



Ministerio
del Ambiente



GUÍA TÉCNICA PARA LA GESTIÓN AMBIENTALMENTE RACIONAL DE



BIFENILOS POLICLORADOS

Mgs. Lorena Tapia
Ministra del Ambiente

Mgs. Paola Carrera
Subsecretaria de Calidad Ambiental

Mgs. Mario Rodas
Coordinador del Proyecto PCB Ecuador

Revisión Técnica:

**Proyecto PCB, Dirección Nacional de Control Ambiental,
Ministerio del Ambiente.**

Mario Rodas
María Fernanda Lara
Franklin Góngora
Jeanneth Muñoz
Nataly Quelal
Alexandra Lalvay
Cony González
Jenny Arias
Elizabeth Flores
Ana Tello

Publicado por:

Ministerio del Ambiente (MAE)
Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)
República del Ecuador
www.ambiente.gob.ec
www.ec.undp.org

Diseñado y diagramado por:

Geovanny Corral y F. Oswaldo Andrade

Quito-Ecuador, Julio 2015

GESTIÓN 
INTEGRADA Y AMBIENTALMENTE RACIONAL
DE BIFENILOS POLICLORADOS (PCB) EN EL ECUADOR



*Al servicio
de las personas
y las naciones*



GUÍA TÉCNICA PARA LA GESTIÓN AMBIENTALMENTE RACIONAL DE BIFENILOS POLICLORADOS (PCB)

1. Introducción

Los Bifenilos Policlorados (PCB) son compuestos orgánicos persistentes que se han usado desde hace muchas décadas y se estima se seguirán usando algún tiempo más, especialmente en los países en desarrollo. En conocimiento de la afectación que provocan a los seres humanos y al ambiente, por sus propiedades de toxicidad, bioacumulación, capacidad de producir algún tipo de cáncer y porque se pueden movilizar a grandes distancias, se considera necesario tomar acciones globales para eliminar su uso y gestionar de manera ambientalmente racional los PCB existentes de acuerdo a los convenios de Estocolmo y Basilea.

2. Antecedentes

El proyecto Gestión Integrada y Ambientalmente Racional de Bifenilos Policlorados (PCB) en Ecuador desarrollado por el Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE), Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF por sus siglas en inglés) y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) se encuentra trabajando en disminuir los obstáculos para la adecuada gestión de los PCB con la finalidad de generar beneficios significativos al ambiente y la salud local y mundial.

Uno de los componentes del proyecto es el almacenamiento y eliminación adecuada de los mencionados contaminantes, para lo que se requiere contar con un instrumento sencillo, fácil de entender y específico sobre la gestión ambientalmente racional de PCB, que incorpore las normativas nacionales e internacionales vigentes para el etiquetado, almacenamiento temporal y transporte de desechos peligrosos.

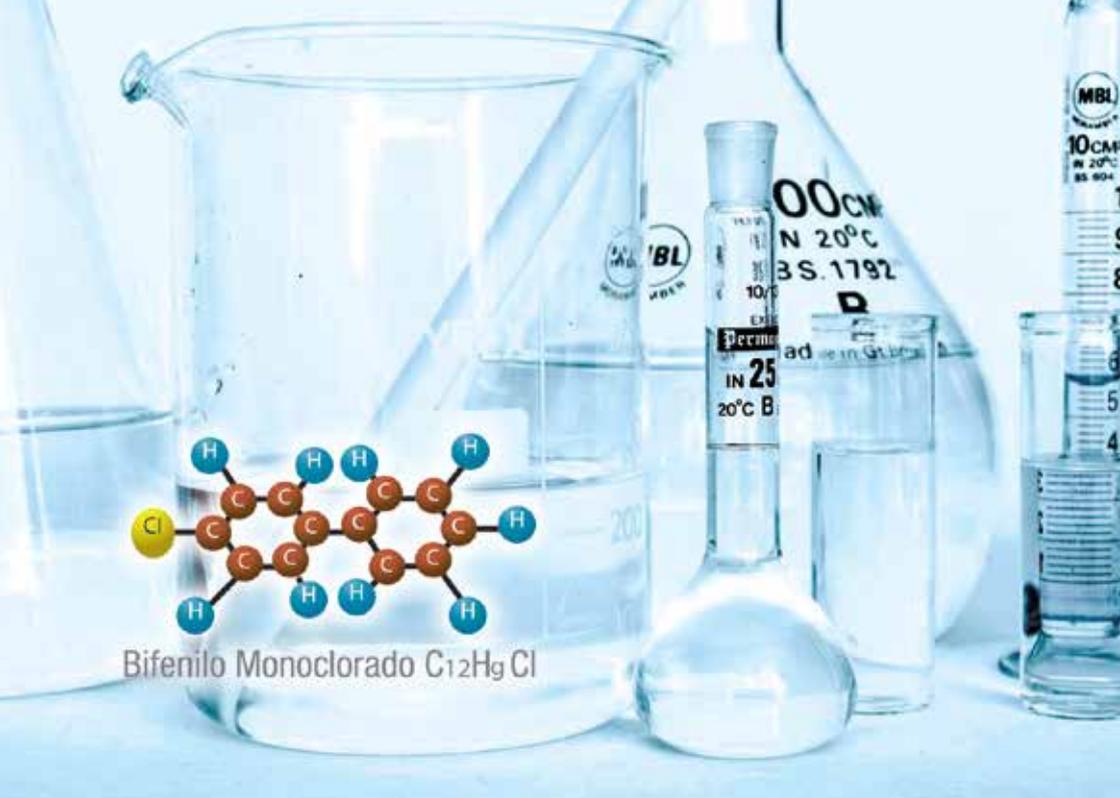
3. Sobre la guía

Esta guía busca ser un instrumento técnico que servirá para reforzar el conocimiento de las personas involucradas en el manejo equipos, aceites dieléctricos, y desechos contaminados con PCB, así como brindar información a la comunidad en general sobre la existencia de estos productos y cómo se gestionarán adecuadamente. La guía sirve para:

- Exponer la descripción básica de los PCB y los efectos negativos sobre los seres vivos.
- Establecer la normativa legal nacional e internacional de PCB.
- Dar a conocer los inventarios de PCB que se han desarrollado en el país.
- Explicar el paso a paso de la gestión adecuada de los PCB.
- Indicar las acciones cumplidas del Plan Nacional de Implementación en el país.
- Orientar sobre el trámite del movimiento transfronterizo de equipos, aceites y materiales contaminados con PCB.

La información aquí recogida es un resumen de algunos documentos proporcionados por los convenios internacionales, documentos de los países que están desarrollando proyectos referentes al manejo de PCB y los documentos que se han desarrollado en el país en el tema de PCB.

La guía está desarrollada en capítulos, para fácil comprensión y orientación en el manejo de la información. Se ha desarrollado de manera especial, lo concerniente al movimiento transfronterizo de equipos, aceites y materiales contaminados con PCB, considerándose una alternativa para la disposición final de los PCB.



CAPÍTULO 1

DESCRIPCIÓN DE LOS PCB

1.1. ¿Qué son los PCB?

Los PCB son compuestos orgánicos clorados constituidos por dos anillos de bencenos y unidos por un enlace simple carbono-carbono (estructura bifenilo); cada uno de los 10 átomos de hidrógeno del bifenilo pueden ser sustituidos por un átomo de cloro, lo que le permite formar una serie de hasta 209 congéneres. La fórmula química de los PCB es $C_{12}H_{(10-n)}Cl_n$.

1.2. Características: propiedades físicas y químicas

Los PCB pueden encontrarse como líquidos oleosos fluidos y resinas transparentes duras dependiendo de la cantidad de átomos de cloro presente. La importancia de los PCB se da por su inercia química, termo resistencia, no inflamabilidad, baja presión de vapor, poco volátiles y elevada constante dieléctrica. Son muy lipofílicos, persistentes, tienen elevado poder de concentración, alta capacidad de bioacumularse y biomagnificarse.

Existen varias formulaciones comerciales de PCB de acuerdo a su grado de cloración. Como ejemplo el AROCLOR 1242, 1254 y 1260 (contenido de cloro 42%, 54% y 60% respectivamente) que se usaban como aceite refrigerante en los transformadores eléctricos.

A estos productos se les dio diferentes nombres comerciales, tales como: Aroclor, Leromoll, Clophen, Cloresil, Kanechlor, Phenoclor, Electrophenyl T-60, ASK, ASKAREL, etc.

Cabe anotar que de acuerdo a su estructura y número de átomos de cloro, cada congénere de PCB, presenta una variabilidad importante en sus propiedades, por ejemplo, la solubilidad en agua y la volatilidad disminuye a medida que aumenta el número de átomos de cloro.

1.3. Usos de los PCB

Los PCB fueron ampliamente usados en las aplicaciones industriales y de consumo. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), sus usos se pueden clasificar en sistemas completamente cerrados, parcialmente cerrados y abiertos.

Sistemas completamente cerrados: Los PCB se mantienen dentro del equipo.



- Transformadores eléctricos.
- Condensadores eléctricos (incluidas las reactancias de lámparas fluorescente).
- Interruptores.
- Cables eléctricos.
- Motores eléctricos y electroimanes.

Sistemas parcialmente cerrados: Sistema en los que los PCB no están expuestos directamente, pero puede haber exposición por el uso del equipo.



- Sistemas hidráulicos.
- Sistemas de transmisión de calor. (intercambiadores de calor, calentadores).

Sistemas abiertos: Sistemas en los cuales el PCB se encuentra en contacto con el ambiente y los usuarios.



- Ingrediente de lubricantes, lubricantes para microscopios, guarniciones de frenos, cuchillas, etc.
- Plastificante en PVC, neopreno y otros cauchos artificiales.
- Ingrediente en pinturas y otros materiales de recubrimiento.
- Ingrediente en tintas y papel de autocopias, adhesivo, aditivos de plaguicidas, materiales de sellado y de calafateo.
- Ignífugo en telas, alfombras, espuma de poliuretano, etc.



1.4. Fuentes generadoras de PCB

Investigaciones realizadas estiman que se generó una producción de aproximadamente 1.324 millones de toneladas de PCB desde 1930 hasta 1993, considerándose que la mayor productora fue la empresa Monsanto con casi un 50% de la producción global total, sin embargo, muchos consideran que la producción fue mucho mayor.

Por sus excelentes propiedades dieléctricas, longevidad, incombustibilidad y resistencias a la degradación térmica y química, antes de que se prohibieran en la mayoría de los países, se usaban en el aceite de equipos eléctricos, intercambiadores de calor, sistemas hidráulicos y distintas aplicaciones especializadas de otra índole, por ello una de las grandes fuentes generadoras de PCB son las empresas eléctricas y otras empresas industriales que poseen equipos que llevan en su interior aceites dieléctricos con contenido de PCB.

Otra fuente importante de PCB son las indicadas en los sistemas abiertos, en una gama de productos que se usaban para un sinnúmero de actividades y equipos, cuya cantidad de producción se estima que sería el 21%.

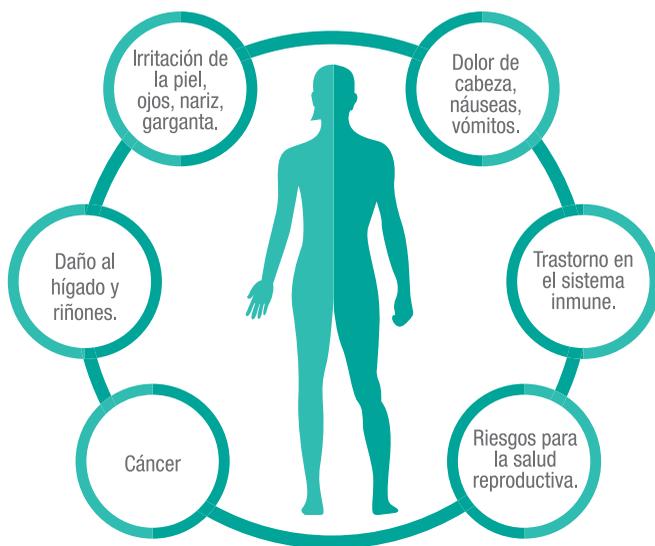
1.5. Riesgos a la salud y al ambiente

La salud de los seres humanos puede verse afectada por la presencia de estos compuestos. La principal vía de exposición es a través de la ingesta de alimentos contaminados como: carne, pescado, aves de corral, etc. Los bebés pueden contaminarse a través de la leche materna.

La contaminación por aire es mínima y se estima que el ser humano puede estar expuesto a niveles mínimos de PCB en agua potable.

En el interior del organismo se pueden encontrar mayores concentraciones de PCB en hígado, tejido adiposo, cerebro, piel y sangre.

Efectos de los PCB en la salud humana



La presencia de PCB en el ambiente, siendo estos compuestos creados por el ser humano, puede provocar que las matrices ambientales (agua, aire, suelo) dejen de ser aptas para su uso normal.

Los PCB se encuentran en los ríos y lagos, adheridos en los sedimentos por mucho tiempo antes de ser liberados al agua y al aire.

Tanto en el aire y agua, como en suelo y sedimentos, los PCB se descomponen de manera muy lenta y ésta descomposición dependerá del número y localización de los átomos de cloro del congénere, la temperatura, nutrientes presentes y concentración del PCB.



1.6. Seguridad y salud ocupacional

La seguridad en el manejo de los PCB es importante y debe estar relacionada con la prevención o minimización del riesgo de un accidente, la protección de la salud humana y la prevención de la contaminación ambiental.

Para los sitios donde se maneja aceite, equipos eléctricos, contenedores y materiales contaminados con PCB, se requiere:

I. Plan de seguridad y salud para cada instalación, en el que se establecerá por lo menos las siguientes condiciones:

- Mantener al trabajador alejado de posible contaminación.
- Controlar los contaminantes para reducir al mínimo la exposición.
- Proteger al trabajador con el Equipo de Protección Personal (EPP) adecuado.
- Usar herramientas con aislamiento, y que estén dentro del bolso de herramientas.
- Verificar que el equipo eléctrico a manipular esté puesto a tierra.
- Plan de contingencia en caso de incidentes.

II. Determinar el uso del Equipo de Protección Personal EPP deberá evaluarse el potencial nivel de exposición, sin embargo, se debe utilizar, por lo menos lo siguiente:



- Overoles enterizos.
- Guantes de nitrilo.
- Mascarilla con filtros de partículas.
- Gafas de seguridad .
- Casco, si está en un área que lo requiera.
- Calzado dieléctrico.
- No usar la ropa contaminada, desecharla y tratarla como residuo tóxico.

III. Prohibiciones

- Prohibir el uso de artefactos productores de llamas.
- Prohibir el uso de celular.
- Prohibido fumar.
- Prohibir alimentos en áreas de almacenamiento de PCB.

MARCO LEGAL

Relacionado a las normas legales disponibles para los PCB, refiérase a lo establecido en el capítulo 2, marco legal de la Guía Técnica e Informativa de los COP.

Es importante mencionar que el Ministerio del Ambiente ha desarrollado la propuesta para expedir “Los procedimientos para la gestión integrada y ambientalmente racional de los Bifenilos Policlorados (PCB) en el Ecuador”.



CAPÍTULO 2

INVENTARIO DE LOS DESECHOS CON PCB A NIVEL MUNDIAL Y EN EL ECUADOR

2.1. Inventario de PCB a nivel mundial

2.1.1. Inventario de PCB en varios países de América del Sur

En los países de América del Sur se han desarrollado diferentes inventarios de PCB relacionados con el sector eléctrico; en la región, solo Chile ha desarrollado un inventario de otros productos que contienen PCB. En la tabla 1 se indican datos de los inventarios de algunos países de la región.

Tabla 1.- Inventarios de varios países de América del Sur.

País	Año	Inventario preliminar de transformadores	Total (Toneladas de aceite)
Colombia	2009	Transformadores con PCB en uso y en desuso	Aprox. 957
Perú	2006	Transformadores contaminados con PCB en uso (44.839 no confirmados con PCB)	10.083 potencialmente contaminadas
Argentina	2010	---	8.727
Chile	2005	Transformadores en uso y desuso	38.820

Fuente: Colombia: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial; Perú y Chile: Diagnóstico Regional Perú-Chile, CRBAS; Argentina.

2.1.2. Planes de acción a nivel mundial

Los inventarios de PCB en cada país y región especialmente por regiones, los datos de concentraciones de las fuentes, son diferentes según su fuente de generación, por ejemplo en Europa, actualmente, las cantidades de PCB de las empresas eléctricas son menores que en América del Sur, sin embargo lo concerniente a PCB de sistemas abiertos, es una preocupación actual en Europa, por lo que los planes de implementación están dedicados a este tipo de fuente.

2.2. Inventario de PCB en el Ecuador

2.2.1. Importancia de un inventario

Es importante desarrollar un inventario de PCB por varias razones, entre ellas podemos citar las siguientes:

- Para manejar un evento que pudiera suscitarse en un momento determinado hay que conocer la naturaleza, la extensión y complejidad del problema.

- Por procedimientos de seguridad, el personal que va a estar en contacto directa o indirectamente debe saber que estará en un lugar donde hay presencia de PCB y debe protegerse con el EPP o mantenerse alejado.
- Con el inventario se determinará la cantidad de equipos y sustancias que contienen PCB y la cantidad para poder determinar la peligrosidad en sus instalaciones y el manejo adecuado de los mismos.
- Con un inventario completo de PCB a nivel nacional se puede tomar una decisión sobre el método más adecuado de disposición final de las existencias.

2.2.2. Inventario preliminar de PCB en Ecuador



En el año 2003 se desarrolló el “Inventario Preliminar de Bifenilos Policlorados (PCB)” realizado por Corporación Alternativa para el Desarrollo (COALDES). El objetivo de este inventario era determinar la cantidad de PCB que se maneja en el país, así como identificar la presencia en las matrices ambientales. Para ello se realizó un muestreo de algunos equipos en las empresas eléctricas del país y estas muestras se analizaron utilizando el equipo DEXSIL L2000 DX con el objeto de extrapolar los datos al total de equipos eléctricos del país.

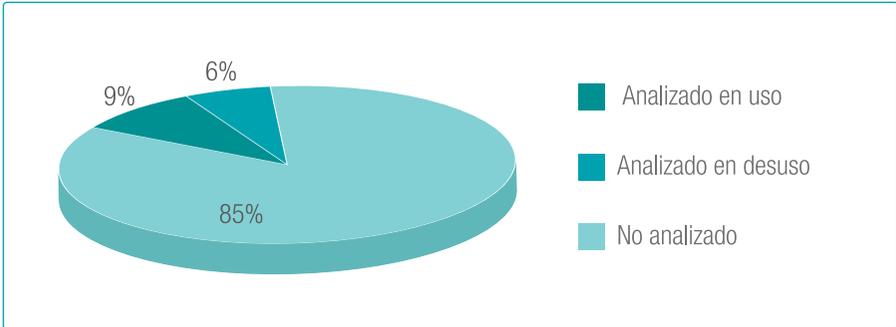
Levantada la información de las empresas eléctricas y de los análisis de PCB se determinó un estimado de aceites dieléctricos contaminados con PCB (> 50 ppm) de 5'472.805 litros en el país. No se consideró otro tipo de empresas para este inventario.

En las matrices ambientales se analizaron pocas muestras de las cuales se determinó que hay presencia de trazas de PCB (AROCLOR 1260) en algunos cuerpos de agua.

En el año 2014 se elaboró el inventario global de transformadores en el sector eléctrico ecuatoriano en el que se levantó información de equipos, aceites y desechos contaminados con PCB que las empresas eléctricas han generado.

Del inventario se pudo determinar que existen 257.689 transformadores eléctricos a nivel nacional incluyendo a los que están en uso y en desuso. De ellos han sido analizados 39.748 equipos.

Fig. 1.- Avance consolidado del inventario de PCB en transformadores, 2014



Fuente: Inventario Global de transformadores en el sector eléctrico ecuatoriano.

2.3. Sistema Nacional de Inventario y Seguimiento de PCB (SNIS-PCB) en Ecuador

El SNIS-PCB es una herramienta informática que sirve para contar con un inventario actualizado y dinámico de los aceites, equipos y sólidos contaminados en el país y para tomar decisiones informadas sobre la gestión adecuada de las existencias de PCB.

Entre los datos que el sistema recoge están: inventario de equipos (datos del propietario, datos del equipo, ubicación, caracterización, peso y estado de los equipos); inventario de aceites (datos del propietario, datos de los aceites, caracterización de los aceites); inventario de sólidos.



CAPÍTULO 3

GESTIÓN AMBIENTAL DE LOS PCB

La gestión ambientalmente racional de equipos, aceite y desechos contaminados con PCB es una obligación del poseedor de los mismos. Esta gestión tiene una serie de pasos que son:

3.1. Recolección

Para la recolección deberá desarrollarse un plan en el que se establezca lo siguiente:

- Equipos que van a ser recolectados.
- Fecha que se recogerán.
- Sitios donde se ubicará el almacenamiento temporal o definitivo.
- Fecha en que se desarrollará el análisis para determinar la concentración de PCB.
- Identificar quienes realizarán la recolección.
- Momento de la capacitación al personal recolector.
- EPP a utilizarse.

- Vehículo que transportará los equipos.
- Los envases donde ubicarán los equipos, líquidos y sólidos contaminados con PCB.
- Documentos legales requeridos.
- Análisis de costos.

Con el programa elaborado se puede iniciar la recolección.

3.2. Embalaje



Los equipos, líquidos y desechos que contienen PCB, se deberán embalar de manera adecuada a fin de facilitar el transporte y brindar seguridad para reducir el riesgo de fugas y derrames.

El embalaje de desechos peligrosos se divide en dos categorías: embalaje para el transporte; y embalaje para el almacenamiento.

Por lo general la legislación nacional relativa al transporte de mercancías peligrosas reglamenta el embalaje de químicos y desechos peligrosos. En cuanto a las especificaciones del embalaje para el transporte, se deberán consultar, según el medio de transporte, los materiales de referencia publicados por las Naciones Unidas y la legislación local, especialmente para el movimiento transfronterizo.

Hay que tener algunas consideraciones para el embalaje de los materiales contaminados con PCB:

- a. En la mayoría de los casos, el embalaje adecuado para el transporte es apropiado para el almacenamiento.
- b. Por lo general, los desechos embalados en sus contenedores originales serán seguros para el almacenamiento, si el embalaje se encuentra en buenas condiciones.

- c. Estos elementos no deberán almacenarse jamás en otros contenedores de productos que no estén destinados a ellos, o cuyas etiquetas no identifican correctamente el contenido.
- d. Los contenedores en proceso de deterioro o considerados inseguros deberán vaciarse o colocarse en un embalaje exterior (sobre envase).
- e. Cuando los contenedores inseguros se vacíen, el contenido deberá colocarse en contenedores adecuados, nuevos o renovados. Se debe colocar etiquetas correspondientes a su contenido y los envases vacíos deberán descontaminarse o eliminarse como residuos sólidos contaminados con PCB.
- f. Los contenedores de menores dimensiones pueden embalsarse juntos, en contenedores de mayores dimensiones que contengan material absorbente.
- g. El equipo fuera de servicio que contenga PCB puede ser o no ser adecuado como embalaje. El grado de seguridad se deberá determinar en cada caso particular. Podrá drenarse el equipo en forma total o parcial, para este proceso es aconsejable el uso de bandejas de contención y el sellado de todas las aberturas. El equipo drenado se someterá a las operaciones de eliminación de PCB.

3.3. Inventario de equipos, aceite y desechos con PCB



La empresa o actividad que maneje equipos, aceite y desechos con PCB deberá realizar un inventario, aplicando las siguientes actividades:

1. Establecer la cantidad de equipos y contenedores que contienen aceites dieléctricos.
2. Identificar los equipos que contienen placa de identificación colocada por el fabricante y determinar si contienen o no contienen aceite con PCB.

3. Sacar una muestra de aceite de todos los equipos que no tengan la placa respectiva o estén en duda y analizar con el Kit colorimétrico (análisis cualitativo).
4. Las muestras de aceite de los equipos y contenedores que hayan dado positivo con el Kit se deberán enviar a un laboratorio acreditado por el Servicio de Acreditación Ecuatoriana (SAE) para realizar análisis de PCB por cromatografía (análisis cuantitativo); mientras se esperan los resultados, estos equipos y contenedores se pueden etiquetar como “contaminados con PCB” o “contiene PCB”. Ver anexo 1.
5. Los equipos y contenedores que hayan dado negativo se pueden etiquetar como “libre de PCB” o “no contaminado con PCB”. Ver Anexo 1.
6. Una vez que se tiene los resultados de los análisis, se establecerá el tratamiento adecuado para los equipos, aceite y sólidos con contenido de PCB.
7. Todos los datos obtenidos de los análisis cualitativos y cuantitativos deberán cargarse al SNIS PCB y además datos del poseedor, ubicación geográfica del equipo, datos de la placa, etc.

3.4. Transporte



En lo relacionado al transporte local de equipos, líquidos y sólidos contaminados con PCB, si no hay normas específicas para PCB, los generadores deberán cumplir con lo establecido en las normas para el transporte de materiales peligrosos o la normativa internacional.

En Ecuador existe la norma INEN NTE 22:66:2013, el Acuerdo Ministerial No. 061 y el Acuerdo Ministerial 026 relacionados al transporte de desechos peligrosos, por lo que el vehículo así como el transportista deberán cumplir con las mencionadas normas. El vehículo deberá contar con una licencia ambiental otorgada por el Ministerio del Ambiente, mientras que el transportista debe contar con licencia tipo E y el curso especial para el manejo de desechos peligrosos, por lo que todas estas consideraciones debe tenerse en cuenta antes de iniciar la fase de transportación de los PCB.

El generador deberá documentar todo el proceso del manejo de los PCB a través del Manifiesto Único de Entrega, Transporte y Recolección de Desechos Peligrosos.

3.5. Almacenamiento adecuado de PCB



El almacenamiento adecuado de PCB es importante ya que hay que considerar características especiales por ser un compuesto tóxico.

El principal objetivo de un almacenamiento adecuado de PCB es evitar que se derramen o se generen fugas que puedan aumentar el riesgo en contacto con las personas y contaminen el ambiente.

3.5.1. Características de una bodega de almacenamiento

El sitio de almacenamiento de PCB debe cumplir con requisitos que estén establecidos en las normas ambientales del país, ya sea específicamente para PCB, para materiales peligrosos o acogerse a las normas internacionales.

La bodega debe cumplir, por lo menos, lo siguiente:

- No estar cerca a ningún cuerpo hídrico (100 m) ni cercano a ninguna escuela, hospital, expendio de alimentos, sistemas de tratamiento de agua potable.
- No debe estar ubicado en zonas inundables.
- El piso debe estar sobre una base sólida y ser impermeable.
- Estar bajo techo, que sobrepase el área de la bodega.
- Debe tener una delimitación por lo menos con alambres y una puerta con candado.
- Debe estar protegido con un dique de contención contra derrames.
- Los equipos y recipientes que contienen PCB deben estar sobre estibas de apoyo
- La bodega debe estar debidamente identificada.
- La bodega debe poseer sistemas contra incendios y alarmas.

3.5.2. Medidas de seguridad

La bodega debe contar con medidas de seguridad para las personas que laboran en el sitio o que pueden estar en contacto con PCB:

- Deberán colocarse señales de advertencia de almacenamiento de PCB.
- Indicar que son materiales tóxicos.
- Establecer el EPP que se requiere para estar en esa área.
- Señalar la prohibición del uso de ciertos equipos: celulares, radios, etc.
- Contar con un plan de contingencias en el caso de un incidente.

3.5.3. Tipos de recipientes para almacenar PCB



Los recipientes dependerán del tipo de material contaminado con PCB que se va a almacenar, así:

- Los aparatos eléctricos grandes pueden ser situados sobre bandejas de derrame que contengan por lo menos el 110% del volumen del líquido del equipo.
- Los aparatos eléctricos pequeños pueden almacenarse en tambores de acero, con la parte superior abierta y que cuente con una tapa asegurable.
- Los líquidos deben ser guardados en tambores de acero con tapa de doble orificio. Debe tener una contención secundaria como una bandeja de acero o doble tambor.
- Los suelos contaminados pueden envasarse en tambores con la parte superior abierta y que cuente con una tapa asegurable, en caso de ser grandes cantidades se pueden ubicar sobre separadores impermeables.

3.6. Tratamiento o eliminación ambientalmente racional

El tratamiento, la destrucción o eliminación de los PCB es el procedimiento para romper los enlaces moleculares mediante una aportación de energía térmica o química.

3.6.1. Opciones tecnológicas para el tratamiento o eliminación

Las diferentes tecnologías para el tratamiento o destrucción de los PCB, son entre otras: incineración, dechloración, hidro-tratamiento, sistemas de arco plasmático.

La incineración.- Este método que utiliza altas temperaturas es el más utilizado a nivel mundial. Si este proceso es correctamente aplicado, puede tener una eficiencia del 99,99%, sin embargo si no cumplen con los requerimientos mínimos pueden generar otros compuestos tóxicos como las Dioxinas y Furanos, que son otro grupo de los COP inclusive más peligrosos que los PCB.



Los productos generados de una incineración a alta temperatura son: dióxido de carbono, agua y ceniza inorgánica.

Entre los tipos de incineradores identificados están:

- Incineradores de horno rotativo.
- Incineradores de inyección líquida.
- Incineradores de horno fijo.
- Incineradores de cama fluidizada.
- Hornos de cemento.

La dechloración química.- Se trata de un sistema cerrado y el volumen de emisiones gaseosas es bajo en comparación con los proceso de combustión. Este método se basa en reacciones o bien con un metal alcalino enlazado a un cuerpo orgánico (naftalina sódica o polietilenglicol), o con un óxido o hidróxido de metal alcalino.

Mediante la dechloración química, el contenido de cloro se convierte en sales inorgánicas que pueden extraerse de la fracción orgánica por filtración o centrifugación. El proceso de dechloración con catalizador.

El hidro-tratamiento.- Es el tratamiento de los aceites (es decir de los desechos líquidos) con gas hidrógeno, alta temperatura y en presencia de un catalizador. Los hidrocarburos clorados se descomponen en metano y ácido clorhídrico que se convierte en una solución salina mediante escobillado con sosa caustica. Para un buen funcionamiento es esencial mantener un estricto control del proceso.

Sistema de arco plasmático.- El método consiste en la creación de un campo de plasma térmico dirigiendo una corriente eléctrica, a través de una corriente de gas a baja presión para el tratamiento de materias orgánicas cloradas y otros desechos.

3.7. Estrategia de eliminación para Ecuador

Actualmente en Ecuador se están tratando o coprocesando los aceites dieléctricos con PCB < 50 ppm (considerado no contaminado) en los hornos de las cementeras y en aplicación a la norma de coprocesamiento (A.M.048). No se pueden destruir aceites dieléctricos con concentraciones mayores, a menos que las empresas cementeras realicen un protocolo de prueba que sea avalado por la autoridad ambiental.

También existen empresas incineradoras en el país, las cuales para poder gestionar aceites dieléctricos deben probar que sus hornos cumplen con lo requerido para el tratamiento de PCB en cuanto a la temperatura y tiempo de residencia, así como las emisiones a la atmósfera.

Hay otros métodos de eliminación o tratamiento de aceite dieléctrico contaminado con PCB, mencionados en el apartado 3.6.1., sin embargo estas tecnologías no han llegado al Ecuador. El Ministerio del Ambiente con su proyecto PCB estudia la factibilidad de que estas tecnologías puedan ser aplicadas en el país.

Finalmente existe la alternativa de enviar todas las existencias de equipos, materiales, suelos y aceites contaminados con PCB a países que posean un tratamiento adecuado para estos desechos, para ello se deberá realizar un transporte marítimo de desechos peligrosos siguiendo los lineamientos del Convenio de Basilea y los requerimientos de embalaje y etiquetado de desechos dados por las Naciones Unidas con sus recomendaciones para el Transporte de Mercancías Peligrosas (libro naranja) y la Organización Marítima Internacional (OMI) con su Código Internacional Marítimo para Transporte de Mercancías Peligrosas (IMDG).

Para poder determinar la viabilidad de cualquiera de estas alternativas de destrucción de los PCB, hay que contar primero con un inventario definitivo de la existencia de estos desechos y su ubicación, esta es la información básica que cualquier gestor de desechos necesita para determinar costos de tratamiento.

En cuanto a la disposición final, esta no aplica en el caso de los PCB, según lo establecido en el Acuerdo Ministerial 061, Parágrafo VI (Disposición final), Art. 124.



CAPÍTULO 4

MOVIMIENTO TRANSFRONTERIZO DE EQUIPOS, ACEITES Y MATERIALES CONTAMINADOS CON PCB

4.1. Recolección y transporte

Deberán cumplirse las reglamentaciones de cada país sobre el transporte de mercancías y desechos peligrosos y para el movimiento transfronterizo ajustarse a las previsiones establecidas por el Convenio de Basilea.

Según recomendaciones dadas por Naciones Unidas para el Transporte de Mercancías Peligrosas, el PCB es una sustancia Clase 9, sustancias y objetos peligrosos diversos.

4.2. Empaque y embalaje del desecho para transportar

Categorías de productos que tienen PCB:

- Transformadores de PCB drenados.
- Transformadores con aceite siempre que no presenten fugas.
- PCB líquido (aceite con PCB) proveniente del drenado de transformadores.
- Líquidos contaminados con PCB: aceites minerales, solventes, agua (más de 50 ppm).
- Sólidos contaminados con PCB (más de 50 ppm).
- Capacitores.

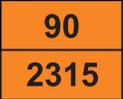
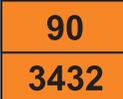
Tabla No.2.- Tipos de embalajes según el tipo de desecho

Productos con PCB	Tipo de embalaje
Líquidos de PCB	Barriles metálicos cerrados u otros que sean validados por el código IMDG.
Sólidos de PCB	Barriles abiertos en la parte superior con tapa asegurable u otros que sean validados por el código IMDG. .
Transformadores y capacitores	Embalajes / envases metálicos estancos, según la instrucción P906 del código IMDG.

Los tanques metálicos que cumplen con las especificaciones de la ONU son contenedores aprobados para la transportación de PCB, sin embargo, se recomienda empaquetar estos tanques en cajas metálicas que garanticen la seguridad para el mantenimiento y transporte. No es conveniente ubicar los transformadores drenados y los tanques con PCB líquido en la misma caja, debido a que los tanques pueden dañar el casco del transformador.

4.3. Etiquetado (normas internacionales ONU, IMO, etc.)

Las etiquetas ((ONU 2315 PCB líquidos y ONU 3432 PCB sólidos), de la clasificación del riesgo (Clase 9) y del contaminante marino deben colocarse en los cuatro lados de los contenedores marinos, en las cajas metálicas y en el interior de los transformadores.

 <p>NORMATICA HAZCHEM . RIESGO DE SUSTANCIA 90 SUSTANCIAS PELIGROSAS DIVERSAS . NÚMERO DE ONU 2315 ARTÍCULOS QUE CONTIENEN BIFENILOS POLICLORADOS LÍQUIDOS . TAMAÑO DE LETRA 10 CM. . CARTEL 30 CM. X 40 CM.</p>	 <p>NORMATIVA DOT Para cualquier tipo de recipiente terrestre o marítimo</p>
 <p>NORMATICA HAZCHEM . RIESGO DE SUSTANCIA 90 SUSTANCIAS PELIGROSAS DIVERSAS . NÚMERO DE ONU 3432 ARTÍCULOS QUE CONTIENEN BIFENILOS POLICLORADOS SÓLIDOS . TAMAÑO DE LETRA 10 CM. . CARTEL 30 CM. X 40 CM.</p>	 <p>NORMATIVA DOT Para cualquier tipo de recipiente terrestre o marítimo</p>

Los contenedores deberán cerrarse con candado y sellado. El número del sellado deberá indicarse en la declaración de material tóxico.

4.4. Almacenamiento transitorio

Se requiere de un almacenamiento transitorio para los PCB puesto que si se va a exportar para la disposición final se requiere realizar algunas acciones como el registro, embalaje, etiquetado y carga, esto se puede realizar en el área de almacenamiento del propietario.

4.5. Procedimiento para autorización de exportación

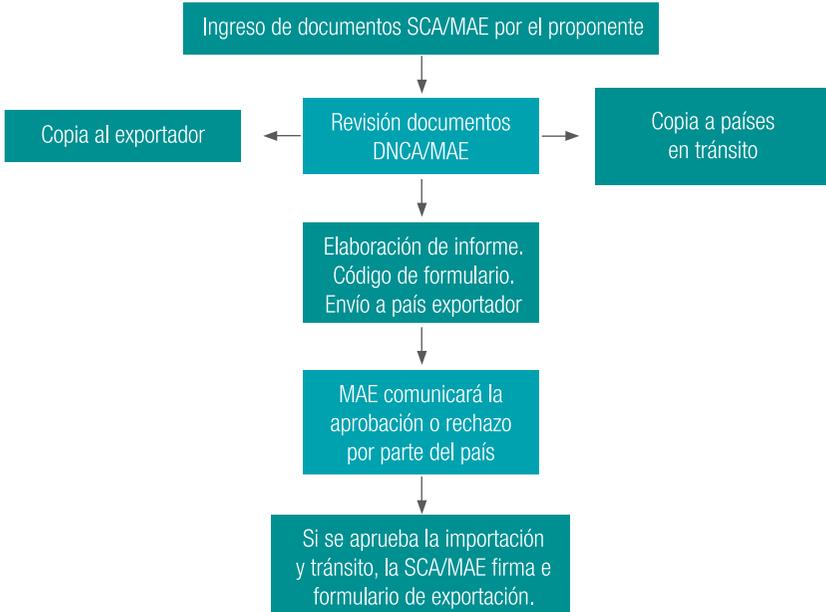
Referente al proceso de obtención del consentimiento para la exportación de desechos peligrosos pueden realizarlo todas aquellas personas naturales o jurídicas que requieran exportar desechos peligrosos y que cuenten con la respectiva licencia ambiental, una vez que se haya determinado que dentro del país no existe o no se puede dar el respectivo tratamiento o disposición final. Ecuador es signatario del Convenio de Basilea referente al movimiento transfronterizo de los desechos peligrosos por lo que tiene que cumplir con lo establecido en el mencionado convenio.

Para mayor información contactarse con el link:

http://www.basel.int/Portals/4/Basel%20Convention/docs/techmatters/forms-notif-mov/vCOP8_s.pdf

4.6. Trámite de exportación de PCB en el país.

Según lo establecido por el Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación, el Ministerio del Ambiente del Ecuador realiza el procedimiento respectivo, según lo indicado en el siguiente diagrama.



GLOSARIO DE TÉRMINOS

Aceite dieléctrico: es un aislante eléctrico con alta estabilidad térmica y elevada resistencia a la oxidación, el cual disminuye el campo eléctrico entre las placas del condensador.

Equipo contaminado con PCB: todo equipo de uso industrial o de uso eléctrico que contiene una concentración igual o mayor a 50 ppm o 10 μg de PCB / 100 cm^2 .

Equipo no contaminado PCB: todo equipo de uso industrial o de uso eléctrico que contiene una concentración menor a 50 ppm o 10 μg de PCB / 100 cm^2 .

Kit colorimétrico: es un método cualitativo de detección que funciona mediante la determinación de ión cloro. Usando el kit de prueba se determina la ausencia o posible presencia de PCB. Este método permite identificar las muestras que deben ser enviadas para cuantificación por otra técnica como cromatografía de gases.

Sistema Nacional de Inventario y Seguimiento de PCB (SNIS-PCB): plataforma informática en la que los poseedores de PCB registrarán sus inventarios de equipos, aceites y desechos con PCB.

BIBLIOGRAFÍA

- Gestión de residuos, Gestión de PCB en la industria minera, parte 1, Dra. Leila Devia.
- Revista de la Red para la eliminación de los PCB 2028.
- Manual del manejo de PCB's en Colombia.
- Manual de procedimientos para el manejo de Bifenilos policlorados (PCB) en el sector eléctrico ecuatoriano, 2012.
- Inventario de la capacidad mundial de destrucción de Bifenilos policlorados, PNUMA.
- Inventario de PCB en Ecuador, COALDES, 2003.
- Inventario Global de transformadores en el sector eléctrico ecuatoriano, 2014.
- Propuesta de la norma de procedimiento de la gestión integrada y ambientalmente racional de los PCB en el Ecuador.
- Código IMDG, Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas.
- UNEP-CHW-MAST-GUID-PCB contaminated equipment. Manual de capacitación para la preparación de un plan nacional de manejo ambientalmente adecuado de los Bifenilos Policlorados (PCB) y de equipos contaminado con PCB del Convenio de Basilea.

Anexo 1.- Modelo de etiqueta para transformador con aceite dieléctrico.



Largo: 20 cm. Ancho: 10 cm.



Largo: 10 cm. Ancho: 8 cm.

Anexo 2.- Especificaciones técnicas de barriles para transporte de PCB.

Para el acondicionamiento de los residuos con PCB se siguen los criterios que se presentan a continuación:

TIPO DE RESIDUO	TIPO DE ENVASE
Líquido con contenido de PCB	Barriles o tambores cerrados
Sólidos contaminados con PCB	Barriles o tambores abiertos en la parte superior.
Transformadores	Sobre bandejas de contención conteniendo material absorbente

Los barriles utilizados para el transporte de materiales peligrosos deben cumplir con las recomendaciones de las Naciones Unidas.

Las etiquetas deben indicar claramente que se trata de mercaderías Clase 9, N° ONU 2315 (líquidos) u ONU 3432 (sólidos) como se indica en el capítulo cuatro de esta guía.

Los barriles deben cargarse de forma que dejen un espacio libre de unos 7 a 10 cm entre el contenido y la tapa, para permitir la expansión del líquido, la manipulación de estos barriles debe realizarse una vez que estén sellados.

Los barriles, dependiendo del tipo de desecho que contenga, pueden contener un código empleado por Naciones Unidas para su identificación, que incluye varios criterios, en el caso específico de desechos líquidos y sólidos con PCB la codificación que se puede encontrar será la siguiente:

1. Para identificar que es un Barril o Bidón, se usa el número "1".
2. Para identificar que es de Acero, se usa la letra "A".
3. Para identificar si tiene tapa NO desmontable, se usa "1", Si tiene tapa desmontable se usa "2" (los líquidos irán en barriles con tapa no desmontable y los sólidos en barriles con tapa desmontable).
4. Para identificar el nivel de riesgo de embalaje se usa X o Y, (X se usa para Grupos I, II y III; Y se usa para grupos II y III). En caso de desechos con PCB se usará "Y".
5. Si el contenedor tiene un líquido y este tiene una densidad mayor a 1.2, esta se debe especificar.
6. Los barriles con sólidos pueden tener hasta un peso máximo de 150 Kg, es por esto que se deben marcar con "150".
7. En el caso de sólidos, se debe marcar con "S".
8. Se debe incluir los dos últimos dígitos del año de fabricación del barril, ej. 2001, "01".
9. Se debe incluir la identificación del país de fabricación del barril, ej. Holanda "NL".
10. Se debe incluir la abreviación del nombre del fabricante, ej. "RB".

A continuación se presentan ejemplos de codificación:

Ejemplo 1:

1A1/Y 1.4/83/NL/VL

Bidón nuevo de acero destinado a contener líquidos con densidad de 1.4, fabricado en el año 1983 en Holanda por VL.

1A2/Y 150/S/83/NL/VL

Bidón nuevo de acero con peso de 150Kg destinado a contener sustancias sólidas o embalajes/envases interiores, fabricado en 1983 en Holanda por VL.

Ejemplo 2 :

1 A 1/Y1.4/ 83/ NL/ RB/ 85RL

En caso que el bidón se haya reacondicionado luego del año de fabricación, aparecerá la identificación del país que realizó el reacondicionamiento, la identificación de la empresa responsable del reacondicionamiento, seguido de los dos dígitos del año, la letra "R" y la letra "L" para el que haya superado la prueba de estanqueidad.

Anexo 3.- Etiquetado de barriles para transporte de desechos con PCB.

A continuación se presentan 2 gráficas de como etiquetar barriles para el transporte transfronterizo de desechos líquidos y sólidos con PCB.

LÍQUIDOS CONTAMINADOS CON PCB



SÓLIDOS CONTAMINADOS CON PCB





*Al servicio
de las personas
y las naciones*