

CAPITULO 4

“RESULTADOS”



CAPITULO 4: RESULTADOS

4.1. ETAPA I: IDENTIFICACIÓN DE LOS SPC

El inventario de SPC fue elaborado a partir de la recopilación de las actividades con potencial presencia de COPs existentes en el territorio nacional. Para ello, se listaron las actividades industriales y comerciales potencialmente emisoras de COPs (Anexo 3) junto con las actividades de disposición de residuos. En base a este listado se aplicó el esquema de la Figura 2 anteriormente explicado. La información utilizada para el desarrollo del listado, con su fuente y año se detalla en la Tabla 4.

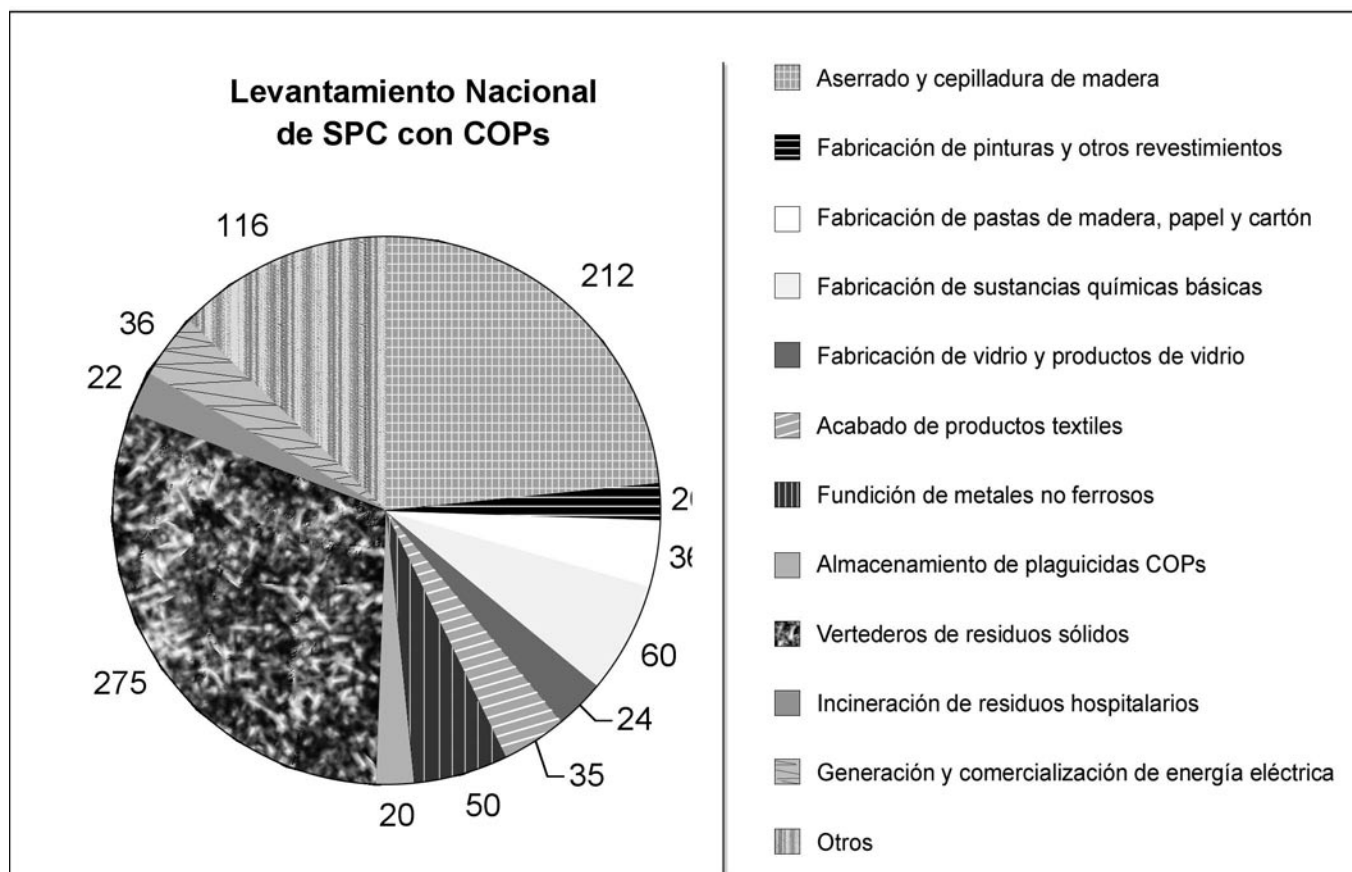
TABLA 4: INFORMACIÓN RECOPIADA PARA EL LEVANTAMIENTO DE SPC EN EL PAÍS

| TIPO DE INFORMACIÓN | FUENTE |
|--|--|
| Directorio de establecimientos industriales a nivel Nacional | Instituto Nacional de Estadísticas, 2000 |
| Vertederos Ilegales de la Región Metropolitana | Chile-GORE, 2002 |
| Empresas relacionadas con el rubro de la madera | Servicio Agrícola y Ganadero, 2001 |
| Destinatarios autorizados de residuos industriales | SESMA, 2002 |
| Vertederos de residuos domiciliarios | CONAMA, 2001 |

Además, se utilizó como información complementaria la extraída del Inventario de Fuentes de Dioxinas y Furanos (UDT, 2004), del Inventario Nacional de PCBs (Chile-EULA, 2004) y del Inventario Nacional de Existencia de Plaguicidas Caducados COPs. De esta manera se obtuvo un levantamiento nacional de un total de 906 SPC, clasificada en 11 categorías como se muestra en la Figura 6.

Se debe señalar que las actividades de fabricación de material plástico, o imprentas con papel autocopiativo pueden tener asociado la presencia de PCBs debido al hecho de que este compuesto internacionalmente se ha usado como lubricante, aislante, adhesivos y de transferencia de calor para plásticos y material de imprentas. No obstante, la información existente a la fecha en Chile¹³ indica que la cantidad de PCBs utilizada es mínima, encontrándose muy pocas actividades que utilizan este compuesto y que además, está en concentraciones bajo los 50 ppm, lo cual indica condiciones potencialmente reguladas según la normativa internacional (UNEP, 1999).

¹³ (1) Diagnóstico Regional sobre presencia y situación de contaminantes orgánicos persistentes como existencias obsoletas. CONAMA IV Región, 2000. (2) Estudio sobre la presencia y Usos en el País. Palza, Humberto.

FIGURA 6: NÚMERO DE SPC CON COPs DE LAS ACTIVIDADES CON 20 O MÁS SITIOS

En la Figura 6 se puede observar que los sectores de vertederos y aserraderos son aquellas categorías con el mayor número de SPC. En la categoría de otros, donde figuran las actividades con menos de 20 sitios (y no por ello menos importantes) se encuentran 17 categorías, las cuales se detallan en la Tabla 5.

TABLA 5: ACTIVIDADES QUE PERTENECEN A LA CATEGORÍA “OTROS”

| ACTIVIDAD POTENCIALMENTE CONTAMINANTE | CANTIDAD |
|---|----------|
| Fundición de hierro y acero | 19 |
| Fabricación de cemento, cal y yeso | 12 |
| Fabricación de ladrillos y tejas | 10 |
| Fabricación de productos de cerámica no refractaria para uso no estructural | 12 |
| Mezclado de asfalto | 12 |
| Curtido y adobo de cueros | 10 |
| Fabricación de equipos eléctricos | 12 |
| Fabricación de plaguicidas y otros productos químicos de uso agropecuario | 2 |
| Fabricación de motores, generadores y transformadores eléctricos | 8 |
| Secado de arena para uso industrial | 1 |
| Crematorios | 5 |
| Incineración de cadáveres de animales | 3 |
| Transporte por vía férrea | 1 |
| Otros tipos de transporte regular de pasajeros por vía terrestre | 1 |
| Fabricación de productos primarios de hierro y acero | 1 |
| Fabricación de productos de horno de coque | 1 |
| Actividades de tipo servicio relacionadas con la extracción de petróleo y de gas, excepto las actividades de prospección de minerales | 1 |

Del número total de sitios con potencial presencia de COPs, sólo el 2,2 % correspondió a sitios con plaguicidas (caducados COPs), un 7,6 % a las actividades vinculadas con la presencia de PCBs (ya sea almacenada o en uso) y el resto (90,2%) a las fuentes de emisión de dioxinas y furanos.

El catastro de todos los SPC con COPs identificados en el país, con la información detallada de cada sitio, se pudo consultar en una base de datos desarrollada en formato Access (Anexo 4)

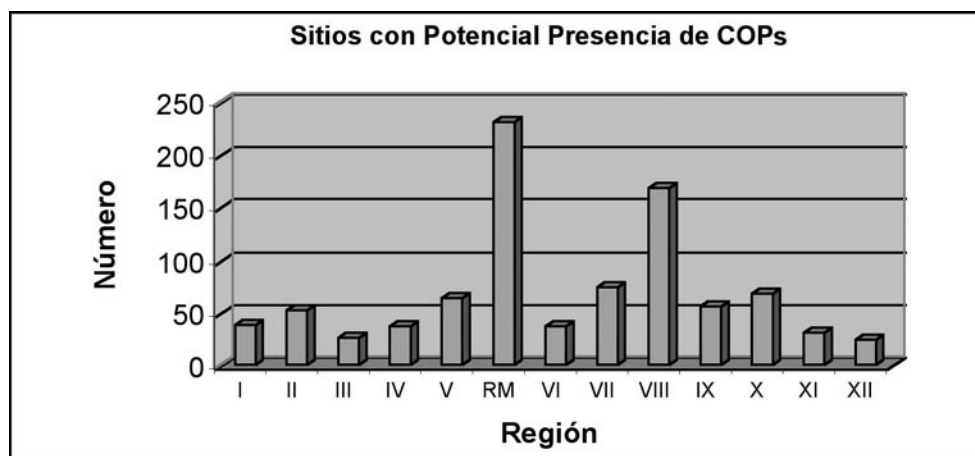
4.2. ETAPA II: SELECCIÓN DE COMUNAS PRIORITARIAS

Como ya se mencionó en la metodología, para la selección de las comunas se utilizaron tres criterios principales:

1. Cantidad de SPC existente en la comuna (estudio teórico),
2. Cantidad de receptores (número de habitantes en la comuna) y
3. Variabilidad nacional, es decir, comunas de distintas partes de la nación.

El procedimiento de búsqueda seleccionó las Regiones con mayor cantidad de SPC con COPs dentro del territorio nacional. La región con mayor cantidad de SPC con potencial presencia de COPs resultó ser la región metropolitana (R.M) con un total de 229 sitios, seguido por la VIII (166), VII (72) y X (62) Regiones (Figura 7).

FIGURA 7: SPC CON COPs POR REGIÓN EN EL PAÍS



Una vez definidas las regiones con mayor cantidad de SPC con COPs, se repitió el mismo procedimiento a escala comunal, para así seleccionar las comunas prioritarias del país en cuanto a número. Para la Región Metropolitana el procedimiento dio como resultado a dos comunas prioritarias: Santiago y Quilicura.

Respecto a la comuna de Quilicura, existen antecedentes que avalan la presencia de receptores cercanos a los SPC y un alto crecimiento poblacional. Las cifras oficiales emitidas por el INE según la aplicación del Censo 2002 indican que la comuna de Quilicura sufrió un aumento de población entre el intercenso 1992/2002 sobre el 207%. Además, la Secretaría de Planificación de Quilicura (SECPLAC), en base al censo del 2002, menciona que la población de Quilicura asciende a los 126.518 habitantes y se ubica a poca distancia de los recintos industriales. Por otro lado, la información contenida en el proyecto OTAS-GTZ¹⁴ de la Región Metropolitana, permite el desarrollo de un mecanismo de priorización con la herramienta SIG, ya que cuenta con información cartográfica para los distintos componentes del medio ambiente, tales como: suelo, agua superficial, agua subterránea y vegetación, entre otras. En este contexto, la comuna de Quilicura fue la primera en ser seleccionada.

De manera de cumplir con los otros dos criterios (variabilidad a nivel nacional y tamaño de la población potencialmente afectada), se procedió a seleccionar adicionalmente otras tres comunas. Así, la comuna de Talcahuano quedó incluida debido al alto número de SPC con COPs identificados. Posteriormente se agregaron las comunas de Temuco y Antofagasta, localidades que, fueron consideradas importantes de priorizar dado que cumplen con los criterios de variabilidad espacial dentro del país junto con alto tamaño poblacional (mayor a 100.000 habitantes).

Así, las cuatro comunas seleccionadas fueron las siguientes: Antofagasta (II), Quilicura (R.M), Talcahuano (VIII) y Temuco (IX).

Una vez definidas las cuatro comunas piloto, el siguiente paso consistió en priorizar los SPC dentro de la comuna. Lo anterior, con la finalidad de visitar en terreno los SPC y obtener información adicional (hasta aquí la información recabada era sólo teórica). Idealmente, es deseable visitar todos los SPC identificados para cada comuna, lamentablemente debido a las restricciones presupuestarias y de tiempo sólo fue posible visitar 5 sitios por cada comuna, por lo que se hizo necesario idear un mecanismo de priorización. Paralelamente a la priorización se trabajó en la definición de un mecanismo de inspección en terreno.

Ambos elementos (el mecanismo de priorización y el procedimiento de inspección) son explicados a continuación. A manera de prueba, estos dos elementos fueron desarrollados y aplicados en primer término a la comuna de Quilicura.

4.3. ETAPA III: PRIMERA PRIORIZACIÓN

Como primer paso se elaboró un mapa de vulnerabilidad o de susceptibilidad de la población y biota a sufrir daño como consecuencia de la exposición a los COPs en cada una de las comunas pilotos (Anexo 5). El mapa permitió orientar la fase de inspección sobre aquellos sitios que se encontraron en las áreas más vulnerables. Por otro lado, se recogieron las opiniones del Servicio de Salud sobre antecedentes de sitios con sospecha de contaminación.

4.3.1. COMUNA DE QUILICURA

En la Comuna de Quilicura se identificaron 23 sitios con potencial presencia de COPs dentro de un universo de 118 sitios con potencial presencia de contaminantes (Anexo 5). La selección de los 5 sitios prioritarios quedó determinada por los resultados de la aplicación con la herramienta SIG, como se explicó en el capítulo 3.

El análisis en SIG dio como resultado un listado de los SPC con los puntajes de riesgo potencial, como se muestra en la Tabla 6, donde se resaltan los 5 sitios seleccionados para la auditoría en terreno.

¹⁴ Ordenamiento Territorial Ambientalmente Sustentable, primera etapa, año 2001.

TABLA 6: LISTADO DE SPC CON COPs DE QUILICURA

| ID | DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD | RIESGO POTENCIAL |
|-----------|---|------------------|
| 4 | Fabricación de pinturas, barnices y productos de revestimiento similares, tintas de imprenta y masillas | 18 |
| 5 | Fabricación de pinturas, barnices y productos de revestimiento similares, tintas de imprenta y masillas | 12 |
| 6 | Fabricación de productos de la refinación del petróleo | 8 |
| 7 | Fundición de hierro y acero | 8 |
| 8 | Fundición de hierro y acero | 18 |
| 9 | Fabricación de pasta de madera, papel y cartón | 8 |
| 10 | Fabricación de sustancias químicas básicas, excepto abonos y compuestos de nitrógeno | 8 |
| 11 | Fabricación de sustancias químicas básicas, excepto abonos y compuestos de nitrógeno | 12 |
| 12 | Fabricación de sustancias químicas básicas, excepto abonos y compuestos de nitrógeno | 12 |
| 13 | Fabricación de vidrio y productos de vidrio | 8 |
| 14 | Acabado de productos textiles | 6 |
| 15 | Fundición de metales no ferrosos | 6 |
| 16 | Fabricación de ladrillos y tejas | 16 |
| 17 | Fabricación de ladrillos y tejas | 8 |
| 18 | Incineración de residuos hospitalarios | 8 |
| 19 | Vertedero ilegal de residuos sólidos | 12 |
| 20 | Vertedero ilegal de residuos sólidos | 16 |
| 21 | Vertedero residuos sólidos | 12 |
| 22 | Incineración de residuos hospitalarios | 8 |
| 23 | Fabricación de productos de cerámica no refractaria para uso no estructural | 6 |

La selección de los seis sitios del listado estuvo determinada por el puntaje y las opiniones del personal del SECPLAC de la comuna, respecto a la probabilidad de encontrar material contaminado con COPs. A su vez, se consideró la diferencia de puntajes (alto, medio y bajo o 18, 12 y 8 respectivamente), con el fin de evaluar la correlación existente en los puntajes obtenidos entre la primera y la segunda priorización. En este contexto, se descartaron algunos sitios del listado con altos puntajes (como se puede apreciar en la Tabla 6), considerando además aspectos relacionados con la dificultad en el acceso a los sitios.

4.3.2. COMUNA DE ANTOFAGASTA

En Antofagasta se identificaron 17 SPC con COPs. Para la selección de los sitios prioritarios se consideró la susceptibilidad de causar daño producto de los SPC y los antecedentes recopilados en reuniones técnicas con el Servicio de Salud de Antofagasta. La susceptibilidad de los SPC de causar daño quedó indicado en el mapa de vulnerabilidad, que considera criterios de distancia y tiempo de exposición para los receptores de interés, tales como ciudades y centros poblados, como también comunidades vegetacionales y sistemas silvoagropecuarios, por tratarse de actividades escasas en la zona. Cabe recordar que la comuna de Antofagasta posee una superficie bastante mayor a las comunas de Quilicura y Talcahuano y la mayoría de las actividades potencialmente contaminantes identificadas se ubicaron en la costa, cercanos a la ciudad de Antofagasta (Anexo 5). En la Tabla 7 se listan los 17 SPC identificados en la comuna, donde se resalta además aquellos sitios que fueron seleccionados para la inspección en terreno.

TABLA 7: LISTADO DE LOS SPC CON COPs DE ANTOFAGASTA

| ID | ACTIVIDAD | RIESGO POTENCIAL |
|-----------|--|------------------|
| 1 | Aserrado y acepilladura de madera | 10 |
| 2 | Fundición de hierro y acero | 12 |
| 3 | Fabricación de sustancias químicas básicas. | 15 |
| 4 | Fabricación de cemento, cal y yeso | 15 |
| 5 | Fundición de metales no ferrosos | 8 |
| 6 | Fundición de metales no ferrosos | 8 |
| 7 | Fundición de metales no ferrosos | 6 |
| 8 | Fundición de metales no ferrosos | 8 |
| 9 | Eliminación de desperdicios, aguas residuales y actividades similares | 10 |
| 10 | Eliminación de desperdicios, aguas residuales y actividades similares | 8 |
| 11 | Eliminación de desperdicios, aguas residuales y actividades similares | 10 |
| 12 | Eliminación de desperdicios, aguas residuales y actividades similares | 8 |
| 13 | Eliminación de desperdicios, aguas residuales y actividades similares | 8 |
| 14 | Eliminación de desperdicios, aguas residuales y actividades similares | 12 |
| 15 | Incineración de residuos hospitalarios | 16 |
| 16 | Crematorios | 8 |
| 17 | Transporte por vía férrea | 12 |

4.3.3. COMUNA DE TALCAHUANO

En Talcahuano se identificaron 18 SPC con COPs, de los cuales 9 correspondieron a actividades de aserrado y acepilladura de madera. Para la selección de los Sitios prioritarios se desarrolló el mismo procedimiento realizado en Antofagasta. De esta manera se evaluó el riesgo potencial mediante un mapa de vulnerabilidad y el peligro definido por antecedentes del Servicio de Salud. Los 5 sitios visitados del listado de SPC con COPs se encuentran resaltados en la Tabla 8.

TABLA 8: LISTADO DE LOS SPC CON COPs DE TALCAHUANO

| ID | ACTIVIDAD | RIESGO POTENCIAL |
|-----------|---|------------------|
| 1 | Aserrado y acepilladura de madera | 12 |
| 2 | Aserrado y acepilladura de madera | 10 |
| 3 | Aserrado y acepilladura de madera | 10 |
| 4 | Aserrado y acepilladura de madera | 12 |
| 5 | Aserrado y acepilladura de madera | 10 |
| 6 | Aserrado y acepilladura de madera | 10 |
| 7 | Aserrado y acepilladura de madera | 8 |
| 8 | Aserrado y acepilladura de madera | 12 |
| 9 | Aserrado y acepilladura de madera | 12 |
| 10 | Fabricación de productos de la refinación del petróleo | 10 |
| 11 | Fundición de hierro y acero | 10 |
| 12 | Fabricación de sustancias químicas básicas, excepto abonos y compuestos de nitrógeno | 10 |
| 13 | Fabricación de cemento, cal y yeso | 15 |
| 14 | Fabricación de productos de plástico | 8 |
| 15 | Eliminación de desperdicios | 18 |
| 16 | Extracción de piedra, arena y arcilla | 18 |
| 17 | Fabricación de productos de horno de coque | 12 |
| 18 | Mezclado de asfalto | 8 |

4.3.4. COMUNA DE TEMUCO

Se identificaron 10 SPC con COPs, en su mayoría actividades de aserrío de la madera (Tabla 9). Para las inspecciones se seleccionaron 4 sitios prioritarios previa reunión técnica con el Servicio de Salud.

TABLA 9: LISTADO DE LOS SPC CON COPs DE TEMUCO

| ID | ACTIVIDAD | RIESGO POTENCIAL |
|-----------|--|------------------|
| 1 | Aserrado y acepilladura de madera | 8 |
| 2 | Aserrado y acepilladura de madera | 6 |
| 3 | Aserrado y acepilladura de madera | 12 |
| 4 | Aserrado y acepilladura de madera | 12 |
| 5 | Fabricación de pasta de madera, papel y cartón | 12 |
| 6 | Eliminación de desperdicios. | 10 |
| 7 | Eliminación de desperdicios. | 12 |
| 8 | Incineración de residuos hospitalarios | 16 |
| 9 | Curtido y adobo de cueros | 8 |
| 10 | Fabricación de ladrillos | 12 |

4.4. ETAPA IV. VISITA A LOS SITIOS PRIORITARIOS

4.4.1. SITIOS QUILICURA

Sitio N° 20

Historia: El vertedero se encuentra en un recinto privado, sin el permiso del SESMA. En este sitio se han depositado residuos sólidos en forma ilegal por períodos prolongados de tiempo. Cabe señalar que por ilegal se entiende que la actividad se realiza sin ajustarse a la legislación y reglamentación vigente. Es accesible al público por distintas vías. El material de relleno es continuamente incorporado al vertedero por los camiones y autos particulares que llegan con residuos, observándose un avance con el tiempo de su superficie (Figura 8). El vertedero sólo posee un recubrimiento operacional de tierra la que es compactada por el continuo paso de los camiones.

FIGURA 8: VISTA GENERAL DEL RELLENO ILEGAL COLINDANTE AL ESTERO LAS CRUCES

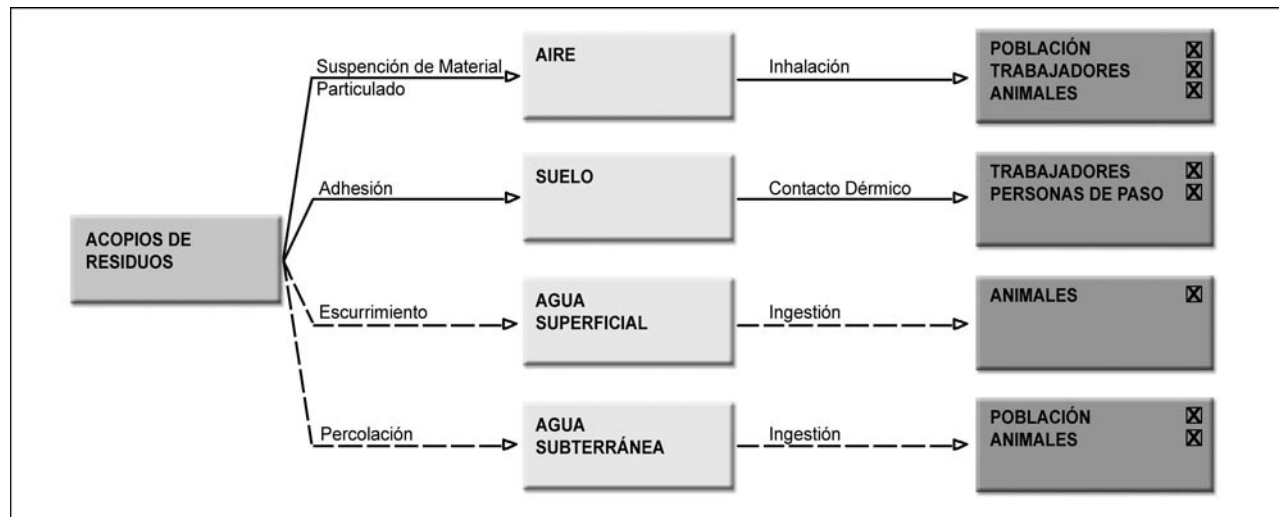


Modelo Conceptual: Para la elaboración del modelo conceptual se determinaron las relaciones existentes entre la fuente (acopio de residuos), ruta (agua, aire y suelo) y receptor (población y ganado). La Figura 9 muestra las relaciones existentes entre cada uno de estos tres componentes.

TABLA 10: DETALLE DE LAS POSIBLES RUTAS DE CONTAMINACIÓN ENCONTRADAS

| Fuente | Mecanismo de Migración | Medio de Exposición | Punto de Exposición | Vía de Exposición | Receptor | Tipo de ruta |
|---------------------|---------------------------------|---------------------|-------------------------------------|--|---------------------------------|--------------|
| Acopios de Residuos | Percolación | Agua Subterránea | Pozo | Ingestión | Población y animales | Completa |
| | ----- | Suelo Superficial | Todo el emplazamiento y alrededores | Contacto dérmico con suelo contaminado | Trabajadores y personas de paso | Potencial |
| | Suspensión material particulado | Aire | Todo el emplazamiento y alrededores | Inhalación | Población Animales | Completa |
| | Escurrimiento Superficial | Agua Superficial | Río | Contacto con agua contaminada | Niños y Animales | Potencial |

De esta forma se elaboró el modelo conceptual para la evaluación de riesgo preliminar (Figura 9).

FIGURA 9: MODELO CONCEPTUAL PARA EL CASO DE LOS VERTEDERO DE QUILICURA

Riesgo supuesto: El vertedero posee una gran diversidad de residuos de la construcción junto con otros de origen industrial, tales como tambores de solventes, restos de asfalto, borras de pintura y plásticos (Figura 10).

FIGURA 10: VISTAS DEL RELLENO CON DIFERENTES RESIDUOS

Si bien no se observaron evidencias de exposición humana a los contaminantes, la población del lugar está continuamente expuesta a un olor característico (inhalación de gases), al contacto dérmico con ciertas sustancias y a agentes patógenos producto de la contaminación microbiológica supuesta.

Sitio N° 21

Historia: El vertedero cuenta con permiso del SESMA desde hace 5 años. No obstante, se sabe que el terreno ha sido un lugar de disposición de residuos durante más de 10 años (Figura 11).

FIGURA 11: VISTA DEL ACCESO PRINCIPAL AL VERTEDERO



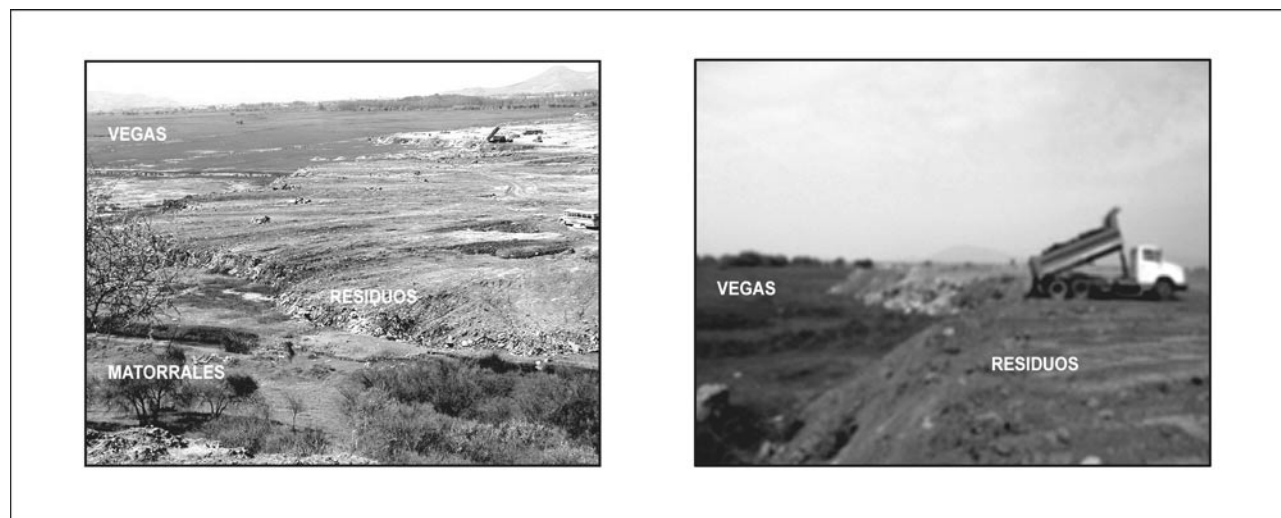
Riesgo supuesto: De los tres vertederos visitados éste es el que presenta menor sospecha de riesgo por contaminación. Sin embargo, el sitio es accesible al público y no se cuenta con información sobre los residuos enterrados a profundidad. El modelo conceptual es similar al descrito anteriormente.

Sitio N° 19

Historia: La historia del sitio es similar a lo descrito en el vertedero anterior. Sin embargo, la disposición de residuos es controlada continuamente por personal contratado para no permitir el ingreso de residuos peligrosos al vertedero. Los residuos provienen de empresas de la construcción, tales como: Asalco, Flesan y Ecaval, entre otras.

Riesgo supuesto: El vertedero posee principalmente residuos de la construcción, observándose muy pocos restos de otros residuos industriales. El sitio es accesible al público y parte de su superficie se encuentra a una cota (altura) menor que el resto de los vertederos. El vertedero limita con algunos esteros como se observa en la Figura 12. El modelo conceptual sigue el patrón de la Figura 9.

FIGURA 12: VISTAS GENERAL DEL VERTEDERO, DONDE SE PUEDE APRECIAR LA EXTENSIÓN Y ALTURA APROXIMADA



Sitio N° 16

Historia: La actividad de fabricación de ladrillos es frecuente en los alrededores de los 3 vertederos de Quilicura, evidenciando en terreno la presencia de un número considerable de ellas. La inspección en terreno del lugar surgió por el hecho de existir sospechas de quemaduras de residuos durante la noche. En la inspección del sitio se pudo recopilar información sobre los procedimientos de fabricación de ladrillos, resumiéndose como sigue:

La fabricación de ladrillos ocupa los siguientes insumos: Tierra vegetal (alto componente de arcilla), aserrín y agua. La tierra la obtienen de camiones que traen el material, el aserrín proviene del Club Hípico y el agua la extraen de pozos cercanos (Figura 13).

FIGURA 13: VISTA DEL POZO (IZQUIERDA) PARA LA EXTRACCIÓN DE AGUA EN LA FABRICACIÓN DE LADRILLOS (DERECHA)

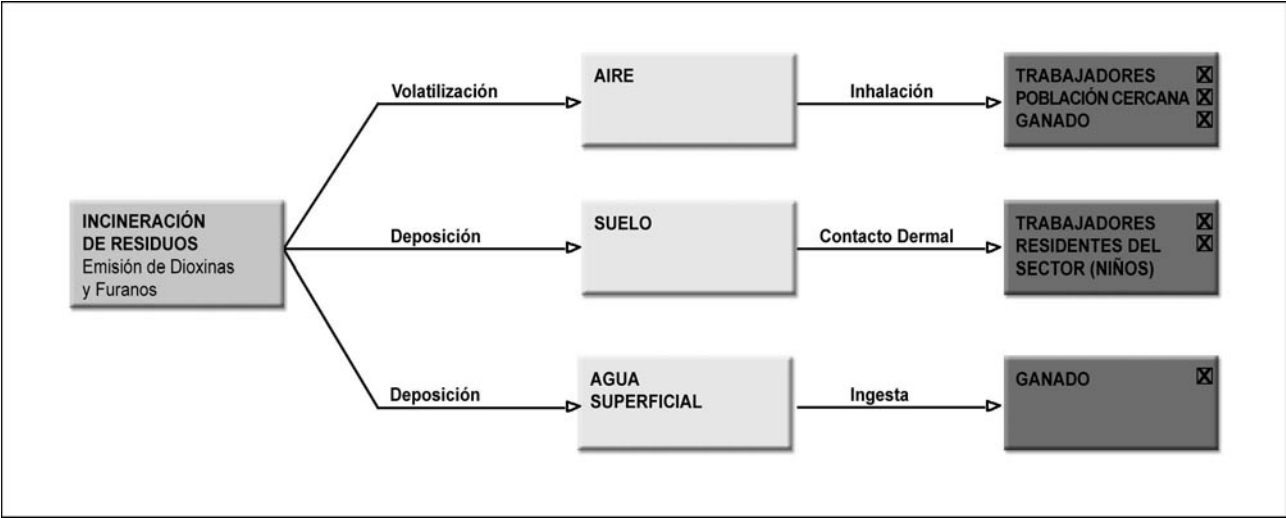


Modelo Conceptual: De la misma forma que en el caso de los vertederos se construyó un modelo conceptual para la fabricación de ladrillos atribuible a la presencia de dioxinas y furanos (Tabla 11 y Figura 14).

TABLA 11: PRINCIPALES RUTAS DE EXPOSICIÓN ASOCIADA A LA QUEMA DE RESIDUOS

| Fuente | Mecanismo de Migración | Medio de Exposición | Punto de Exposición | Vía de Exposición | Receptor | Tipo de ruta |
|-------------------|-----------------------------|---------------------|---|--|-------------------------------|--------------|
| Quema de Residuos | Volatilización y Dispersión | Aire | Quema de residuos (COVs) | Inhalación | Empleados y personas de paso. | Completa |
| | Deposición | Agua superficial | Estero las Cruces | Ingesta de agua contaminada | Ganado | Completa |
| | Deposición | Suelo | Todo el emplazamiento y sus alrededores | Contacto dérmico con suelo contaminado | Empleados y personas de paso. | Potencial |

FIGURA 14: MODELO CONCEPTUAL ATRIBUIBLE A LA INCINERACIÓN DE RESIDUOS



Riesgo supuesto: Se evidenciaron derrames de tanques de hidrocarburos (Figura 15) y emisiones producto de la quema de residuos y del proceso de cocimiento de los ladrillos . Esto implica una sospecha de emisión de dioxinas y furanos por el tipo de residuos que se queman en el lugar, tales como neumáticos o partes de estos, despuntes de la madera y restos orgánicos.

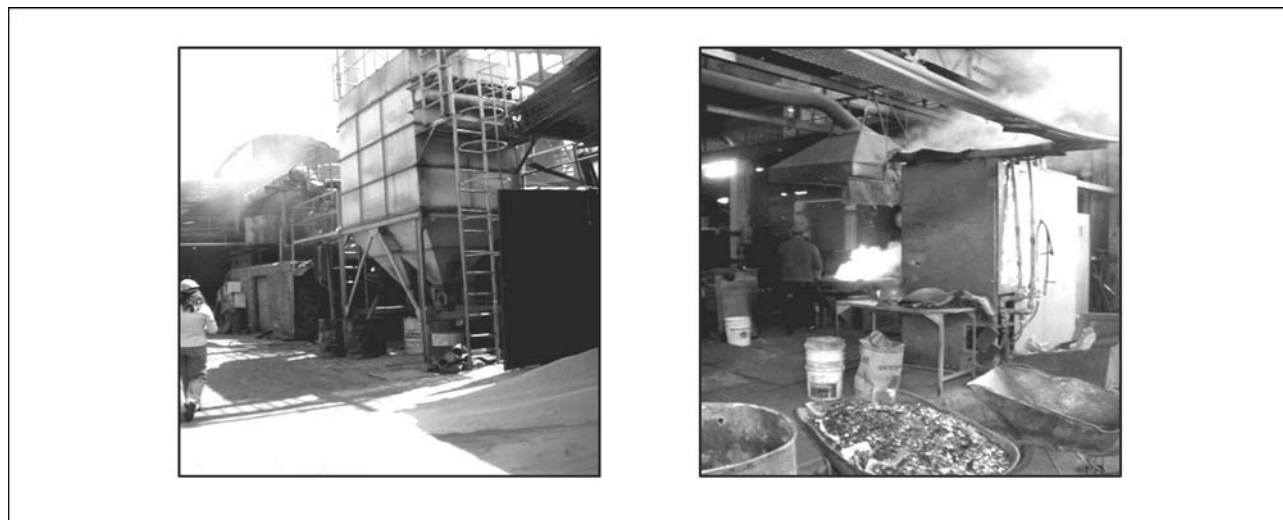
FIGURA 15: EVIDENCIAS DE CONTAMINACIÓN OBSERVADAS EN LA LADRILLERA. DERRAMES DE HIDROCARBUROS (IZQUIERDA) Y COMBUSTIÓN DE RESIDUOS (DERECHA)



Sitio N° 8

Historia: La actividad data del año 87, siendo ésta la primera fundición instalada en la comuna. Producen 29.000 Kg/día de piezas de acero y requieren de 34.000 Kg de chatarra y 4200 kilos de carbón para poder fundir. La fundición cuenta con dos tipos de hornos: el cubilote, que consiste en un proceso abierto y el eléctrico, el cual opera a una temperatura entre 1350 °C a 1400 °C. Para la retención del material particulado (PM10) utilizan un sistema de filtro de mangas. De las mangas salen entre 1500 a 2000 kg de polvo por fundido, es decir, se llenan 4 tambores de polvo fino a la semana. El agua de pozo es utilizada para procesos de enfriamiento y lavado.

FIGURA 16: FILTRO DE MANGA (IZQUIERDA) Y HORNO ELÉCTRICO EN PLENO FUNCIONAMIENTO (DERECHA)



Riesgo Supuesto: El riesgo principal está constituido por la exposición de los trabajadores a las dioxinas y furanos, vía inhalación de las emisiones del horno y del material particulado proveniente del filtro de mangas, el cual se deposita en tambores abiertos.

Sitio N° 18

Historia: La actividad de incineración de residuos hospitalarios y fármacos se desarrolla hace más de 10 años en el sitio. La función del autoclavado es esterilizar los desechos hospitalarios antes de su disposición final. La autoclave tiene la capacidad de 1 m³ y trabaja bajo presión y temperatura. Por otro lado, el incinerador se calienta entre 5 a 6 horas y opera dos a tres semanas al mes durante las 24 horas (1 semana de enfriamiento y limpiado). La incineración de los residuos sólidos se realiza en la cámara primaria, con temperaturas entre los 800 a 1000° C para asegurar una total oxidación; en la cámara secundaria se incineran los gases orgánicos con temperaturas entre los 1000° y 1200° C. La carga incinerada es de 300 Kg/hora. Utilizan un enfriador de gases (a 180° C) para que no exista la posibilidad de regeneración de dioxinas y furanos. Los residuos principales son las cenizas, polvos del filtro y los desechos inertes que salen de la autoclave (Figura 17).

FIGURA 17: MATERIAL RESIDUAL Y AUTOCLAVES AL FONDO (IZQUIERDA) Y EL HORNO PRINCIPAL (DERECHA)



Riesgo Supuesto: El sitio no reviste sospechas de contaminación, dadas las condiciones en las que opera el incinerador y el adecuado manejo de los residuos.

4.4.2. SITIOS TALCAHUANO

Sitio N° 15

Historia: El sitio corresponde a un ex vertedero de residuos domiciliarios que se encuentra inactivo desde el año 2002. Posee un sector donde se han depositado aceites lubricantes, aguas de sentina y borras asfálticas durante más de 10 años¹⁵, lo que induce a sospechar la presencia de PCBs en el lugar (Figura 18).

El suelo no cuenta con ningún recubrimiento inferior, constituyendo un riesgo a las aguas subterráneas que se encuentran a 1,5 metros de profundidad, según inspección visual de las norias cercanas. Por otro lado, el agua subterránea es utilizada para el riego de los cultivos aledaños y la población es abastecida con agua potable una vez por semana por un camión aljibe, alcanzándose un consumo de aproximadamente 500 Lt/Familia.

FIGURA 18: FUENTE DE CONTAMINACIÓN (IZQUIERDA) Y RECEPTORES CERCANOS (DERECHA)

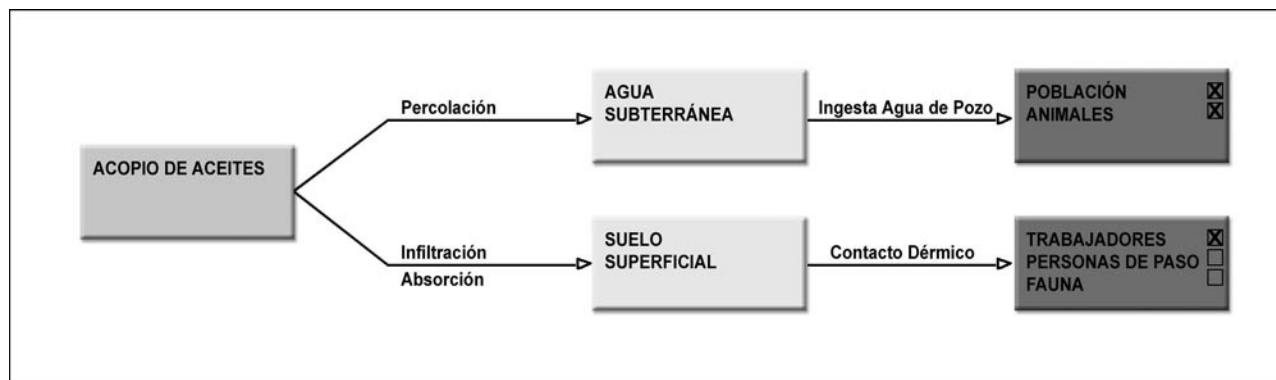


Modelo Conceptual: Se evidenció la existencia de una ruta completa de exposición a la población ubicada a 60 metros del acopio de aceites. Dicha afirmación surge luego que se constatará la existencia de rutas de los contaminantes (napas freáticas a poca profundidad) y puntos de exposición determinados, como lo son el pozo y los cultivos. Los receptores potencialmente afectados son aproximadamente 15 viviendas. El detalle del modelo conceptual se presenta a continuación (Tabla 12 y Figura 19):

¹⁵ Comunicación personal con Sr. Rossano Galgani. Servicio de Salud de Talcahuano. Programa de residuos peligrosos.

TABLA 12: RUTAS DE EXPOSICIÓN ASOCIADA AL ACOPIO DE ACEITES EN EL SUELO

| Fuente | Mecanismo de Migración | Medio de Exposición | Punto de Exposición | Vía de Exposición | Receptor | Tipo de ruta |
|--------------------|------------------------|---------------------|---------------------|--|--|--------------|
| Acopios de Aceites | Percolación | Agua Subterránea | Pozo | Ingestión | Población y animales. | Completa |
| | Infiltración/adsorción | Suelo superficial | Sector del acopio | Contacto dérmico con aceites y suelo contaminado | Trabajadores, personas de paso y fauna del sector. | Potencial |

FIGURA 19: MODELO CONCEPTUAL VERTEDERO CON ACOPIO DE ACEITES

Riesgo Supuesto: El riesgo principal lo constituyen los aceites acopiados en el suelo superficial, ya que estos pueden migrar a las aguas subterráneas y entrar a la cadena alimenticia, vía ingesta de alimentos por los cultivos regados con agua contaminada¹⁶.

¹⁶ Comunicación personal con los pobladores del lugar.

Sitio N° 16

Historia: La actividad consiste en el secado de arena para uso industrial y de construcción. La actividad se encuentra activa por más de seis años y se desarrolla durante 15 horas diarias (desde las 7:00 am hasta las 22:00 hrs).

Para la combustión se queman alrededor de 500 Lt de una mezcla constituida de petróleo (25 %) y aceites usados (75 %). Actualmente, los principales proveedores de estos aceites son: Asmar, talleres de automóviles y algunas pesqueras. En el sitio se secan aproximadamente 50 ton/día de arena (Figura 20).

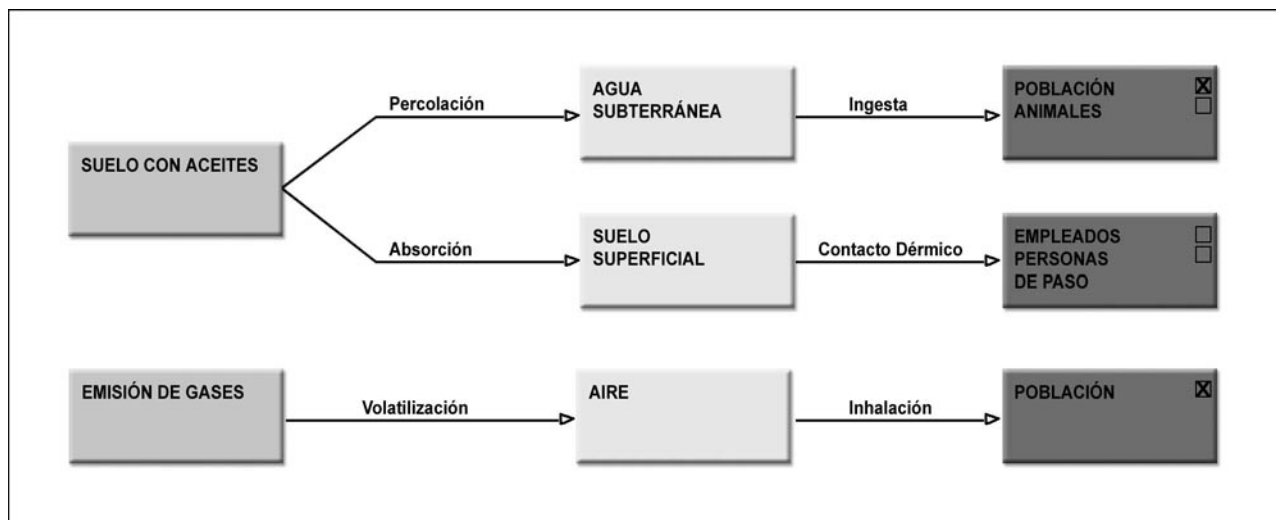
FIGURA 20: ACOPIO DE TAMBORES CON ACEITES (IZQUIERDA) Y UN POZO PARA LA EXTRACCIÓN DE AGUA DE BEBIDA A 100 M DE DISTANCIA (DERECHA)



Modelo Conceptual: Se identificaron tres rutas de exposición, de las cuales sólo una es completa, ya que los contaminantes pueden ingresar a los pobladores vía ingesta de agua de pozo potencialmente contaminada con PCBs. Además, en este sitio existen tres medios posibles de exposición a los COPs: Agua Subterránea, Suelo y Aire (Tabla 13 y Figura 21).

TABLA 13: RUTAS DE EXPOSICIÓN ASOCIADA AL ACOPIO DE ACEITES EN EL SUELO

| Fuente | Mecanismo de Migración | Medio de Exposición | Punto de Exposición | Vía de Exposición | Receptor | Tipo de ruta |
|--------------------------------|------------------------|---------------------|-----------------------|--|--|--------------|
| Derrame de aceites en el suelo | Percolación | Agua Subterránea | Pozo | Ingestión | Población y animales | Completa |
| | ----- | Suelo superficial | Todo el emplazamiento | Contacto dérmico con suelo contaminado | Trabajadores y personas de paso. | Potencial |
| Emisión de gases de combustión | Volatilización | Aire | Sector las Américas | Inhalación | Población en dirección del viento predominante | Completa |

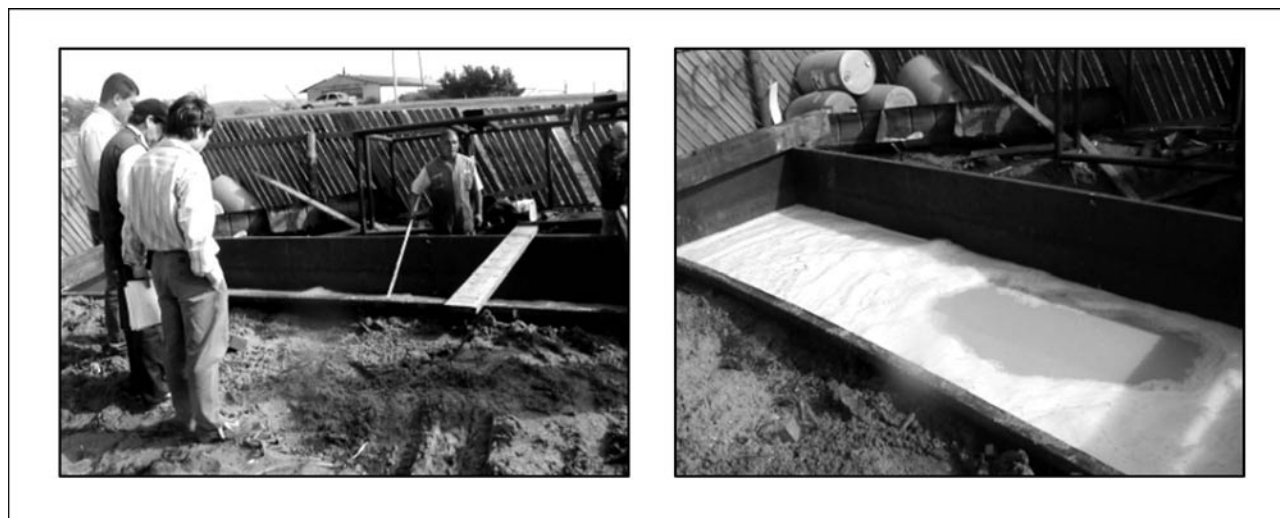
FIGURA 21: MODELO CONCEPTUAL DEL SITIO

Riesgo Supuesto: Dado que no existe ningún control sobre el tipo de aceite que ingresa a la actividad, existe el supuesto de que en el suelo y subsuelo existen PCBs en concentraciones susceptibles de constituir un riesgo. La sospecha surge por dos hechos: primero, el PCBs fue usado en antaño para la formulación de lubricantes y aceites, insumos que actualmente son utilizados como combustible en la arenera y, segundo, históricamente se han producido derrames de aceites en el suelo durante varios años en el lugar, tomando en consideración de que la vida media de los PCBs en el suelo es de 6 años. Por otro lado, existen evidencias de exposición de la población a los contaminantes, vía ingesta de agua de pozo y vía inhalación de los gases de la combustión por los mismos operarios que trabajan en el establecimiento. Cabe señalar que la combustión de los aceites en la caldera supone una importante emisión de dioxinas y furanos a la atmósfera.

Sitio N° 8

Historia: El aserradero lleva 4 años de operación, sin embargo, anteriormente existió un botadero ilegal en el mismo lugar¹⁷. El aserradero realiza impregnación con sales de cobre y baño antimancha. Aunque actualmente no se utiliza pentaclorofenol (PCP) en el proceso del baño de la madera, está la probabilidad de que el suelo contenga dioxinas y furanos, principalmente por el hecho de que el PCP fue utilizado en antaño, no existiendo un control adecuado de las borras impregnadas que se generan, como se puede apreciar en la Figura 22.

FIGURA 22: ASERRINES DEPOSITADOS EN EL SUELO PROVENIENTES DEL BAÑO ANTIMANCHCHA



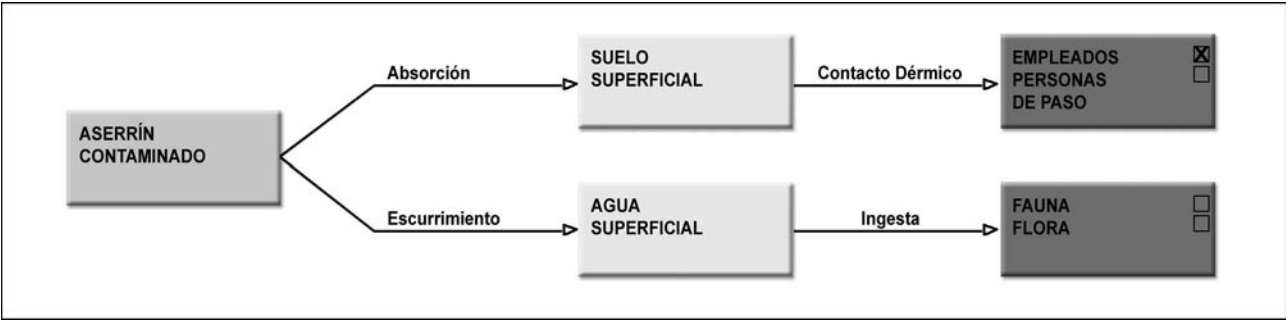
¹⁷ Comunicación personal. Sr. Alejandro Gonzalez. Administrador aserradero. Octubre 2003.

Modelo Conceptual: El modelo conceptual fue elaborado a partir de la información recopilada durante la inspección en terreno (Tabla 14 y Figura 23).

TABLA 14: RUTAS DE EXPOSICIÓN ASOCIADA AL ASERRÍN POTENCIALMENTE CONTAMINADO

| Fuente | Mecanismo de Migración | Medio de Exposición | Punto de Exposición | Vía de Exposición | Receptor | Tipo de ruta |
|-------------------|---------------------------|---------------------|----------------------------|--|------------------------------|--------------|
| Borras de aserrín | Adsorción | Suelo superficial | Sector del baño antimancha | Contacto dérmico con suelo contaminado | Empleado y personas de paso. | Completa |
| | Escurrimiento superficial | Agua superficial | Humedales cercanos | Ingestión | Fauna | Potencial |

FIGURA 23: MODELO CONCEPTUAL DEL ASERRADERO



Riesgo Supuesto: El principal riesgo lo constituye el mal manejo de las sustancias químicas utilizadas por los mismos operarios, lo que puede significar efectos nocivos a la salud humana al existir un contacto dérmico con estas sustancias, por ejemplo el cloracné. Además, el suelo aledaño al baño antimancha puede presentar dioxinas y furanos, los cuales ha persistido durante años en las primeras capas del suelo (10-20 cm).

Sitio N° 12

Historia: La empresa se encuentra activa desde 1970. En ella se produce cloro y soda cáustica mediante electrólisis. Debido al alto consumo de electricidad, la industria cuenta con transformadores de los cuales uno contiene dieléctricos con PCBs (Figura 24). Durante el año 90 se cambió la tecnología de celda de mercurio por la de membranas, para evitar contenidos de mercurio en los RILES que antiguamente se generaban. Desde 1982 que ya no poseen efluentes con mercurio. Se construyó un Landfill para aislar e inmovilizar el mercurio residual (Figura 24). La empresa está certificada ISO 9001:2000 e ISO 14001:1996.

FIGURA 24: TRANSFORMADORES CON PCBs (IZQUIERDA) Y LANDFILL (DERECHA)



Modelo Conceptual: No se encontraron rutas completas de contaminación para los COPs en el sitio, ya que los PCBs se encuentran debidamente almacenados, sellados y aislados del acceso al público, por tanto no constituyen un riesgo actual a la población y el medio ambiente. No obstante, constituyen un riesgo potencial frente a un eventual derrame, por lo que se recomienda realizar un Plan de Acción para la eliminación de los PCBs a corto plazo.

Riesgo Supuesto: A la luz de la información recopilada en terreno, el sitio no presenta evidencias de contaminación y no constituye un riesgo actual a la población o al medio ambiente.

Sitio N° 13

Historia: Esta industria se encuentra activa desde el año 1958. Anterior a esa fecha no existieron fuentes potenciales de contaminación. El sitio posee un horno rotatorio para la producción de clinker (750 ton/día) a partir de caliza, escoria, arenisca y correctores. El horno alcanza temperaturas de 850 a 1200° C y utiliza carbón coke como combustible, lo que implica una baja probabilidad de emisión de dioxinas y furanos en concentraciones que constituyan un riesgo (Figura 25). Además, la temperatura que existe en la entrada del equipo de control de emisiones después del enfriamiento de los gases es menor a los 200° C.

FIGURA 25: INSPECCIÓN EN TERRENO (IZQUIERDA) Y VISTA DEL HORNO DE CLINKER (DERECHA)



Modelo Conceptual: Respecto a los posibles receptores potencialmente en riesgo, no se encontraron evidencias de exposición a los COPs, por tanto el sitio no representa un riesgo para los trabajadores que operan en el lugar. Además, no existen centros poblados cercanos a ésta actividad (radio de 1,5 Km).

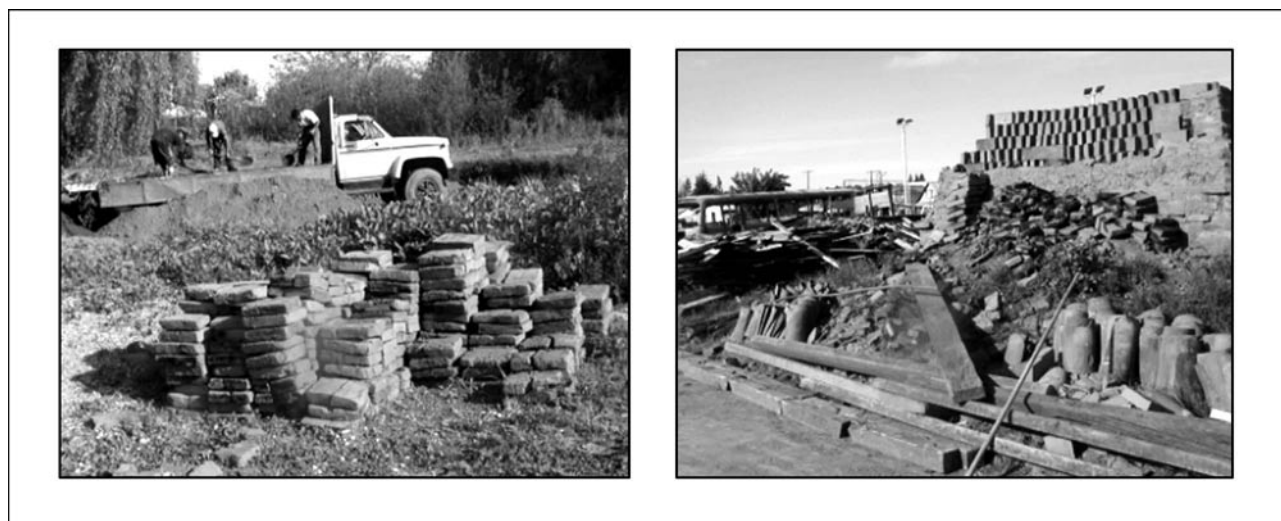
Riesgo Supuesto: No se observaron evidencias de contaminación con COPs en el sitio. Para el caso de las dioxinas y furanos, dadas las condiciones en que opera el horno y las temperaturas de incineración, las emisiones de dioxinas y furanos a la atmósfera no debiera constituir un riesgo para la salud humana y el medio ambiente. En este aspecto, es importante señalar que el horno no utiliza residuos clorados como combustibles para la coincineración.

Cabe señalar que además de los 5 sitios ya descritos en la comuna de Talcahuano existen tres hospitales con incineradoras para los residuos (Torres, 1997).

4.4.3. SITIOS TEMUCO

Historia: La actividad consiste en la fabricación de ladrillos, activa desde 1960. Anterior a esa fecha no se reportó la existencia de ninguna otra actividad potencialmente contaminante. Se ubica en una zona residencial de Chol-chol. Siempre han utilizado leña como combustible para el cocimiento de los ladrillos y esta actividad es la única en su sector (Figura 26).

FIGURA 26: LADRILLOS EN EL SUELO (IZQUIERDA) UNA VEZ TERMINADO EL PROCESO DE COCIMIENTO (DERECHA)

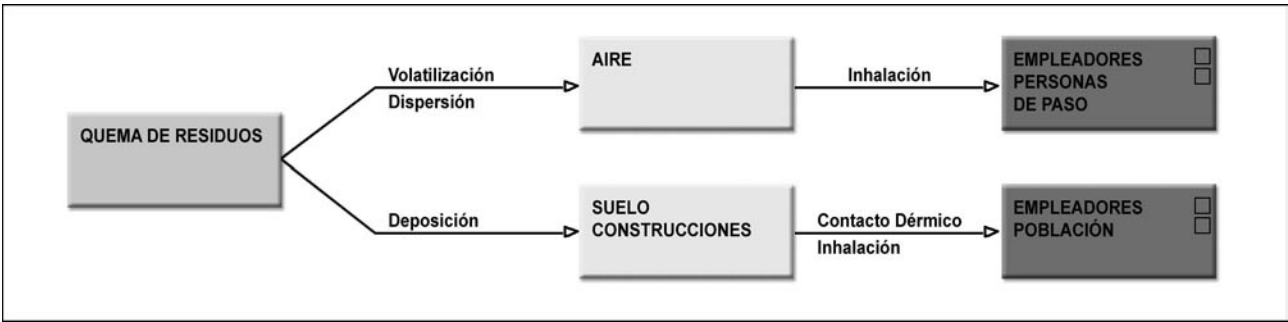


Modelo Conceptual: No se encontraron rutas completas de exposición, principalmente debido a las condiciones climáticas del lugar (viento, altas precipitaciones) que influyen en la deposición y migración de los COPs (Tabla 15 y Figura 27).

TABLA 15: RUTAS DE EXPOSICIÓN ASOCIADA A LA QUEMA DE BIOMASA

| Fuente | Mecanismo de Migración | Medio de Exposición | Punto de Exposición | Vía de Exposición | Receptor | Tipo de ruta |
|-------------------|-----------------------------|---------------------|---|--|----------------------------------|--------------|
| Quema de residuos | Volatilización y Dispersión | Aire | Quema de residuos (COVs) | Inhalación | Trabajadores y personas de paso. | Potencial |
| | Deposición | Suelo | Todo el emplazamiento y sus alrededores | Contacto dérmico con suelo contaminado | Trabajadores y personas de paso. | Potencial |

FIGURA 27: MODELO CONCEPTUAL FABRICACIÓN DE LADRILLOS

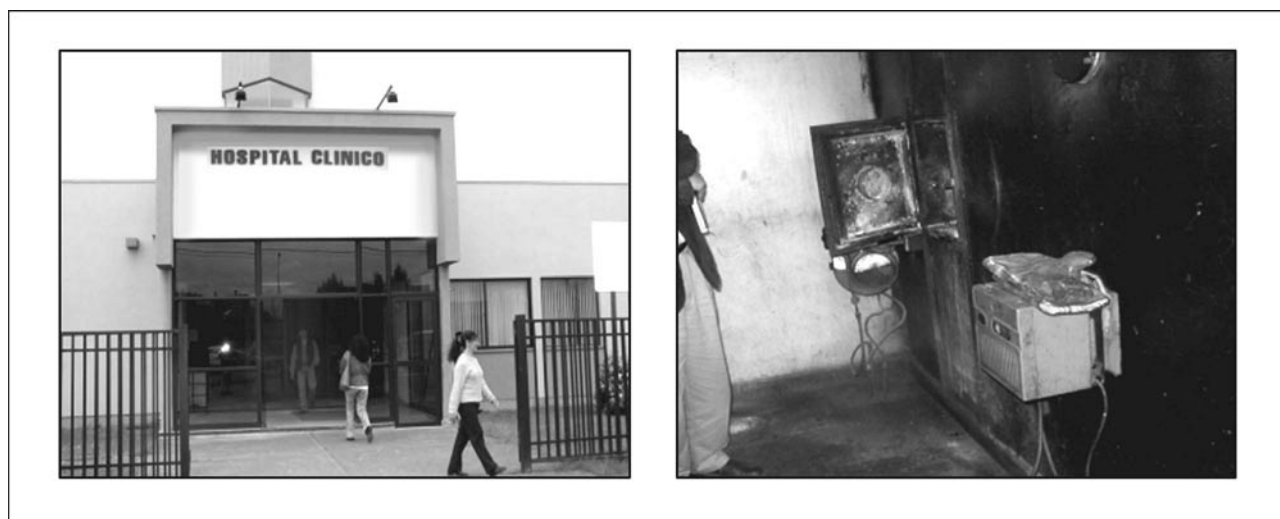


Riesgo Supuesto: Aunque se estima que existen emisiones de dioxinas y furanos al ambiente, producto de la quema de madera a temperaturas no superiores a los 600° C, se sospecha un riesgo a la salud de las personas muy inferior al riesgo presentado en otras ladrilleras (ver caso Quilicura) debido a que las quemas son muy poco frecuentes y el volumen de madera que se utiliza es prácticamente insignificante.

Sitio N° 8

Historia: El Hospital cuenta con una caldera para la incineración de residuos médicos. La caldera está activa desde el año 1995. Allí se incineran residuos biológicos y papeles, como también materiales cortopunzantes en forma separada. Las cargas son 3 bolsas diarias de aproximadamente 15 Kg. cada una. Usan petróleo como combustible. Las dimensiones de la caldera son de 2 m² de superficie y 2 m de altura. Opera todos los días en la noche durante dos horas (Figura 28).

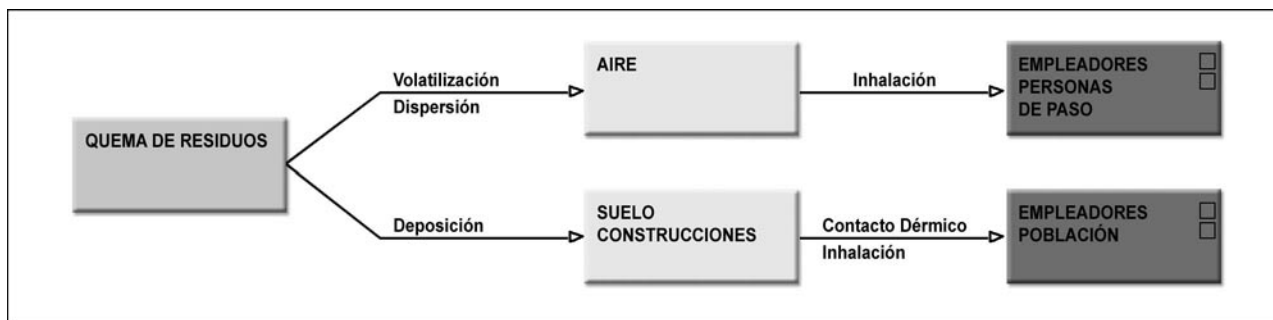
FIGURA 28: VISTA ENTRADA DEL HOSPITAL (IZQUIERDA) Y DEL INCINERADOR (DERECHA)



Modelo Conceptual: Se identificó una ruta completa de exposición luego de evidenciar las condiciones en las que opera la caldera, la cual se efectúa en un sitio con poca ventilación y donde existe la posibilidad de fugas de gases al interior (Tabla 16 y Figura 29).

TABLA 16: RUTAS DE EXPOSICIÓN ASOCIADA A LA QUEMA DE RESIDUOS HOSPITALARIOS

| Fuente | Mecanismo de Migración | Medio de Exposición | Punto de Exposición | Vía de Exposición | Receptor | Tipo de ruta |
|------------------|-----------------------------|---------------------|---|--------------------------------------|------------------------------------|--------------|
| Quema de residuo | Volatilización y Dispersión | Aire | Quema de residuos | Inhalación | Empleados y personas de paso. | Completa |
| | Deposición | Suelo | Todo el emplazamiento y sus alrededores | Contacto dérmico con cenizas y polvo | Población en dirección del viento. | Potencial |

FIGURA 29: MODELO CONCEPTUAL HOSPITAL

Riesgo Supuesto: El riesgo lo constituye las condiciones de incineración (temperaturas no superiores a 600 °C) y las condiciones ambientales del sector, debido a las bajas temperaturas y la existencia de una capa de inversión térmica a 20 mt de la superficie en invierno.

Sitio N° 3

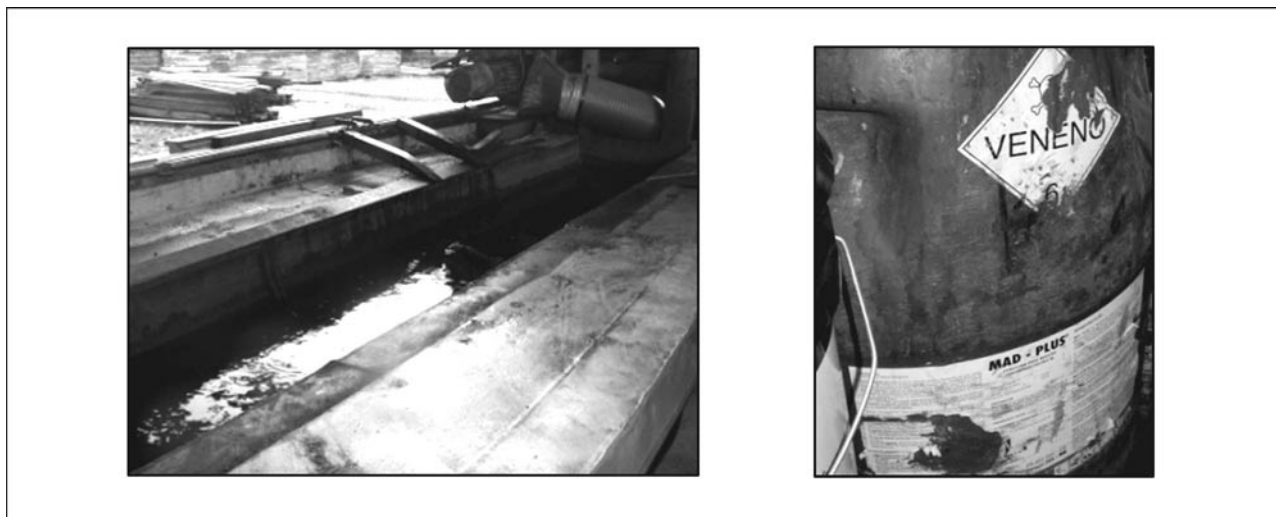
Historia: El sitio lleva 24 años operando como actividad industrial de aserradero. El 70 % de la madera que se procesa es para exportación. Actualmente realizan baño antimancha con Tribromofenol (Fenoles Bromados) en una concentración entre 11 - 12%, cuyo nombre comercial es “Mad Plus”. Se informó sobre la utilización del pentaclorofenol hace 10 años atrás, lo que implica una posible presencia de dioxinas y furanos en el suelo aledaño al baño antimancha. Se utiliza 12 m³ del aserrín como combustible de calderas que diariamente se genera en el sitio. Trabajan en el lugar 150 personas, cuyo entorno es urbano.

Modelo Conceptual: La principal ruta de exposición a la población es el contacto dérmico con suelo potencialmente contaminado con dioxinas y furanos (Tabla 17). No obstante, no se debe descartar la emisión a la atmósfera, producto de la quema de aserrín y biomasa. Esto último, toma mayor importancia cuando utilizan aserrín proveniente del baño antimancha como combustible de calderas o como “mejorador” del suelo.

TABLA 17: RUTAS DE EXPOSICIÓN ASOCIADA AL ASERRÍN CON PRESERVANTE DE LA MADERA

| Fuente | Mecanismo de Migración | Medio de Exposición | Punto de Exposición | Vía de Exposición | Receptor | Tipo de ruta |
|---|------------------------|---------------------|------------------------------|--|----------------------------------|--------------|
| Aserrines provenientes del baño antimancha. | adsorción | Suelo superficial | Sector del baño antimancha | Contacto dérmico con suelo contaminado | Trabajadores y personas de paso. | Potencial |
| Quema de aserrín | volatilización | Aire | Aserradero, dirección viento | Inhalación y personas de paso. | Trabajadores | Potencial |

FIGURA 30: VISTA DEL BAÑO ANTIMANCHA (IZQUIERDA) Y DEL PRODUCTO QUÍMICO DENOMINADO “MAD PLUS” QUE ACTUALMENTE UTILIZAN PARA IMPREGNAR LA MADERA



Riesgo Supuesto: Como regla general se puede decir que en los aserraderos con baño antimancha el principal riesgo es el contacto dérmico, ingesta o inhalación de las dioxinas y furanos por los trabajadores. Además se debe considerar la generación de dioxinas y furanos a la atmósfera producto de las quemas de aserrín como combustible de calderas.

Sitio N° 7

Historia: El vertedero se encuentra activo desde hace 11 años. Principalmente recibe residuos domiciliarios y en menor cantidad restos de chatarra. Posee una superficie de 30 has, de las cuales 14 están ocupadas. No es accesible al público. El entorno es rural y existe un área pecuaria a pocos metros (Figura 31). Se reciben 6500 ton/mensual cuyo precio comercial es de \$ 870/ton.

FIGURA 31: VISTA GENERAL DEL VERTEDERO Y DE SU ENTORNO



Riesgo Supuesto: En teoría, la historia del lugar indica que el sitio no ha recibido materiales contaminados con COPs en antaño. Además, no se encontró ninguna evidencia de contaminación durante la inspección en terreno. Cabe señalar que el suelo posee una baja permeabilidad, debido a que el subsuelo está constituido por depósitos lacustrinos y la textura superficial es arcillosa a gradosa.

4.4.4. SITIOS ANTOFAGASTA

Sitio N° 9

Historia: Es de propiedad municipal, posee una superficie de 94 hectáreas. Se inició en el año 1970 y el año de cierre es el 2007. Ingresan 18.280 ton de basura domiciliaria al mes. En el sector viven aproximadamente 500 habitantes (Figura 32). Existe recubrimiento superficial de los residuos, pero no cuenta con medidas de impermeabilización inferior y control de drenajes. Además, no cuenta con Resolución de Calificación Ambiental y autorización del Servicio de Salud de Antofagasta.

FIGURA 32: SECTOR DEL VERTEDERO DONDE SE RECOGEN DESECHOS POR HABITANTES QUE VIVEN EN LAS CERCANÍAS



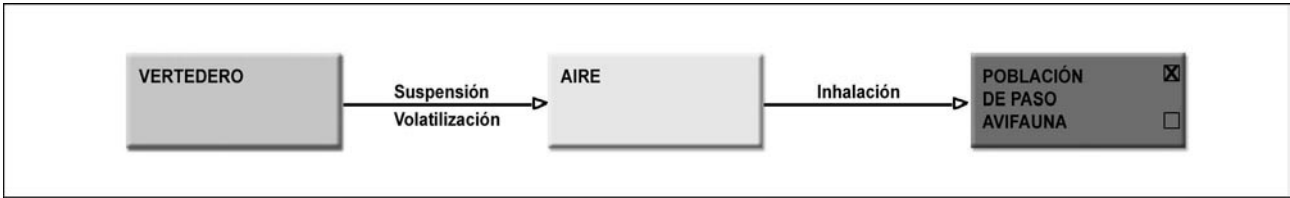
Riesgo supuesto: No se puede afirmar nada definitivo en cuanto al riesgo asociado al sitio sobre la presencia de COPs, principalmente por el tipo de residuo depositado. No obstante, las condiciones precarias en las que viven los habitantes del sector puede favorecer la desnutrición y por ende, aumentar la susceptibilidad de sufrir daño en dosis menores de exposición.

Modelo Conceptual: se logró identificar un ruta de exposición vía inhalación de material particulado y compuestos volátiles y/o semivolátiles.

TABLA 18: RUTA DE EXPOSICIÓN IDENTIFICADA EN EL VERTEDERO

| Fuente | Mecanismo de Migración | Medio de Exposición | Punto de Exposición | Vía de Exposición | Receptor | Tipo de ruta |
|-----------------------|--|---------------------|-----------------------|-------------------|----------------------------|--------------|
| Vertedero de residuos | Suspensión material particulado y emisión de gases | Aire | Todo el emplazamiento | Inhalación | Población de paso Animales | Completa |

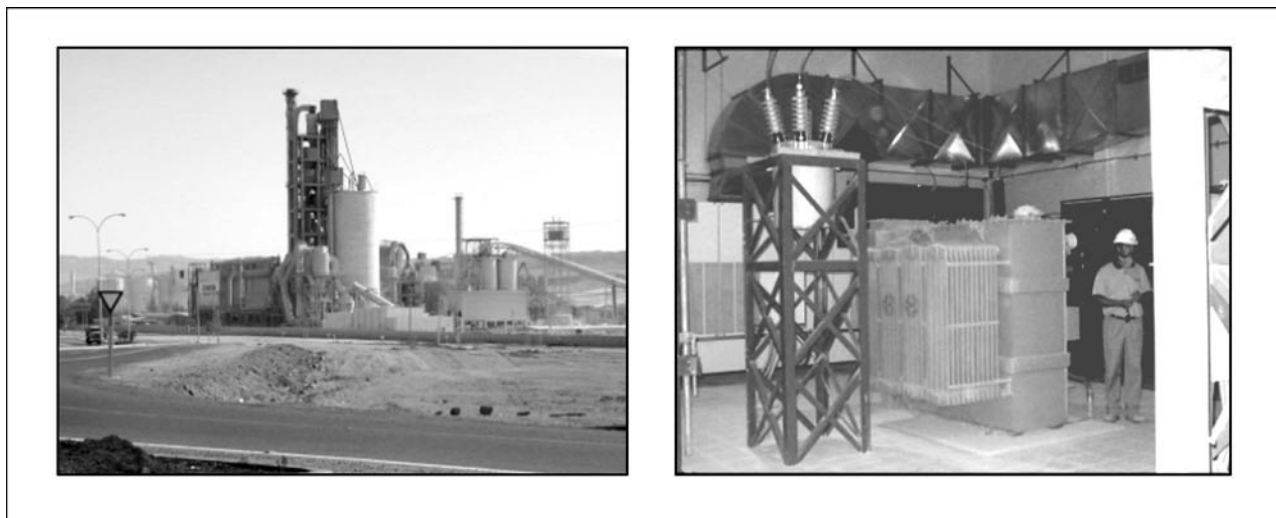
FIGURA 33: MODELO CONCEPTUAL ASOCIADA A LA RUTA DE EXPOSICIÓN IDENTIFICADA



Sitio N° 4

Historia: La actividad consiste en la fabricación de cemento y cal, activa desde 1975. Se encuentra ubicada en una zona Industrial de baja densidad poblacional, lejos de terrenos agrícolas y centros poblados. Actualmente operan mas de 50 empleados en el sitio. Poseen Sub-estaciones y salas eléctricas con una potencia instalada de 21.250 KVA. En dichas instalaciones existen algunos transformadores, condensadores y reguladores de voltaje con contenido dieléctrico, que consiste en papel impregnado en Askarel (PCBs). Cabe señalar que en el sitio no existen equipos en situación de almacenamiento (Figura 34).

FIGURA 34: VISTA GENERAL (IZQUIERDA) Y TRANSFORMADORES CON PCBs EN SU INTERIOR



Riesgo supuesto: Las probabilidades de exposición aguda o crónica a los COPs en el sitio son muy bajas, principalmente por las condiciones en las cuales opera el horno de clinker (temperatura superior a 1100 °C) las altas temperaturas ambientales existentes en la zona y la disposición adecuada de los PCBs en los transformadores y condensadores en uso, no existiendo equipos en situación de almacenamiento. No obstante, se debe señalar que aún no existe un Plan de acción para eliminar los PCBs presentes en el sitio y además, existe una baja probabilidad de riesgo considerando la posible regeneración de las dioxinas y furanos al enfriarse los gases de salida del horno de clinker.

Sitio N° 17

Historia: Si bien la actividad de transporte por vía férrea no corresponde a una actividad con potencial presencia de COPs, constituye un SPC dado que en ella se encuentran transformadores y condensadores con dieléctricos potencialmente contaminados con PCBs de antaño. El sitio se encuentra en zona urbana (Figura 35).

FIGURA 35: SITIO CON TRANSFORMADORES Y CONDENSADORES CON SUSTANCIAS DIELECTRICAS



Riesgo supuesto: En este caso se sostuvo una reunión con ejecutivos de la empresa y luego con los responsables de la operación y mantenimiento del sistema eléctrico, en donde se indicó que a todos los transformadores se les había reemplazado los aceites con PCBs. El destino de los aceites usados es desconocido. No obstante, no se debe descartar la posibilidad de existir PCBs en el suelo producto de algunos derrames del compuesto en el pasado.

Sitio N° 15

Historia: El hospital cuenta con una caldera que opera desde 1964. Se ubica en entorno urbano. La operación de incineración es realizada por un empleado, el cual incinera los residuos durante dos horas diarias.

Riesgo supuesto: El riesgo por exposición a los gases y cenizas de combustión por el operario de la caldera son muy altas, dadas las malas condiciones en que se encuentra y las fugas de gases que existen (se observan cenizas en las paredes de la habitación). No se puede evaluar el riesgo a la población circundante, sin embargo, una estimación puede realizarse mediante la modelación de la pluma contaminante.

FIGURA 36: CALDERA QUE SE UTILIZA EN EL HOSPITAL PARA LA INCINERACIÓN DE RESIDUOS MÉDICOS

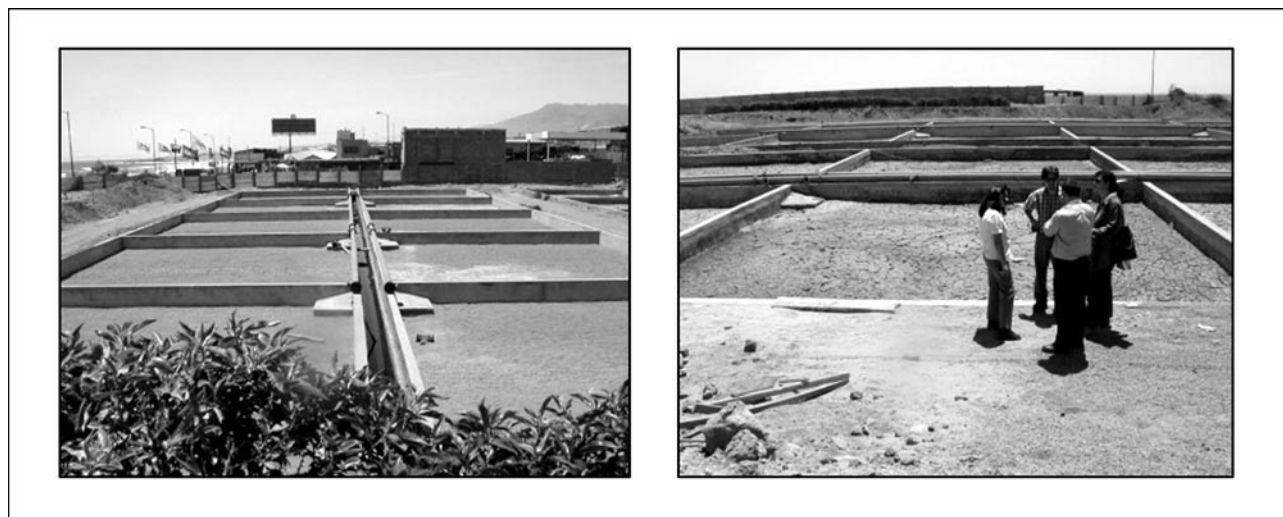


Sitio N° 14

Historia: La actividad corresponde a una Planta de Tratamiento de aguas servidas. Se entrevistó al Jefe de producción y se nos informó sobre la disposición de los lodos potencialmente contaminados (Figura 37). Estos lodos se encuentran dispuestos en asfalto, lo que minimiza el riesgo de transporte, por ejemplo la dispersión por aire (las condiciones climáticas determinan que los lodos pierdan el contenido de agua en poco tiempo).

Riesgo supuesto: El sitio no reviste riesgo debido a que los lodos se encuentran dispuestos en forma adecuada. Se recomienda hacer muestreos futuros sobre la concentración de dioxinas y furanos que podría contener dichos lodos.

FIGURA 37: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS DONDE SE PUEDE APRECIAR LA DISPOSICIÓN DE LODOS



4.5. ETAPA V. SEGUNDA PRIORIZACIÓN

La segunda priorización (para determinar sitios a muestrear) se realizó sobre los sitios evaluados en terreno, según los resultados obtenidos en la auditoría. Para ello, se seleccionaron los sitios con sospecha de estar contaminado con COPs considerando al menos uno de los siguientes criterios:

1. Presencia de rutas completas de exposición.
2. Alto riesgo preliminar, es decir puntaje igual o superior a los 75 puntos
3. Existencia de evidencias, ya sea cualitativas o cuantitativas, sobre contaminación.

La presencia de rutas completas de exposición se determina luego de elaborar un modelo conceptual del sitio. Una representación gráfica de la información conocida del sitio facilita la identificación de las rutas completas de exposición, proporcionando una plantilla de fácil uso como herramienta de comunicación entre el sitio a discutir y el público en general. De la misma manera, el modelo conceptual permite evaluar la existencia de rutas de exposición completas con el objeto de identificar aquellos contaminantes de interés potencial para los cuales los mecanismos de transporte y distribución indican que es probable que se desplacen desde una fuente (un medio ambiental) hasta uno o más receptores.

Para que una ruta de exposición se considere completa, la evaluación debe identificar al menos:

- Un mecanismo de transporte conocido, o probable, a través del cual el contaminante se desplace hasta una ubicación (o medio) donde un receptor pueda estar expuesto y,
- Una vía de exposición mediante la cual el contaminante pueda ingresar al receptor.

TABLA 19: LISTADO DE LOS SITIOS EVALUADOS, DONDE SE ESPECIFICA EL RIESGO POTENCIAL ASOCIADO

| Antofagasta | | | Quilicura | | |
|------------------------|---------|-------------------|-------------------------|---------|-------------------|
| Nombre Sitio | Puntaje | Riesgo Preliminar | Nombre Sitio | Puntaje | Riesgo Preliminar |
| Vertedero Domiciliario | 64 | Medio | Vertedero 1 | 68 | Medio |
| Planta Cementera | 58 | Medio | Vertedero 2 | 67 | Medio |
| Ferrocarril | 67 | Medio | Fundición | 73 | Medio |
| Hospital | 76 | Alto | Empresa de Incineración | 69 | Medio |
| Planta tratamiento | 68 | Medio | Ladrillera | 75 | Alto |
| Aguas servidas | | | | | |
| Talcahuano | | | Temuco | | |
| Nombre Sitio | Puntaje | Riesgo Preliminar | Nombre Sitio | Puntaje | Riesgo Preliminar |
| Vertedero | 77 | Alto | Ladrillera | 64 | Medio |
| Arenera | 74 | Medio | Hospital | 71 | Medio |
| Aserradero | 73 | Medio | Aserradero | 67 | Medio |
| Empresa química | 60 | Medio | Vertedero | 63 | Medio |
| Empresa Cementera | 64 | Medio | Forestal | 62 | Medio |
| Hospital | 69 | Medio | | | |

De un total de diez SSC con COPs identificados a partir de los supuestos anteriores, se seleccionaron seis para el desarrollo del Plan de muestreo, previa discusión y aprobación de los sitios propuestos con el equipo técnico del Proyecto GEF/UNEP. Los sitios seleccionados fueron los siguientes: en la comuna de Talcahuano el Vertedero, la Arenera y el aserradero. En la comuna de Quilicura la Ladrillera, la casa contigua a incendio industrial y la Fundición¹⁸.

4.6. ETAPA VI: EVALUACIÓN PRELIMINAR DE RIESGO (SCREENING)

La toma y análisis de muestras constituye una etapa primordial para la identificación de sitios contaminados, ya que los resultados permiten confirmar la presencia de contaminantes en concentraciones susceptibles de constituir un riesgo a la salud humana y la preservación de la naturaleza.

Dentro del contexto del proceso de evaluación de riesgos, la fase de muestreo se realiza en sitios prioritarios o con sospechas de estar contraminados (SSC). La calificación de un SSC se realiza luego de una inspección del sitio, que involucra el desarrollo de un modelo conceptual y una recopilación de las evidencias cualitativas y/o cuantitativas sobre la presencia de los contaminantes de interés, en este caso de los compuestos orgánicos persistentes (COPs) que pudiesen existir en el sitio.

La toma de muestras se realizó siguiendo un Plan de Muestreo (PM) luego de que el sitio fuera investigado en forma preliminar. El PM trata sobre las responsabilidades asociadas con el muestreo, describe el alcance del trabajo y establece los procedimientos en instrucciones específicas necesarias para su realización.

El objetivo general del trabajo es identificar sitios contaminados dentro de las comunas de estudio, mediante un muestreo preliminar tipo “Screening”.

Cabe señalar que originalmente el proyecto no consideraba la toma de muestras. Este aspecto fue modificado durante los últimos meses de su ejecución, ampliando el presupuesto en US\$5.000 para la toma y análisis de muestras. Si bien dicho monto es bastante reducido al referirse al análisis de sustancias COPs, su aplicación tuvo una utilidad especial al permitir incorporar actividades prácticas de análisis, hasta ahora no consideradas (el estudio fue fundamentalmente teórico).

Así, el objetivo central del muestreo fue aplicar y familiarizarse con los procedimientos y complejidades asociadas al muestreo de sitios contaminados (o potencialmente contaminados) con COPs y sacar conclusiones y lecciones prácticas para ser incluidas en el Plan de Acción.

En base al presupuesto disponible y a las cotizaciones realizadas, se desarrolló el siguiente plan de muestreo (Tabla 20):

¹⁸ La selección también estuvo determinada por los costos asociados, como por ejemplo la distancia.

TABLA 20: PLAN DE MUESTREO

| Nº de muestras | Comuna | Lugar | Tipo de muestra | COP asociado | Costo Unidad USD | Costo con IVA USD |
|----------------|--|---------------------------------------|--------------------------------------|--------------------|------------------|-------------------|
| 1 | Quilicura | Fundición | Polvo de filtro en suelo superficial | Dioxinas y Furanos | 650 | 773.5 |
| 2 | Quilicura | Sector noroeste aledaño a ladrilleras | Cenizas, Suelo Superficial | Dioxinas y furanos | 650 | 1,547.0 |
| 1 | Quilicura | Cercanías de incendio de neumáticos | Suelo | Dioxinas y furanos | 650 | 773.5 |
| 1 | Talcahuano | Aserradero | suelo superficial | Dioxinas y furanos | 650 | 773.5 |
| 3 | Talcahuano | Vertedero Carriel norte | Aceite, suelos y agua | PCBs | 90 | 321 |
| 1 | Talcahuano | Arenera | Aceite | PCBs | 90 | 214 |
| Costo muestreo | En Quilicura, Talcahuano y Antofagasta | 17.5 UF | | | 494 | 588 |
| Total 9 | | | | valor total | | 4,990.5 |

Nota: valor de UF: \$16.935, Tasa Cambio Dólar \$600

Cabe señalar que los puntos de muestreo propuestos (además de otros alternativos) fueron planteados y discutidos con el equipo técnico del Proyecto GEF/UNEP. Así mismo, la factibilidad de llevar a cabo dichos muestreos estaba sujeta a algunas consideraciones adicionales como son:

- Accesibilidad al lugar (en algunos casos se debe gestionar una autorización con el propietario y/o el Servicio de Salud respectivo)
- Tipo de matriz (factibilidad de análisis)

El método de análisis a usar para las Dioxinas y Furanos es el análisis de único componente (barrido), el cual consiste en determinar el principal componente de dioxina referente que indica si hay o no presencia de Dioxinas y Furanos. Se ha propuesto este método ya que por su valor permite realizar mas muestreos, entregándonos una indicación respecto de si en el lugar se debe continuar con un análisis mas detallado.

4.6.1. ANTECEDENTES

Fue solicitado a un laboratorio particular (ALS Environmental) la toma de muestras y el posterior análisis de dioxinas, furanos y PCBs. Las muestras fueron tomadas en 2 comunas: Quilicura (R.M) y Talcahuano (VIII) y los sitios fueron seleccionados previa evaluación preliminar, como también la determinación de los puntos de muestreo más representativos.

La metodología de análisis utilizado por el laboratorio se basa en la caracterización de isómeros 2,3,7,8 de dioxinas y furanos según el método EPA 1613. High resolution. A continuación se presentan los alcances y un resumen de los resultados del Plan de Muestreo desarrollado.

4.6.2. ALCANCES DEL PLAN DE MUESTREO

EL Plan de muestreo presentó los siguientes alcances y limitaciones:

1. El análisis de las muestras de enfocó sólo al congénere de dioxina y furano más tóxico que se conoce en la literatura internacional, esto es la dioxina 2,3,7,8-TCDD (Seveso) y el furano 2,3,7,8-TCDF. Cabe señalar que las dibenzodioxinas policloradas (PCDDs) incluyen 75 congénere (o compuestos individuales), de los cuales 7 son tóxicos y los dibenzofuranos policlorados (PCDFs) incluyen 135 congénere, donde 10 son tóxicos. El Factor Internacional de Equivalencia de Toxicidad (I -TEF) definido por la OMS para los dos congénere analizados en laboratorio es 1, mientras que el resto de los congénere poseen valores más bajos, entre 0,5 a 0,00001.

No obstante, para realizar una evaluación de riesgo asociado a dioxinas y furanos se debe describir la toxicidad acumulativa de las mezclas de todos los congéneres tóxicos. Para ello se calcula las concentraciones de equivalencia de toxicidad (I – TEQ) de una mezcla mediante la multiplicación de las concentraciones de los congéneres individuales por su respectivo I – TEF y luego se suman cada una de estas concentraciones, cuyo resultado entrega la concentración tóxica equivalente para la mezcla en pg/g o en pg/L. Se considera que los factores de equivalencia de toxicidad son instrumentos de prevención del riesgo y no representan necesariamente la toxicidad real con respecto a todos los efectos finales. Más bien se tiende a sobrestimar la toxicidad de las mezclas.

2. Debido a los limitados recursos disponibles se procedió a realizar muestras compuestas para el caso de las dioxinas y furanos. De esta manera se pudo obtener la concentración media de los contaminantes reduciendo así los costos analíticos, ya que varias muestras individuales son físicamente mezcladas (homogeneizadas) y una o más sub-muestras son extraídas de la mezcla y finalmente analizadas¹⁹.

En este contexto, las muestras compuestas presentan las siguientes desventajas:

- Posible pérdida de volátiles debido a la mezcla y a la preparación de las submuestras.
- Reactividad con distintos materiales una vez que está mezclada
- Necesidad de reducir el tamaño de la muestra y de homogeneizar para la entrega a laboratorio, lo cual puede afectar la representatividad de ésta.

4.6.3. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO DEL PLAN DE MUESTREO

El Plan de muestreo desarrollado en terreno combinó las tres estrategias básicas de muestreo: aleatorio, sistemático y dirigido. Según la EPA (US EPA, 1994) dicha combinación es la mejor alternativa, dependiendo del tipo de contaminación conocida y sospechada, la uniformidad y el tamaño del sitio y el nivel y carácter de la información deseada.

El Plan de muestreo consideró la selección de las matrices ambientales más representativas a ser analizadas, de acuerdo al contaminante en cuestión. La principal matriz analizada fue el componente suelo, ya que permite acotar un área puntual de contaminación, como se indica en la definición de sitio contaminado propuesta por la CONAMA²⁰. Por otro lado, se consideró la matriz agua subterránea en varios de los sitios inspeccionados, ya que la toma de agua de pozo por los pobladores constituye, en la mayoría de los casos, el principal punto de exposición de las rutas previamente identificadas.

¹⁹ Los costos de análisis del único componente de dioxina y furano es aproximadamente 7 veces más alto que el costo de análisis asociado a los PCBs

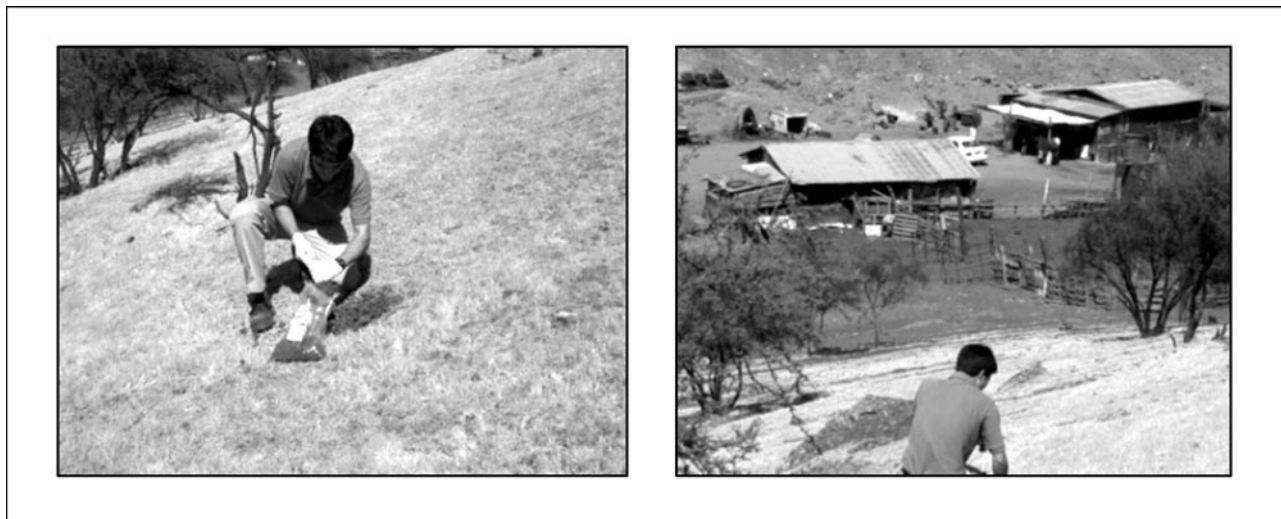
²⁰ Reunión técnica. Noviembre – 2002.

4.6.4. APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO EN LA COMUNA DE QUILICURA

Sector Ladrilleras

Se realizó un muestreo del sector noroeste de Quilicura aledaño a ladrilleras, del cual se obtuvo una (1) muestra compuesta de suelo superficial (0-10cm) correspondiente a 2 laderas de cerros del sector ubicados en la dirección del viento dominante contiguo a las fuentes de emisión. Cada ladera fue subdividida en 4 puntos equidistantes entre 10 y 15 metros en forma cuadrangular, conformando una grilla según corresponde a un muestreo sistemático. De cada ladera de cerro se obtuvo una muestra (Figura 38), las que posteriormente fueron pesadas en porciones iguales para componerlas en el laboratorio y así obtener una muestra compuesta representativa del sector.

FIGURA 38: TOMA DE MUESTRA DE SUELO SUPERFICIAL EN LADERA DE CERRO RECEPTOR DE PLUMA CONTAMINANTES. VISTA DE LA EXTRACCIÓN DE LA MUESTRA (IZQUIERDA) Y DE RECEPTORES CERCANOS (DERECHA)



Casa residencial aledaña a un incendio industrial reciente

Se obtuvo una (1) muestra de suelo superficial (0-10 cm) del patio de una vivienda ubicada en el sentido del viento predominante del incendio (Figura 39), para tal efecto se subdividió el terreno en cuatro puntos equidistantes a 5 metros en forma cuadrangular, según la superficie de sitio y la uniformidad del terreno. Las sospechas sobre la presencia de dioxinas y furanos en el suelo del lugar se basan en el incendio de residuos sólidos.

FIGURA 39: MUESTREO DE SUELO SUPERFICIAL AL INTERIOR DE UNA VIVIENDA CERCANA Y EN LA DIRECCIÓN DEL VIENTO DOMINANTE



Fundición

Se realizó un muestreo en una Fundición de hierro, del cual se obtuvieron dos (2) muestras correspondientes a polvo de filtro de fundición y una muestra compuesta de suelo superficial (Figura 40). La muestra de polvo fue obtenida de un tambor metálico de acumulación de polvo de filtro de fundición el cual está ubicado en la parte posterior de la empresa. La muestra compuesta de suelo superficial (0-10cm) correspondió a la composición de 2 muestras del interior de la Planta de la Fundición, cercanos a los hornos de inducción y cubilote. Cabe señalar que en laboratorio (a cargo de ALS) se procedió a componer en una sola muestra, mezclando porciones iguales de cada una de ellas.

FIGURA 40: TOMA DE MUESTRA DEL POLVO DE FILTRO ACUMULADO EN TAMBORES (IZQUIERDA) Y EN EL SUELO SUPERFICIAL ALEDAÑO AL HORNO ELÉCTRICO (DERECHA)



Resumen del muestreo desarrollado en la comuna de Quilicura.

A continuación se presenta una Tabla resumen con los datos del nombre del sitio, su ubicación y el tipo y número de muestras, entre otras. El muestreo se desarrollo el 13 de Enero del 2004.

TABLA 21: CUADRO RESUMEN DE LAS MUESTRAS OBTENIDAS EN QUILICURA

| Nombre muestra cliente | Ubicación | Tipo de muestra | Nº y tipo de muestras | Hora Muestreo | Análisis |
|------------------------|---|---------------------------------------|-----------------------|------------------|--------------------|
| Ladrillera | Quilicura, sector ladrilleras | Muestra de suelo superficial (0-10cm) | 1 muestra compuesta | 10.00:11.30 hrs. | Dioxinas y Furanos |
| Patio casa este KDM | Quilicura, casa ubicada en el costado este de KDM | Muestra de suelo superficial (0-10cm) | 1 muestra puntual | 11.45:12.15 hrs. | Dioxinas y Furanos |
| Fundición 1 | Quilicura, empresa ubicada en el costado oeste de carretera Panamericana norte cercano a cruce Américo Vespucio | Muestra de suelo superficial | 1 muestra compuesta | 12.30:13.00 hrs. | Dioxinas y Furanos |
| Fundición 2 | de carretera Panamericana norte cercano a cruce Américo Vespucio | Muestra Polvo Filtro Fundición | 1 muestra puntual | 13.00:13.30 hrs. | Dioxinas y Furanos |

4.6.5. APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO EN LA COMUNA DE TALCAHUANO

Ex Vertedero

Se realizó una toma de muestras en la zona de un ex Vertedero. Se obtuvieron muestras de 3 lugares específicos:

- a) **Piscina de aceite:** Se obtuvo una muestra (1) puntual de aceite de piscina acumuladora de superficie aproximada de 25 x 10 metros y una (1) muestra de sedimento de una ladera de la piscina (Figura 41).

FIGURA 41: VISTA DE LA PISCINA ACUMULADORA DE ACEITE (IZQUIERDA) Y LA TOMA DE MUESTRAS (DERECHA)



- b) **Estanque acumulador de agua de pozo:** Se obtuvo una (1) muestra del estanque acumulador de agua de pozo de una casa cercana a la piscina de aceite, distante 350 metros al sur de piscina acumuladora (Figura 42).

FIGURA 42: ESTANQUE DE AGUA DE POZO (IZQUIERDA) TOMA DE UNA MUESTRA DE AGUA (DERECHA)



- c) **Zona Bofedales:** Se obtuvo una (1) muestra de suelo en zona de bofedales continúa a casas del sector, distante 300 metros al sur de piscina acumuladora, a una profundidad de 1 metro, además se obtuvo una (1) muestra de agua del mismo lugar a una profundidad aproximada de 1 metro (Figura 43).

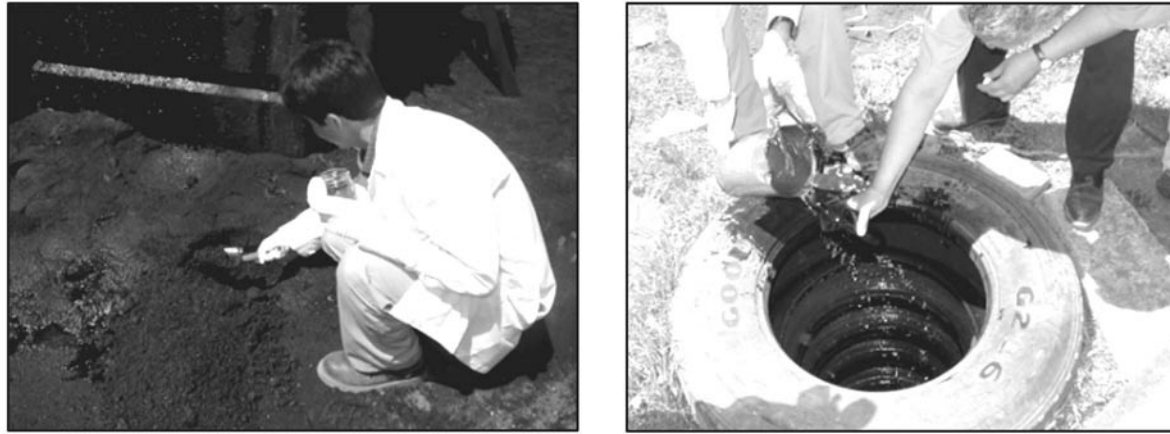
FIGURA 43: TOMA DE MUESTRAS EN ZONA DE BOFEDALES (IZQUIERDA) Y DE AGUA SUBTERRÁNEA A POCA PROFUNDIDAD (DERECHA)



Arenera

Se obtuvo una (1) muestra de suelo a una profundidad aproximada de 60 cm de zona cercana a motor de combustión de aceite de la empresa arenera. Se obtuvo también una (1) muestra de agua de pozo de casa ubicada a 100 metros a un costado de la empresa.

FIGURA 44: TOMA DE MUESTRA DE SUELO CON ACEITES (IZQUIERDA) Y AGUA DE NORIA DE POBLACIÓN POTENCIALMENTE EXPUESTA (DERECHA)

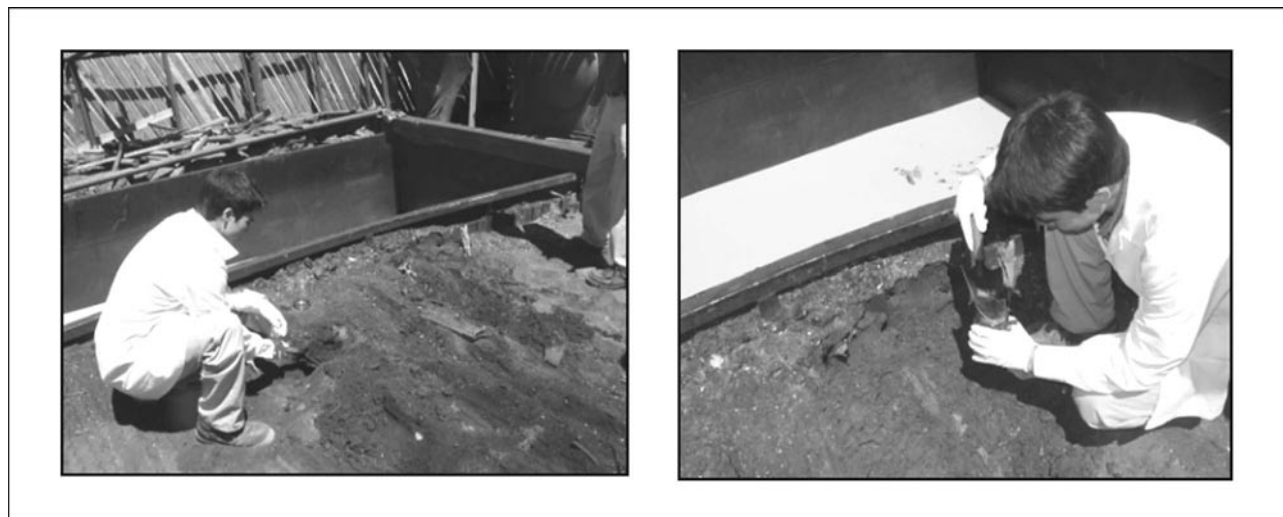


Aserradero

Se obtuvo una (1) muestra compuesta de suelo a distintas profundidades (7 y 15 cm) del interior de aserradero a un costado de piscina de líquidos preservantes de madera, como se muestra en la Figura 45.

La historia del lugar indica el uso del compuesto pentaclorofenol en antaño, lo que supone la existencia de dioxinas y furanos en las matrices aserrín y suelo.

FIGURA 45: TOMA DE MUESTRA DE SUELO ALEDAÑO A PISCINA DE IMPREGNACIÓN DE LA MADERA



4.6.6. RESUMEN DEL MUESTREO DESARROLLADO EN LA COMUNA DE TALCAHUANO

A continuación se presenta un resumen con los datos del nombre del sitio, su ubicación y el tipo y número de muestras, entre otras (Tabla 22). El muestreo se desarrollo el 14 de Enero del 2004.

TABLA 22: CUADRO RESUMEN DE LAS MUESTRAS OBTENIDAS EN TALCAHUANO

| Nombre muestra cliente | Ubicación | Tipo de muestra | Nº y tipo de muestras | Hora muestreo | Análisis |
|--|--|--|-----------------------|-----------------|--------------------|
| Piscina acumuladora aceite | Vertedero Talcahuano | Muestra aceite a profundidad aprox. 1 metro | 1 muestra puntual | 10.00-10.15hrs | PCBs |
| Sedimento piscina acumuladora aceite | | Muestra de sedimento 0-20 cm | 1 muestra puntual | 10.15-10.30hrs | PCBs |
| Estanque de agua de pozo | | Muestra de agua puntual | 1 muestra | 11.00-11.30hrs | PCBs |
| Agua subterránea zona bofedales | | Muestra de agua a profundidad aprox. 1 metro | 1 muestra puntual | 14.30-15.00hrs | PCBs |
| Suelo zona bofedales | | Muestra se suelo a 1 metro de profundidad | 1 muestra puntual | 15.00-15.30hrs | PCBs |
| Suelo arenera | Arenera Talcahuano | Muestra se suelo a 60 cm de profundidad | 1 muestra puntual | 12.00-12.15 hrs | PCBs |
| Agua pozo casa ubicada a un costado de Arenera | | Muestras de agua de pozo a 3 metros de profundidad | 1 muestra puntual | 12.15-12.30hrs | PCBs |
| Suelo cercano a piscina con preservantes de madera | Aserradero, Talcahuano | Muestra se suelo a distintas profundidades (0-60 cm) | 1 muestra compuesta | 13.00-13.30hrs | Dioxinas y Furanos |
| Aceite | Muestra entregada en terreno por cliente | | | | PCBs |

4.6.7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Comuna de Quilicura

Los resultados del análisis de las muestras obtenidas en la comuna de Quilicura se muestran en la Tabla 23.

TABLA 23: DETALLE DE LOS RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LABORATORIO

| | | | |
|--|-----------------------------------|--|--|
| Identificación Matriz Fecha Hora | | Ladrillera Suelo 12/1/2004 11:30 | Patio casa KDM Suelo 12/1/2004 12:15 |
| Parámetros 2,3,7,8-TCDF 2,3,7,8-TCDD | Unidades ng/kg ng/kg | Resultados ND ND | Resultados 16.0 1.7 |
| Identificación Matriz Fecha Hora | | Fundición 1 Polvo Filtro 12/1/2004 13:30 | Fundición 2 Suelo 12/1/2004 13:00 |
| Parámetros 2,3,7,8-TCDF 2,3,7,8-TCDD ND = no detectado | Unidades ng/kg ng/kg | Resultados 260 ND | Resultados 8.2 ND |

Fuente: Laboratorio ALS Environmental.

Comuna de Talcahuano

A continuación se muestran los resultados del análisis de las muestras obtenidas en la comuna de Talcahuano (Tabla 24).

TABLA 24: DETALLE DE LOS RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LABORATORIO

| Identificación | | Piscina | Sedimento Piscina | Estanque agua pozo | Agua Sub |
|-------------------|-----------------|-------------------|-------------------|------------------------|-------------------|
| Matriz | | Aceite | Sedimento | Agua pozo | Agua Sub |
| Fecha | | 13/01/04 | 13/01/04 | 13/01/04 | 13/01/04 |
| Hora | | 10:15 | 10:30 | 11:30 | 15:00 |
| Parámetros | Unidades | Resultados | Resultados | Resultados | Resultados |
| PCB total | mg/kg | <1.0 | <0.05 | *** | *** |
| PCB total | ug/L | *** | *** | <0.01 | <0.01 |
| Identificación | | Suelo bofedales | Suelo arenera | Agua Pozo casa arenera | Aceite |
| Matriz | | Suelo | Suelo | Agua Pozo | Aceite |
| Fecha | | 13/01/04 | 13/01/04 | 13/01/04 | 13/01/04 |
| Hora | | 15:30 | 12:15 | 12:30 | *** |
| Parámetros | Unidades | Resultados | Resultados | Resultados | Resultados |
| PCB total | mg/kg | <0.05 | <0.05 | *** | <1.0 |
| PCB total | ug/L | *** | *** | <0.01 | *** |
| Identificación | | Suelo aserradero | | | |
| Matriz | | Suelo | | | |
| Fecha | | 13/01/04 | | | |
| Hora | | 13:30 | | | |
| Parámetros | Unidades | Resultados | | | |
| 2,3,7,8-TCDF | ng/kg | ND | | | |
| 2,3,7,8-TCDD | ng/kg | ND | | | |
| ND= no detectado | | | | | |

Fuente: Laboratorio ALS Environmental.

4.6.8. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Como ya se mencionara en los alcances del trabajo, los valores de concentración medidos en Equivalentes Internacionales de Toxicidad (I-TEQ) no se obtuvieron, ya que éstas últimas resultan de la suma de los Factores Internacionales de Equivalencia de toxicidad (I-TEF) de todos los congéneres tóxicos por la concentración de cada uno de ellos.

Los resultados de las muestras para el análisis de PCBs indicaron concentraciones por debajo de los niveles de referencia de toxicidad (Screening levels) en concentraciones susceptibles de causar riesgo.

Para el caso de la dioxina analizada (2,3,7,8-TCDD) no se detectaron concentraciones superiores a los valores de las referencias de la EPA. Por ejemplo, la muestra realizada en el patio residencial alledaña a un incendio industrial reciente presentó una concentración de 1.7 ng/Kg en suelo superficial, valor que no supera la referencia EPA de 3.9 ng/Kg, la cual indica la necesidad de realizar estudios más detallados (ver valores en la Tabla 25).

TABLA 25: VALORES DE REFERENCIA UTILIZADOS PARA EL ANÁLISIS

| País | Límite De Referencia (ng/Kg) | | Comentario |
|--|---|--|--|
| | Uso Residencial | Interior Recinto Industrial | |
| US EPA Región 6 (2001) y Región 9 (2000) | 3.9 (2,3,7,8-TCDD) 2.5 E06 (Furanos) 2.2 E05 (PCBs) | 38 (2,3,7,8-TCDD) 8.6 E06 (Furanos) 2.9 E06 (PCBs) | Valores de Soil Screening Guidance (USEPA, 1996) |
| US ATSDR (1998) | 50 1000 | S/I | TEQ- Screening Level TEQ- Action Level |
| Alemania (BMU, 1999) | 1000 | S/I | I -TEQ-Action Level |

Luego de comparar los tres valores de concentración del 2,3,7,8-TCDF obtenido en el análisis de laboratorio, vale decir los 16, 260 y 8.2 ng/Kg (ver Tabla 23), con los valores de referencia Screening de la EPA, se concluye que los sitios muestreados no requieren de estudios detallados de riesgo. Sin embargo, no se puede decir a ciencia cierta que dicha comparación es representativa en el análisis ya que se realiza con la familia de los congéneres de furanos y no con el isómero específico que se analizó. Esto último se debe a que no se encontraron referencias sobre niveles de concentración máximas para este isómero en la literatura internacional.

Respecto al furano analizado, se ha puesto de manifiesto que en pruebas con animales de laboratorio, la toxicidad del 2,3,7,8-TCDF es aproximadamente 10 veces menor que la del mismo isómero de dioxina, y su valor equivalente tóxico internacionalmente aceptado es 0,1. En este contexto, los valores de referencia (Screening levels) para este isómero debiera ser 39 ng/Kg, lo que indicaría que en la muestra de polvo de filtro de la fundición, supera con creces dicho valor. Aún así, la muestra no representa un sitio contaminado por lo que se descarta la necesidad de seguir investigando, siempre y cuando la disposición del polvo se efectúe con las medidas de seguridad apropiadas.