENTO SIMILAR	91255000-1
7	CLARIANT COLORQUÍMICA (CHILE) LTDA.	VENTA AL POR MAYOR DE PRODUCTOS QUIMICOS	80853400-2
8	COACTIVA - CEMENTO POLPAICO S.A.	FABRICACION DE CEMENTO CAL Y YESO	91337000-7
9	HENKEL CHILE LTDA.	FABRICACION DE OTROS PRODUCTOS QUIMICOS	078803490-3
10	HIDRONOR CHILE S.A.	OTRAS ACTIVIDADES DE MANEJO DE DESPERDICIOS	96607990-8
11	HÄRTING S.A.	FABRICACION DE PLASTICO EN FORMAS PRIMARIAS Y DE CAUCHO SINTETICO	092846000-2
12	INDUSTRIAS CERESITA S.A.	FABRICACION DE PINTURAS, BARNICES Y PRODUCTOS DE REVESTIMIENTO SIMILAR	916660000-8
13	NEWCHEM QUÍMICA LTDA.	FABRICACIONES DE JABONES Y DETERGENTES, PREPARADOS PARA LIMPIAR, PERFU	77251280-5
14	SOLIMPEX S.A.	VENTA AL POR MAYOR DE PRODUCTOS QUIMICOS	96569170-7
15	ORICA CHEMICALS CHILE S.A.	FABRICACION DE EXPLOSIVOS Y PRODUCTOS QUIMICOS	095467000-7
16	ORICA CHILE S.A.	FABRICACION DE EXPLOSIVOS Y PRODUCTOS QUIMICOS	095467000-7
17	PINTURAS REVOR S.A.	FABRICACION DE PINTURAS Y BARNICES	93775000-5
18	PINTURAS SIPA S.A.	FABRICACION DE PINTURAS Y BARNICES	080919600-3
19	OXIQUIM S.A.	FABRICACION DE SUSTANCIAS QUIMICAS BASICAS	80326500-3
20	ARTECOLA CHILE S.A.	FABRICACION DE OTROS PRODUCTOS QUIMICOS	77497650-7
21	H.B. Fuller Chile S.A.	FABRICACION DE OTROS PRODUCTOS QUIMICOS	85303500-9
22	RESINAS CHILENAS LTDA.(CLORAMON)	FABRICACION DE PLASTICOS EN FORMAS PRIMAS	089733800-9
23	SHERWIN-WILLIAMS CHILE S.A.	FABRICACION DE PINTURAS Y BARNICES	096803460-K
24	SIKA S.A. CHILE	FABRICACION DE OTROS PRODUCTOS QUIMICOS	91947000-3
25	TRICOLOR S.A.	FABRICACION DE PINTURAS Y BARNICES	78318330-7
26	ENVASES DEL PACÍFICO	FABRICACION DE PAPEL Y CARTON ONDULADO	89996200-1
27	ARTEL S.A.	OTRAS ACTIVIDADES DE MANEJO DE DESPERDICIOS	92642000-3
28	PANIMEX QUIMICA S.A.	FABRICACION DE OTROS PRODUCTOS QUIMICOS	96545900-6

29	DYNAL INDUSTRIAL S.A.	FABRICACION DE PROCUCTOD DE HORNOS COQUE.	92264000-9
30	QUIMICA UNIVERSAL LTDA.	FABRICACION DE OTROS PRODUCTOS QUIMICOS	84249300-5
31	EDITORIAL LORD COCHANE S.A	IMPRESIÓN PRINCIPALMENTE DE LIBROS	91994000-K
32	EMPRESAS JORDAN S.A.	IMPRESIÓN PRINCIPALMENTE DE LIBROS	88683400-4
33	FARET S.A.	IMPRESIÓN PRINCIPALMENTE DE LIBROS	96508660-9
35	PUERTO MADERO IMPRESORES S.A.	IMPRESIÓN PRINCIPALMENTE DE LIBROS	99581910-4
36	WORLD COLOR CHILE S.A.	IMPRESIÓN PRINCIPALMENTE DE LIBROS	96830710-k
37	SISTEMAS GRAFICOS QUILICURA S.A. **	IMPRESIÓN PRINCIPALMENTE DE LIBROS	90.106.000-2
39	IMPRESA Y EDITORIAL LA SELECTA S.A.	FABRICACION DE PAPEL Y CARTON ONDULADO	81870600-6
40	MARINETTI S.A.	FABRICACION DE PAPEL Y CARTON ONDULADO	91.362.000-3
41	MORGAN IMPRESORES S.A. **	IMPRESIÓN PRINCIPALMENTE DE LIBROS	88.506.400-0
42	EL MERCURIO S.A.P.	EDICION DE PERIODICOS, REVISTAS Y PUBLICACIONES PERIODICAS	90.193.000-7
43	COPESA	EDICION PRINCIPALMENTE DE LIBROS	91.408.000-2

## 8 Anexo 2 Capacitación Uso del Sistema 138 de COV



# INVITACIÓN

La Seremi del Medio Ambiente y la SEREMI de Salud de la Región Metropolitana, saludan atentamente a Ud. y tienen el agrado de invitarle al taller de **“Capacitación del Sistema de declaración de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV).”**, para dar cumplimiento al artículo 113 del Plan de Prevención de Descontaminación Atmosférica (PPDA) D.S. N°66/2009, del MINSEGPRES, que establece la obligatoriedad de declarar las emisiones de COV.

La actividad se llevará a cabo el próximo martes 27 de septiembre entre las 9:15 y 13:00 horas en

Salón del Gobierno Regional, ubicado en Bandera N°46 primer piso, Santiago.

Confirmar su asistencia con: Pamela Cavada fono: 2493426 o al e-mail: [sistam@sistam.cl](mailto:sistam@sistam.cl), antes de 25 de Septiembre.

### Agenda del Taller

**“Capacitación del Sistema de declaración de Compuestos Orgánicos Volátiles”**

**Martes 27 de septiembre de 2011**

**9.15 - 9.30: Inscripción**



**9.30 - 9.45: Saludos**

- **Seremi de Salud de la Región Metropolitana, Sra. Rosa Oyarce.**
- **Seremi Subrogante MA de la Región Metropolitana, Sr. Juan Fernández.**
- **Jefe de Departamento de Asuntos Atmosféricos del Ministerio del Medio Ambiente, Sr. Marcelo Fernández.**

**9.45 - 11.15 Capacitación General- Aspectos Técnicos Sistema COV (Consultor)**

**11.15 - 11.35 Coffe Break**

**11.40 -12.30 Capacitación Práctica del Sistema COV (Consultor)**

**12.30-13.00 (Consultas)**

## Lista de Participantes

ASISTENTES TALLER DE CAPACITACION					
CORR	NOMBRE	INSTITUCION/EMPRESA	CARGO	FONO ESTABLECIMIENTO	E-MAIL
1	AQUILES URRUTIA	HÄRTING S.A.	gerente de operaciones	095339944	
2	BORIS PIZARRO	AUSTRAL CHEMICALS CHILE S.A.	HSEQ- MANAGER	81368950	<a href="mailto:bpizarro@austral-chem.cl">bpizarro@austral-chem.cl</a>
3	CEILIA BARRIOS	COACTIVA - CEMENTO POLPAICO S.A.	COORD. AMBIENTAL OPERACIONES CEMENTO	6376111	<a href="mailto:cecilia.barrios@polpaico.cl">cecilia.barrios@polpaico.cl</a>
4	CLAUDIO ALVAREZ	H.B. Fuller Chile S.A.	SUPERVISOR C.CALIDAD ISO	5304642	<a href="mailto:claudio.alvarez@hbfuller.com">claudio.alvarez@hbfuller.com</a>
5	CLAUDIO SEGUEL	AUSTRAL CHEMICALS CHILE S.A.	JEFE DE PRODUCCION	081368931	<a href="mailto:cseguel@austral-che.cl">cseguel@austral-che.cl</a>
6	DANIELA CAIMANQUE	MMA DEPTO. ASUNTOS ATMOSFERICOS	profesional	2411829	<a href="mailto:dcaimanque@mma.gob.cl">dcaimanque@mma.gob.cl</a>
7	FELIPE VELASCO	PINTURAS REVOR S.A.	PREVENCIONISTA DE RIESGO	96680586	<a href="mailto:fvelasco@revor.cl">fvelasco@revor.cl</a>
8	FERNANDO MORCHIO	DYNAL INDUSTRIAL S.A.	JEFE PREVENCIÓN DE RIESGOS		<a href="mailto:fmorchio@dynal.cl">fmorchio@dynal.cl</a>
9	JEANNETTE POZO	PPG Industries Chile S.A.	jefa desarrollo	5710785	<a href="mailto:jpozo@ppg.com">jpozo@ppg.com</a>
10	JUAN ALBERTO GONZALEZ	DYNAL INDUSTRIAL S.A.	ingeniero quimico	4782095	<a href="mailto:jgonzale@dynal.cl">jgonzale@dynal.cl</a>
11	JUAN CARLOS BORDONES	AMBIOSIS S.A.			<a href="mailto:juancarlosbordones@gmail.com">juancarlosbordones@gmail.com</a>
12	JUAN VERA	MARINETTI S.A.	PREVENCIONISTA DE RIESGO	3648819	<a href="mailto:jvera@sqingenieria.cl">jvera@sqingenieria.cl</a>
13	LUCIANA ROJAS	SIKA S.A. CHILE	encargado	5106568	<a href="mailto:rojasluciana@sika.cl">rojasluciana@sika.cl</a>
14	LUCIANA ROJAS	SIKA S.A. CHILE			-
15	MARIO VALDES	ARTEL S.A.	PREVENCIONISTA DE RIESGO	3901590	<a href="mailto:mario.valdes@artel.cl">mario.valdes@artel.cl</a>
16	MAURICIO CHAMORRO	HÄRTING S.A.	JEFE DE SEGURIDAD	4433548	<a href="mailto:mchamorro@harting.cl">mchamorro@harting.cl</a>

17	<b>OMAR ARANCIBIA</b>	QUIMICA UNIVERSAL LTDA.	PREVENCIONISTA DE RIESGO		<a href="mailto:oac@oac.tie.cl">oac@oac.tie.cl</a>
18	<b>OSCAR LOPEZ</b>	CLARIANT COLORQUÍMICA (CHILE) LTDA.	asit.prevenc. De riesgos	75019074	<a href="mailto:oscar.lopez@clariant.com">oscar.lopez@clariant.com</a>
19	<b>RICARDO PONCE</b>	OXIQUIM S.A.	PREVENCIONISTA DE RIESGO	92898843	<a href="mailto:rponce@oxiquim.cl">rponce@oxiquim.cl</a>
20	<b>RUBEN VERDUGO</b>	PPG Industries Chile S.A.	ENCARGADO DE SEGURIDAD Y AMBIENTE	5851103	<a href="mailto:rverdugo@ppg.com">rverdugo@ppg.com</a>
21	<b>SEBASTIAN ITURRIAGA</b>				-
22	<b>SEBASTIAN ITURRIAGA</b>	ENVASES DEL PACÍFICO		96349611	<a href="mailto:sebaiturriaga@hotmail.com">sebaiturriaga@hotmail.com</a> -- <a href="mailto:prs@edelpa.cl">prs@edelpa.cl</a>
23	<b>RAFAEL MORENO G.</b>	SEREMI DE SALUD R.M.	PROFESIONAL	5767807	<a href="mailto:RAFAEL.MORENO@GAV.CL">RAFAEL MORENO@GAV.CL</a>
24	<b>MABEL SALAZAR</b>	SEREMI SALUD R.M.	JEFE UNIDAD	5767830	-
25	<b>ROBERTO CONDORI</b>	SEREMI DE SALUD R.M.	JEFE SUB DEPARTAMENTO	5767808	-
26	<b>JUAN FERNANDEZ</b>	SEREMI	SEREMI R.M.	2405618	-
27	<b>SOLANGE MACCHIAVELLO</b>	SEREMI M.A. R.M.	PERIODISTA	2405634	-
28	<b>MARCO SAAVEDRA</b>	SEREMI SALUD R.M.	ABOGADO	5764999	-
29	<b>HECTOR RETAMAL SOTO</b>	SEREMI DE SALUD R.M.	ABOGADO	5765008	-
30	<b>LUCIANA ROJAS</b>	SIKA CHILE	ECOLOGIA	5106568	<a href="mailto:ROJAS.LUCIANA@SIKA.CL">ROJAS.LUCIANA@SIKA.CL</a>
31	<b>BORIS PIZARRO</b>	AUSTRAL CHEMICALS CUILE S.A.	HSEQ MANAGER	6635300	-
32	<b>AQUILES URRUTIA S.</b>	HARTING S.A.	GERENTE DE OPERACIONES	9-5339944	
33	<b>MELISSA ALFARO B.</b>	AMBIOSIS S.A.	EQUIPO TECNICO ATMOSFERICO	94294090	<a href="mailto:MELISSALFARO@GMAIL.COM">MELISSALFARO@GMAIL.COM</a>

## 9 Anexo 3 Lista de Participantes del Piloto

### FICHA PARA PARTICIPACION PILOTO DECLARACION DE EMISIONES

<b>Datos de la empresa</b>	Rut	
	Razon Social	
	Nombre de Fantasia	
<b>Identificación del establecimiento</b>	Nombre del Establecimiento	
	Calle o lugar	
	Número	
	Cómunas	
<b>Identificación del encargado técnico de la declaración</b>	Rut	
	Nombre	
	A. Paterno	
	A. Materno	
	Cargo	
	Correo Electrónico	
	Fono	

### Lista de participantes inscritos en la declaración piloto

N°	DATOS EMPRESA			DATOS ESTABLECIMIENTO			
	RUT	RAZÓN SOCIAL	NOMBRE DE FANTASÍA	NOMBRE	CALLE	NUMERO	COMUNA
1	9099 7000-8	AUSTRAL CHEMICALS CHILE S.A.	AUSTRAL CHEMICALS	FABRICA CARRASCAL	CARRASCAL	3725	QTA. NORMAL
2	9133 7000-7	CEMENTO POLPAICO S.A.	CEMENTO POLPAICO S.A.	PLANTA POLPAICO	RUTA 5 NORTE KM 38	S/N	TIL-TIL
3	9377 5000-5	PINTURAS REVOR S.A.	PINTURAS REVOR	PLANTA PANAMERICANA	PANAMERICANA NORTE	4221	CONCHALI
4	9264 2000-3	ARTEL S.A.I.C.	ARTEL S.A.I.C.	ARTEL	EDUARDO FREI MONTALVA	9700	QUILICURA
5	9136 4000-3	MARINETTI S.A.	MARINETTI PACKAGING S.A.	MARINETTI S.A.	AMERICO VESPUCCIO NORTE	1751	RENCA
6	9264 2000-3	ARTEL S.A.I.C.	ARTEL S.A.I.C.	ARTEL	EDUARDO FREI MONTALVA	9700	QUILICURA
7	9284 6000-2	HARTING S.A.	HARTING S.A.		AVDA. PDTE.EDUARDO FREI MONTALVA	6000	QUILICURA
8	8085 3400-2	INDUSTRIA QUIMICA	CLARIANT	CLARIANT COLORQUIMICA CHILE LTDA.	CAMINO MILIPILLA	15170	MAIPU
9	8032 6500-3	OXIQUM S.A.	OXIQUM S.A.	OXIQUM S.A.	CANAVERAL	901	QUILICURA
10	9125 5000-	PPG INDUSTRIES CHILE	PPGINDUSTRIES CHILE S.A.	PPG INDUSTRIES CHILE S.A.	AVDA. LAS AMERICAS	221	CERRILLOS

	1						
11	8999 6200- 1	ENVASES	EDELPA	ENVASES DEL PACIFICO	CAMINO A MELIPILLA	13320	MAIPU

N°	IDENTIFICACIÓN ENCARGADO TÉCNICO DECLARACIÓN						
	RUT	NOMBRE	A.PATERNO	A.MATERNO	CARGO	CORREO ELECTRÓNICO	FONO
1	117488 47-0	BORIS	PIZARRO	VILCHES	HSEQ MANAGER	<a href="mailto:BPIZARRO@AUSTRAL-CHEM.CL">BPIZARRO@AUSTRAL-CHEM.CL</a>	6635300-13-45
2	126104 64-2	CECILIA	BARRIOS	LARA	COORD. AMB.	<a href="mailto:CECILIA.BARRIOS@POLPAICO.CL">CECILIA.BARRIOS@POLPAICO.CL</a>	6376111/08- 1329631
3	169446 97-0	FELIPE	VELASCO	BARRAZA	ASESOR PREVENCIÓN	<a href="mailto:FVELASCO@REVOR.CL">FVELASCO@REVOR.CL</a>	9-6680586
4	671860 8-7	JUAN CARLOS	ESPINOZA	PRIETO	QUIMICO	<a href="mailto:JCESPINOZA@ARTEL.CL">JCESPINOZA@ARTEL.CL</a>	3901510
5	165702 09-3	JUAN MIGUEL	VERA	LOPEZ	PREVENCIÓNISTA DE RIESGOS	<a href="mailto:SEGURIDAD.INDUSTRIAL@MM-MARINETTI.COM">SEGURIDAD.INDUSTRIAL@MM-MARINETTI.COM</a>	02-3648819
6	109099 71-6	MARIO	VALDES	SEPULVEDA	PREVENCIÓNISTA DE RIESGOS	<a href="mailto:MARIO.VALDES@ARTEL.CL">MARIO.VALDES@ARTEL.CL</a>	3901590
7	101674 26-6	MAURICIO	CHAMORRO	LIRA	JEFE PREVENCIÓN Y MEDIO AMBIENTE	<a href="mailto:MCHAMORRO@HARTING.CL">MCHAMORRO@HARTING.CL</a>	4433548
8	162688 38-3	OSCAR	LOPEZ	VALDES	ASISTENTE PREVENCIÓN DE RIESGOS	<a href="mailto:OSCAR.LOPEZ@CLARIANT.COM">OSCAR.LOPEZ@CLARIANT.COM</a>	3734236
9	139200 81-0	RICARDO	PONCE	SCHAFF	JEFE PREVENCIÓN DE RIESGOS	<a href="mailto:RICARDO.PONCE@OXIQUIM.CL">RICARDO.PONCE@OXIQUIM.CL</a>	
10	121550 40-7	RUBEN	VERDUGO	SADY	EHS	<a href="mailto:RVERDUGO@PPG.COM">RVERDUGO@PPG.COM</a>	5851103
11	134347 78-3	SEBASTIAN	ITURRIAGA	PAZ DE LA VEGA	SUPERVISOR PLANTA DE SOLVENTE	<a href="mailto:PRS@EDELPA.CL">PRS@EDELPA.CL</a>	

## **10 Anexo 4 Borrador Resolución**

REPUBLICA DE CHILE

SECRETARIA REGIONAL DE SALUD

REGION METROPOLITANA

ESTABLECE OBLIGACIÓN DE DECLARAR  
EMISIONES QUE INDICA

---

N°

SANTIAGO, XX DE JULIO DE 2011

**VISTO: lo establecido en los artículos 16 y siguientes del decreto ley N°2763, de 1979; en la ley n°18.122; en el Decreto Supremo N°206, de 1982, del Ministerio de Salud, lo dispuesto en el artículo 113 del Decreto Supremo N°66 de 2009, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia y teniendo presente las facultades que me otorgan los artículos 1, 3 y 9, letras a) y b) del Código Sanitario aprobado por el D.F.L N°725 de 1968, y:**

**CONSIDERANDO:**

- Que para lograr el control de las emisiones de COV provenientes del sector industrial se requiere contar con información oportuna y fidedigna.
- Que se requiere implementar procedimientos claros para la obtención de la información entregada por los establecimientos industriales y comerciales, respecto de las emisiones de COV.
- Que por medio de la Declaración de Emisiones de COV, la Secretaría Regional Ministerial de Salud de la Región Metropolitana, mejorará la información disponible respecto de este contaminante, dicto lo siguiente:

## RESOLUCION:

**Artículo 1º.-** Todos los establecimientos industriales y comerciales que utilicen más de 50 toneladas anuales de solventes, incluido el contenido de éstos últimos en las tintas, pinturas, barnices, u otros similares, deberán entregar a la Secretaría Regional Ministerial de Salud de la Región Metropolitana, las estimaciones de emisiones de Solventes provenientes de sus procesos o actividades como resultado del uso o manipulación de solventes o en su defecto entregar las mediciones que permitan evaluar de forma precisa dichas emisiones. Además se deberán proporcionar los antecedentes técnicos requeridos para su adecuado control de acuerdo con las normas que se señalan a continuación.

**Artículo 2º.-** La información sobre los procesos, las fuentes, los niveles de producción, las cantidades de materias primas, las tecnologías de abatimiento empleadas y las mediciones, cuando corresponda, de las emisiones de solventes por parte de las industrias y comercio sujetos a declaración, deberá proporcionarse anualmente, a través de la página web del Ministerio de Salud en el dominio [www.declaracionemision.cl](http://www.declaracionemision.cl), donde se mantendrán los formularios electrónicos adecuados para la recopilación de la información que los regulados deben entregar. Con el objeto de unificar los procesos de declaración de emisiones, la declaración de solventes deberá hacerse de acuerdo a lo señalado en el Decreto Supremo N° 138, de 17 de noviembre de 2005, del Ministerio de Salud.

**Artículo 3º.-** Con respecto a las estimaciones de emisiones exigidas en la presente resolución estas deberán ser efectuadas en base a los métodos comúnmente utilizados tal como uso de factores de emisión, balances de masa, modelos de emisiones. En el caso de estanque de almacenamiento de solventes, el método recomendado será el uso del sistema Tanks de la EPA utilizando la versión que la Autoridad dispondrá en su página WEB. En el caso de que el titular mida sus emisiones estas deberán ser efectuadas con metodologías reconocidas internacionalmente y sujetas a la aprobación de la autoridad.

**Artículo 4º.-** La Secretaría Regional Ministerial de Salud de la Región Metropolitana podrá exigir, cuando los antecedentes lo justifiquen, la presentación de una nueva Declaración de Emisiones.

**Artículo 5º.-** La Secretaría Regional Ministerial de Salud de la Región Metropolitana mantendrá un registro de los establecimientos industriales o comerciales. A cada una de ellos les asignará un número de identificación, el que deberá indicarse a partir de la segunda Declaración.

**Artículo 6º.-** La fiscalización y sanción de las infracciones a lo dispuesto en la presente resolución corresponderá aplicarlas a la Secretaría Regional Ministerial de Salud de la Región Metropolitana, de acuerdo con las disposiciones del Libro Décimo del Código Sanitario.

**Artículo 7º.-**

Con respecto a los establecimientos nuevos o existentes que utilicen una cantidad menor a las 50 toneladas anuales de solventes, estos deberán declarar anualmente sus consumos en el sistema de



declaración, acreditando que no superan el umbral de reporte establecido. No obstante, la Autoridad podrá solicitar antecedentes adicionales en los casos que lo requiera con el objeto de efectuar estimación de sus emisiones o corroborar el cumplimiento del umbral de reporte. Por su parte los titulares que consuman una cantidad de solventes inferior al umbral establecido también podrán declarar en forma voluntaria sus emisiones.

**Anótese, comuníquese y publíquese.- XXXXXX, Secretaria Regional Ministerial de Salud Región Metropolitana.**

## 11 Anexo 5 Ficha para Estanques

### 5. CARACTERISTICAS DEL ESTANQUE

#### 5.1 ESTABLECIMIENTO AL CUAL PERTENECE

ESTABLECIMIENTO Nº	NOMBRE DEL ESTABLECIMIENTO
--------------------	----------------------------

#### 5.2 DATOS IDENTIFICATORIOS DE LA FUENTE

Nº DE LA FUENTE	TIPO O NOMBRE DE FUENTE EMISORA	MARCA	MODELO	AÑO
	FECHA INSTALACION	Nº REGISTRO SEC		

#### 5.3 TIPO DE COMPUESTO ORGANICO ALMACENADO (SOLVENTES, MATERIA PRIMA)

COMPUESTO	CODIGO COMP.	NOMBRE DEL COMPUESTO	CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO [m3]	ALMACENAMIENTO ANUAL AÑO 2010 [m3/ año ]	MES EN QUE EL ESTANQUE ESTUVO EN USO EN AÑO 2010 PONER UNA X															
					E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D				
1																				
2																				
3																				
4																				
5																				
6																				
7																				
8																				
9																				
10																				

#### 5.4 DIMENSIONES DEL ESTANQUE

DIAMETRO [m]	ALTO [m]	NIVEL MAXIMO DE LLENADO [m]	COLOR

#### 5.5 TIPO DE ESTANQUE (marque con una X)

FIJO HORIZONTAL		SUBTERRANEO	
FIJO VERTICAL			
TECHO FLOTANTE INTERNO			

TECHO FLOTANTE EXTERNO PLANO	
TECHO FLOTANTE EXTERNO DE DOMO	

5.6 TIPO Y DIMENSIONES DEL TECHO (SI EL ESTANQUE ES SUBTERRANEO OMITIR)

TECHO MOVIL	PONTON		
	DOBLE CUBIERTA		
TECHO FIJO	CONO		ALTO [m] :
	DOMO		ALTO [m] : RADIO ESFERA [m] :

5.7. NUMERO DE COLUMNAS (SI EL ESTANQUE ES SUBTERRANEO OMITIR)

UNA COLUMNA		
DIAMETRO DE LA COLUMNA [cm]		
MAS DE UNA COLUMNA		Nº :

5.8. VENTEO Y CALEFACCION

PRESION DE VENTEO	MAXIMA:	MINIMA:	UNIDAD:
CALEFACCION	TEMPERATURA:		UNIDAD:

5.9. TIPO DE CONSTRUCCION DEL MANTO

SOLDADO	
RIBETEADO	
OTRO ( ESPECIFICAR):	

5.10. TIPO DE SELLO

PRIMARIO	ZAPATA MECANICA	
	MONTADO EN EL LIQUIDO	
	MONTADO EN VAPOR	
¿TIENE SELLO SECUNDARIO?	SI :	
	NO:	

5.11 EQUIPO DE CONTROL ASOCIADO AL ESTANQUE

EQUIPO DE CONTROL	CODIGO EQUIPO CONTROL	NOMBRE EQUIPO DE CONTROL
1		
2		
3		
4		



## INSTRUCCIONES DE LLENADO:

FORMULARIO 5: CARACTERIZACION DE ESTANQUES DE LIQUIDOS ORGANICOS Y GASOLINA  
LLENAR ESTE FORMULARIO PARA CADA ESTANQUE DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE  
LIQUIDO VOLATIL O PRODUCTO COMO: KEROSENE, GASOLINA, DILUYENTE, AGUA RAS U  
OTRA

En este formulario se debe ingresar la información correspondiente a los estanques de almacenamiento de combustible o líquidos orgánicos con que cuenta la empresa, debiéndose llenar este formulario (N°5) para cada estanque declarado.

Debido a que los inventarios de emisiones se realizan para un año específico, la información que se proporcione debe ser de un año específico también.

En el caso de ésta encuesta el año del inventario será el 2010, por lo tanto la información que se ingrese debe representar el funcionamiento del estanque durante ese año. Si no cuenta con información para el año 2010 y si de otro año en que la fuente funcionó en forma parecida, también puede utilizarla indicando que se trata de otro año.

A continuación se orienta en como llenar cada punto, del formulario destinado a estimar el funcionamiento de los estanques.

### 5.1 ESTABLECIMIENTO AL CUAL PERTENECE.

La información puesta aquí debe coincidir con la contestada en FORMULARIO 1 del sistema 138 web del establecimiento correspondiente.

### 5.2 DATOS IDENTIFICATORIOS DE LA FUENTE.

Aquí se colocan todos los datos que identifican a la fuente.

Se debe colocar el nombre por el cual es conocida la fuente dentro de la empresa, por ejemplo: "Tanque N°1 de Formaldehído".

Es normal que un estanque no tenga marca, ni modelo, si ese es el caso indique S/I (sin información).

Algunos estanques de combustible cuentan con un número SEC (Superintendencia de Electricidad y Combustible) que los identifican, si lo conoce póngalo aquí, si no, indique S/N (Sin número).

### 5.3 TIPO DE COMPUESTO ORGANICO ALMACENADO (GASOLINA, SOLVENTES, MATERIA PRIMA).

Aquí se debe poner el tipo de compuestos que se han almacenado en el estanque durante el año y su cantidad.



Si el estanque fue utilizado para almacenar distintos compuestos durante el año, se debe indicar en cada una de las filas de la tabla el compuesto que se almacenó, indicando cantidad al año que se almaceno y en que meses fue este almacenado, indicando con una cruz en la columna "MES EN QUE ALMACENO EL COMPUESTO" el mes correspondiente.

Si más de un compuesto estuvo almacenado en un mes dado, tratar de usar criterio para indicar el compuesto qué estuvo más tiempo almacenado, para que no aparezcan dos compuestos almacenado el mismo mes, recuerde que se trata de un dato aproximado.

#### 5.4 DIMENSIONES DEL ESTANQUE.

La altura del estanque se refiere a la altura del manto del estanque.

El nivel máximo de llenado corresponde a la máxima altura que puede alcanzar el liquido almacenado en el estanque por efectos de seguridad.

#### 5.5 TIPO DE ESTANQUE

Se debe indicar el tipo de estanque que se está declarando, la mayoría de los estanques medianos y pequeños son del tipo "Fijo Horizontal" o "Fijo Vertical".

Sólo los estanques de grandes dimensiones, como los de refinerías de petróleo suelen tener "techo móvil".

#### 5.6 TIPO Y DIMENSIONES DEL TECHO.

Declarar las dimensiones del techo del estanque.

#### 5.7. NUMERO DE COLUMNAS.

Los estanques de gran tamaño suelen tener una o más columnas uniendo el suelo con el techo con fines estructurales, aquí se debe indicar el número y el diámetro de dichas columnas, si el estanque las tiene.

#### 5.8 VENTEO Y CALEFACCION

Indicar información sobre venteo.

Si el estanque cuenta solo con un respiradero a la atmósfera sin válvulas de presión y vacío, poner en presión máxima y mínima la sigla "ATM".

Si el estanque es calefaccionado o funciona a temperatura ambiental distinta, colocar aquí.

#### 5.9 TIPO DE CONSTRUCCION DEL MANTO

Indicar la forma como están unidas las planchas del manto del estanque.

Ribeteado se refiere al tipo de unión, realizada por plegado de los bordes de las planchas.

#### 5.10 TIPO DE SELLO

Los grandes estanques de techo flotante, tienen sellos que disminuyen la cantidad de líquido que queda adherido a las paredes cuando el techo flotante baja, en este caso se debe indicar el tipo de sello que tiene el estanque.

En el caso de estanques con techo fijo, esto se debe omitir pues no cuentan con este tipo de sellos.

#### 5.11 EQUIPO DE CONTROL.

Aquí se debe indicar el tipo de equipo de control de las emisiones de los vapores de combustible o líquidos orgánicos almacenados en el estanque.

Algunos equipos son: sistema de recuperación de vapores por medio de un condensador y un sistema de recirculación del vapor recuperado en estado líquido o un quemador que realiza una combustión de los gases.

En caso de que el estanque no cuente con un sistema de control de emisiones, se debe poner la frase "SIN CONTROL".