

Guía para la gestión integral de PCB

TOMO 1: INTRODUCCIÓN Y REFERENCIA RÁPIDA PARA GESTIÓN DE PCB

Créditos Institucionales

Entidad Coordinadora:

Departamento de Productos Químicos y Residuos Peligrosos
Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
7 avenida 03-67, zona 13, Ciudad Guatemala, Guatemala.

Entidad Implementadora

Organización de Las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial -ONUDI-
Proyecto: “Manejo y Disposición Ambiental de Equipos Contaminados con Bifenilos Policlorados PCB y Desechos del Plaguicida DDT y Creación de Capacidad Técnica en Guatemala”

Compilación y Edición Técnica:

Ing. Jefferson Guillermo Santiago Cabrera - Consultor Técnico del Proyecto
Revisión: Ing. Justo Elviz Ajanel Ardón - Coordinador de Proyecto
Ing. Laura Verónica López – Encargada del Convenio de Estocolmo, Departamento de Coordinación para el Manejo Ambientalmente Racional de Productos Químicos y Desechos Peligrosos del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

Revisión Editorial:

Departamento de Comunicación Corporativa
Instituto Nacional de Electrificación -INDE-
7a Avenida 2-29 zona 9, Ciudad de Guatemala, Guatemala.

Primera edición: 2018
Impreso en Guatemala.



CONTENIDO

| | | |
|-----|---|----|
| 1 | RESUMEN | 4 |
| 2 | INTRODUCCIÓN | 4 |
| 3 | El PCB | 6 |
| 3.1 | Problemas ambientales del PCB | 8 |
| 3.2 | Efectos del PCB en la Salud..... | 8 |
| 4 | ETAPAS DE GESTIÓN DEL PCB..... | 9 |
| 4.1 | Aprender sobre el PCB..... | 9 |
| 4.2 | Protegerse del PCB | 10 |
| 4.3 | Inspección del PCB (Inventario) | 11 |
| 4.4 | Muestreo y análisis del PCB..... | 12 |
| 4.5 | Mantén Fuera el PCB | 15 |
| 4.6 | Almacena..... | 15 |
| 5 | Gestiona el PCB | 18 |
| 5.1 | La gestión de desechos previa a destrucción o descontaminación | 19 |
| 5.2 | Operaciones de destrucción o descontaminación de desechos con PCB. | 19 |
| 5.3 | Destrucción en horno de cemento. | 21 |
| 5.4 | Gestión de sitios contaminados..... | 21 |
| 6 | MAPA DEL CICLO DE VIDA DEL EQUIPO ELÉCTRICO..... | 21 |

Índice de tablas

| | | |
|---------|-----------------------------------|----|
| Tabla 1 | Límites de PCB en Guatemala | 10 |
|---------|-----------------------------------|----|

Índice de ilustraciones

| | | |
|---------------|--|----|
| Ilustración 1 | Variación de color de aceite dieléctrico sin importar su contenido de PCB..... | 6 |
| Ilustración 2 | Estructura molecular del PCB | 7 |
| Ilustración 3 | Equipos eléctricos que contienen aceite dieléctrico. | 7 |
| Ilustración 4 | Pasos para la gestión de PCB | 9 |
| Ilustración 5 | Técnico con su equipo de protección | 11 |
| Ilustración 6 | Personal realizando inspección para el inventario..... | 12 |

Ilustración 7 Insumos para toma de muestra12

Ilustración 8 Ejemplo de tomado de muestra13

Ilustración 9 Interpretación de colores en Kit cualitativos (clor-n-cil)13

Ilustración 10 Persona realizando análisis con equipo cualitativo14

Ilustración 11 Equipo Cuantitativo para análisis semicuantitativo14

Ilustración 12 Vista de un cromatógrafo15

Ilustración 13 Rotulado de recipientes y desechos con PCB16

Ilustración 14 Vista de un vehículo con indicación del lugares de rotulado17

Ilustración 15 Vista esquemática de bodega de almacenaje para equipos contaminados con PCB17

Ilustración 16 Esquema de una planta de destrucción térmica20

Ilustración 17 Representación de una planta declorinación de aceite dieléctrico20

Ilustración 18 Ciclo de vida del equipo eléctrico22



1 RESUMEN

La presente guía contiene los lineamientos e información necesaria para conocer de forma general la gestión del PCB a lo largo del ciclo de vida de los equipos eléctricos de aplicación cerrada. La misma se ha alineado con los términos y regulación ambiental vigente en Guatemala. La gestión abarca criterios y generalidades de PCB:

- a. Uso de equipo de protección.
- b. Inspección e inventario
- c. Realización de muestras y análisis químico
- d. Mantenimiento y operación de equipos
- e. Embalaje, transporte y almacenamiento
- f. Operaciones para la gestión final

A lo largo del documento se hacen referencias a los tomos donde se tiene la información completa para la adecuada gestión.

2 INTRODUCCIÓN

Las guías presentan la gestión de PCB desde un punto de vista integral por lo que se han estructurado de la siguiente manera:

- **TOMO 1: GUÍA DE BOLSILLO PARA GESTIÓN DE PCB.** Es un documento de consulta inmediata para apreciar de una vista general de la gestión y luego referirse a la guía que contiene la información que el usuario necesite.
- **TOMO 2: GENERALIDADES Y CONCEPTOS DE PCB:** Ha sido diseñada para el entendimiento básico del PCB.
- **TOMO 3: GESTIÓN DE RIESGOS ASOCIADOS A PCB.** Aquí se incluyen los elementos de seguridad necesarios para realizar las operaciones de forma segura en las siguientes guías desarrolladas.
- **TOMO 4: INVENTARIO NACIONAL DE PCB.** Ha sido diseñado para permitir al usuario realizar y actualizar su inventario de equipos susceptibles de contener PCB, incluye una sección dedicada al “SISTEMA DE INFORMACIÓN DE PCB” que funciona según la regulación nacional.
- **TOMO 5: MUESTREO DE EQUIPOS SUSCEPTIBLES DE CONTENER PCB.** Indica los lineamientos para la toma de muestra de aceites de equipos en el inventario para su posterior análisis químico.
- **TOMO 6: ANÁLISIS QUÍMICO DE PCB.** Esta guía indica los lineamientos para realizar la correcta identificación de PCB cumpliendo con los requisitos de la regulación.
- **TOMO 7: OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS CON ACEITES DIELECTRICOS.** Indica todo lo concerniente al uso y mantenimiento de



equipos a fin de evitar la contaminación con PCB y los lineamientos para operar y mantener equipos contaminados con PCB.

- **TOMO 8: EMBALAJE, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE EQUIPOS CONTAMINADOS CON PCB.** En esta guía se definen los requisitos, para el correcto embalaje, transporte y almacenamiento de equipos contaminados con PCB.
- **TOMO 9: MANEJO AMBIENTALMENTE RACIONAL DE EQUIPOS Y DESECHOS CONTAMINADOS CON PCB.** Incluye las directrices para el manejo adecuado de los equipos fuera de uso y desechos contaminados con PCB.

Se recomienda al lector revisar esta guía, a fin de establecer la perspectiva técnica y el **TOMO 3 GESTIÓN DE RIESGOS ASOCIADOS A PCB** antes de realizar cualquier operación con PCB. A las referencias a las guías correspondientes se muestran para su detalle.

3 EI PCB

El Policloruro de Bifenilo llamado por sus siglas PCB, es un compuesto químico que se fabricó en el siglo pasado debido a sus excelentes propiedades:

- a. Poca inflamabilidad
- b. Estabilidad química
- c. Alto punto de ebullición
- d. Propiedades dieléctricas.



Ilustración 1 Variación de color de aceite dieléctrico sin importar su contenido de PCB

Pero justamente esas propiedades lo convierten en un contaminante terrible ya que el PCB:

- a. Es toxico (y cancerígeno)
- b. Soluble en grasa (se bio acumula)
- c. Es muy persistente
- d. Viaja largas distancias

Desde el punto de vista químico son compuestos aromáticos, formados de átomos de hidrógeno que pueden ser sustituidos por hasta diez átomos de cloro. Los congéneres de PCB con mayor contenido de cloro son prácticamente insolubles en agua y sumamente resistentes a la degradación. La Organización Mundial de la Salud les ha asignado factores de equivalencia de toxicidad, debido a que exhiben una toxicidad parecida a la de la dioxina.

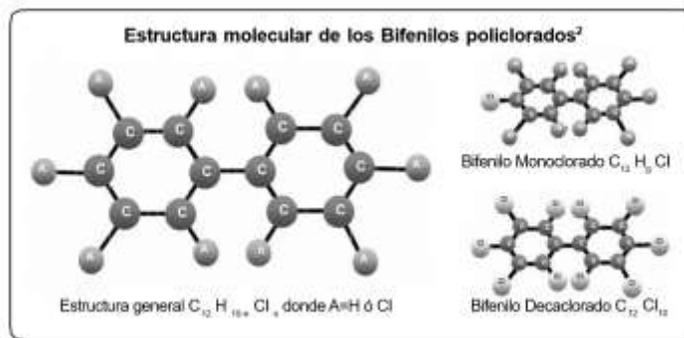


Ilustración 2 Estructura molecular del PCB

Tomado de <http://lanotaenergetica.com/2014/11/11/bifenilos-policlorados-o-pcbs/>

Los PCB se utilizaron en una muy amplia variedad de aplicaciones industriales y de consumo. La Organización Mundial de la Salud calificó esos usos como completamente cerrados, nominalmente cerrados y abiertos. Esos usos abarcan:

- 1) Sistemas completamente cerrados:
 - a. Transformadores eléctricos (de potencia, de distribución, etcétera)
 - b. Condensadores eléctricos (incluidas las reactancias de lámparas)
 - c. Interruptores eléctricos, relés y otros accesorios
 - d. Cables eléctricos
 - e. Motores eléctricos y electroimanes (cantidades muy pequeñas)
 - f. Fluidos dieléctricos.

De estas aplicaciones la que nos interesa por su uso en **Aplicaciones Cerradas**, específicamente **su uso en el sector eléctrico como fluido dieléctrico**, por lo cual el enfoque de las presentes guías es este.



Ilustración 3 Equipos eléctricos que contienen aceite dieléctrico.

3.1 Problemas ambientales del PCB

Desde 1966 los científicos notaron que los PCB son virtualmente indestructibles y se acumulan en las cadenas biológicas, por lo que dañan la salud del ambiente y de los seres humanos. Se encuentran en todos los escalones de la cadena alimenticia y estudios revelaron su presencia, particularmente, en tejido adiposo de especies vivientes al final de la cadena: peces, focas, pájaros y finalmente en humanos. Se encuentran los siguientes niveles de PCB en tejido adiposo humano:

- a. 1mg/kg de PCB en Canadá o 8 mg/kg en Francia
- b. hasta 10 mg/kg en Alemania (estudio realizado en 1977)
- c. Se encontraron trazas de PCB en leche materna.
- d. Más del 90% de lo ingerido atraviesa el intestino y es retenido en el organismo.
- e. El órgano más propenso para su acumulación es el hígado

3.2 Efectos del PCB en la Salud

Estudios en humanos demuestran que los envenenamientos comienzan entre 800 y 1,000 ppm, y los primeros síntomas inician en la piel y ojos. Existen tres maneras de exponerse a los PCB: por ingestión, inhalación y absorción cutánea (a través de la piel).

Para mayor información sobre los efectos del PCB puede consultarse **TOMO 2: GENERALIDADES Y CONCEPTOS BÁSICOS DE PCB**, donde encontrará características químicas, información general, glosario, acrónimos, y otra información de carácter general del PCB.

4 ETAPAS DE GESTIÓN DEL PCB

Ya hemos visto como el PCB es un aceite, que se utiliza en equipos eléctricos de aplicación cerrada, y a nivel internacional está regulado por el Convenio de Estocolmo, por lo que ahora el contenido se centra en la gestión. A fin de ilustrar la gestión de PCB se puede separar en diferentes etapas en forma de enunciados que ayudan a recordar cómo se debe gestionar el PCB en los equipos eléctricos a lo largo de su ciclo de vida.

Estas son:

- Etapas previas:
 - a. Aprende
 - b. Protégete
- Etapas Operativas
 - a. Inspecciona
 - b. Muestra y analiza
 - c. Mantiene
 - d. Almacena
 - e. Gestiona

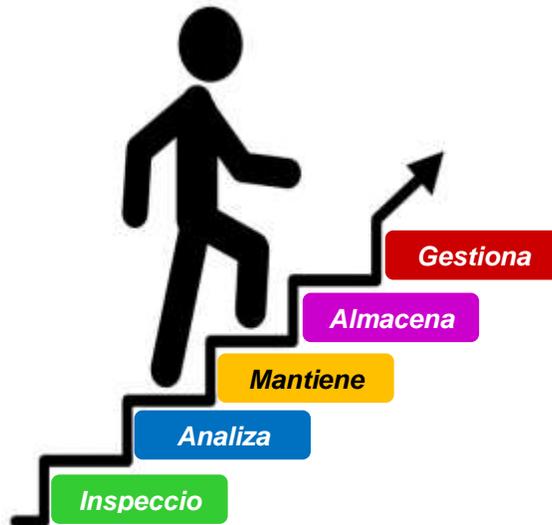


Ilustración 4 Pasos para la gestión de PCB

4.1 Aprender sobre el PCB

Las prácticas industriales causaron que los PCB pasaran a equipos no contaminados originalmente, lo que creó puntos de contacto adicionales con el medio ambiente. Una práctica común era la de rellenar o recargar con PCB los transformadores que no contenían PCB (aceite mineral) cuando no se disponía de otro líquido. Conocer sobre el PCB y las malas prácticas nos ayudan a evitar cometerlas adelante (ver **TOMO 7: OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS CON ACEITES DIELECTRICOS**).

También se añadieron o se eliminaron aceites con PCB junto con líquidos que no contenían PCB, como aceite de calefacción o refrigerantes, líquido para maquinaria hidráulica, líquido de frenos, aceite de motor y combustibles sin especificación. Se conocen numerosas anécdotas de empleados de empresas eléctricas que utilizaban líquidos con PCB para lavarse las manos y se los llevaban a casa para utilizarlos en calentadores domésticos, instalaciones hidráulicas y motores (como lubricante). Dado

que la mayoría de las reactancias de lámparas fluorescentes que se fabricaron antes de la prohibición de los PCB contienen este producto químico, muchos hogares y negocios que instalaron lámparas fluorescentes han adquirido PCB sin saberlo.

Para Guatemala se han establecido los siguientes límites:

Tabla 1 Límites de PCB en Guatemala

| EQUIPO | CONCENTRACIÓN |
|---------------------|--------------------------------|
| Bajo Nivel de PCB | Menor a 50 ppm. |
| Contaminado con PCB | Mayor o igual a 50 ppm. |

Para más información puede consultar el **TOMO 2: GENERALIDADES Y CONCEPTOS BÁSICOS DE PCB.**

4.2 Protegerse del PCB

Antes de realizar cualquier operación con PCB es preciso conocer los elementos de seguridad para trabajar con él, para esto es importante:

- a. Capacitarse sobre los riesgos de PCB
- b. Tomar las medidas de prevención ante el PCB
- c. Usar equipo de protección personal (EPP) adecuado contra el PCB
- d. Prepararse en actuaciones en caso de emergencia de PCB

En el **TOMO 3: GESTIÓN DE RIESGOS ASOCIADOS A PCB** se indica todo lo referente a los riesgos asociados al PCB. Se recomienda leer, entender y aplicar ese tomo antes de realizar cualquier operación de PCB.

En materia de protección personal se debe tomar en cuenta que el equipo de referencia EPP es:

- a. Ropa de trabajo: pantalón y camisa manga larga.
- b. Protección respiratoria contra vapores orgánicos
- c. Guantes de nitrilo
- d. Lentes de protección contra salpicaduras
- e. Traje de cuerpo completo contra salpicaduras
- f. Botas de protección con cubre botas



Ilustración 5 Técnico con su equipo de protección

Todo el equipo de protección debe ser desechado de forma ambientalmente racional, una vez que entra en contacto con aceite sospechoso o contaminado de PCB.

Adicional al EPP se debe tener en cuenta materiales para cualquier contingencia:

- a. Material Absorbente
- b. Bolsas o contenedores para recoger derrames
- c. Palas para recoger el material

Todos los desechos que han estado en contacto con aceite sospechoso o contaminando con PCB deben ser gestionados de forma ambientalmente racional en el **TOMO 9: MANEJO AMBIENTALMENTE RACIONAL DE EQUIPOS Y DESECHOS CONTAMINADOS CON PCB** se describen a detalle los requisitos.

4.3 Inspección del PCB (Inventario)

La identificación de PCB es elemental para llevar un control de los inventarios nacionales, así como uno de los elementos en las propuestas regulatorias a ser implementadas en el país. La identificación se hace por medio de una **INSPECCIÓN**, a partir de la cual se toman los datos de cada equipo y son identificados (con marchamos y etiquetas). Esta Inspección nos permite separar los equipos con riesgo de contener PCB, es decir, **SOSPECHOSOS DE PCB**. En esta inspección se realiza el relleno de un registro. En el **TOMO 4: INVENTARIO NACIONAL DE PCB**, se describen exactamente los elementos que se deben inspeccionar y la forma correcta de registrarlos en el inventario. Un elemento importante es la colocación de identificadores (pueden ser marchamos o etiquetas) que permiten determinar cuáles son los equipos que se han agregado en el inventario.



Ilustración 6 Personal realizando inspección para el inventario

Para la inspección es importante contar con:

- Dispositivo móvil con aplicación o boletas de papel con lapicero
- Identificadores para los equipos que se inventarían.

Todo equipo sospechoso se le debe obtener una muestra de aceite para hacer análisis de PCB.

4.4 Muestreo y análisis del PCB

Una vez que se han segregado los equipos Sospechosos el siguiente paso es realizar **LA TOMA DE MUESTRAS Y ANÁLISIS QUÍMICO.**

4.4.1 Toma de muestras

La toma de muestras debe ser realizada con toda la prevención del caso y tomando en cuenta el uso del EPP adecuado, para la toma se necesita.

- Frascos ámbar para contener la muestra;
- Vasos de toma de muestras;
- Pipetas o jeringas desechables para tomar muestra;
- Bolsa para colocar el frasco ámbar;



- e. Formatos, etiquetas, marcador y lapicero para relleno de los registros;
- f. Caja de transporte de muestras;
- g. Material para limpieza Bolsas para desechos
- h. Bolsa aisladora;
- i. Bandeja de contención de derrames;
- j. Recubrimiento de bandeja de derrames.

La toma de muestras debe realizarse siguiendo los requisitos de seguridad y buenas prácticas, en el **TOMO 5: MUESTREO DE EQUIPOS SUSCEPTIBLES DE CONTENER PCB** se detalla todo el proceso, en este aspecto es importante hacer énfasis en la trazabilidad y relleno correcto de los registros a fin



Ilustración 8 Ejemplo de tomado de muestra

de garantizar que se están realizando los análisis químicos a las muestras correctas.

4.4.2 Análisis de tamizaje

Estos tienen la ventaja de que se pueden hacer en campo, en muy poco tiempo y permite **descartar** equipos con Bajo Nivel de PCB (internacionalmente conocidos como Libre de PCB con menos de 50 ppm de PCB). Los más ampliamente utilizados son los kits colorimétricos y método por potenciómetro (equipo L2000DX), referenciados en la legislación como **Cualitativo** y **Semicuantitativo** respectivamente. Sin embargo estos a veces dan falsos positivos debido a sales, humedad u otras sustancias que pueden interferir con el análisis, es por ello por lo que se recomienda hacer un análisis de laboratorio, referenciados en la legislación como **Cuantitativos**.

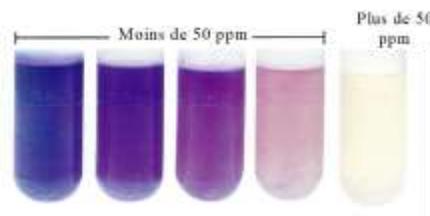


Ilustración 9 Interpretación de colores en Kit cualitativos (clor-n-cil)



Ilustración 10 Persona realizando análisis con equipo cualitativo



Ilustración 11 Equipo Cuantitativo para análisis semicuantitativo

En el **TOMO 6: ANÁLISIS QUÍMICO DE PCB** se encuentra la información para la realización de análisis químicos de tamizaje que tengan validez en el país y toda la información pertinente a los mismos, incluyendo en los anexos, procedimientos para la realización de algunos de los análisis de tamizaje más comunes con los kits clor-n-oil y el equipo L2000DX.

4.4.3 Análisis de laboratorio

Solo pueden ser realizados por laboratorios que tengan la metodología para detección de PCB acreditada o reconocida por la OGA (estas listas de laboratorios a nivel internacional y métodos son relativamente fáciles de conseguir o verificar) y generalmente se tratan de metodologías que hacen uso de **cromatografía**. La ventaja de estas metodologías es que permiten medir el grado de contaminación de PCB en el aceite lo que es de gran utilidad para escoger la tecnología de eliminación.



Ilustración 12 Vista de un cromatógrafo

El Análisis Cuantitativo es el método definitivo para confirmar o descartar la presencia de PCB, tiene prioridad sobre otros análisis. En el **TOMO 6: ANÁLISIS QUÍMICO DE PCB** se detallan los requisitos para los análisis de laboratorio.

4.5 Mantén Fuera el PCB

4.5.1 Operación y mantenimiento

Lo primero y más importante es evitar la contaminación cruzada. El PCB ya no se fabrica desde finales de los 70s, pero debido al **REÚSO DEL ACEITE** se han dado casos de equipos contaminados con PCB a pesar de que fueron fabricados sin este. En forma breve se pueden mencionar que las buenas prácticas incluyen: ***El uso de aceites certificados libres de PCB, realizar análisis de PCB en equipos Sospechosos antes de hacer reemplazo de aceite, entre otras.***

En el **TOMO 7: OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS CON ACEITES DIELECTRICOS** se dictan todas las normas para el correcto uso de equipos susceptibles y las practicas que deben seguirse para evitar la contaminación cruzada, incluyendo requisitos y responsabilidades definidas tanto para ***Propietarios*** como para ***Empresas de Mantenimiento***.

4.6 Almacena

Luego del análisis químico tendremos aquellos equipos catalogados como **CONTAMINADOS CON PCB** (50 PPM a 500 PPM). Entonces ya tendremos plazos para **SACAR DE OPERACIÓN o DESCONTAMINAR EL EQUIPO**. Según convenio y la regulación nacional no pueden haber equipos contaminados en operación después del 2025 y equipos contaminados fuera de operación después del 2018, pero la propuesta regulatoria tiene plazos más exigentes en cuanto al almacenamiento, la decisión de retirar de operación o no depende de cada poseedor, pero es importante cumplir con los plazos que como país ya se adquirieron al ratificar el convenio.

En caso de que se opte por retirar de operación (situación se ha observado más práctico para equipos de distribución), se debe realizar la operación en condiciones seguras. la guía del **TOMO 8: EMBALAJE, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE EQUIPOS CONTAMINADOS CON PCB**, se han elaborado incluyen temas como:

- **Requisitos del embalaje:** En resumen que cumplan con lo relativo al El **Sistema Globalmente Armonizado** de Clasificación y **Etiquetado** de productos químicos (SGA o GHS por sus siglas en inglés) y el Libro Naranja relativas al “Transporte de Mercancías Peligrosas” publicado por Naciones Unidas¹. Y los tipos embalajes propuestos en el Manual de capacitación Convenio de Basilea y las recomendaciones de las Naciones Unidas en sus instructivos P002, P003, P906 y los IBC 02 y 08 de 2011.



a)

b)

c)

Ilustración 13 Rotulado de recipientes y desechos con PCB

El rotulo “a” es el exigido para reportar el peligro ambiental y para reportar el código de las Naciones Unidas para PCB; el rotulo “b)” Indica peligro al medio ambiente y especies acuáticas; el rotulo “c)” es indicativo de sustancias cancerígenas.

- **Requisitos de transporte:** Incluyendo procedimientos de verificación previa (listas de chequeo), requisitos de estiba para la carga (izados y el uso de cubetos de contención de derrames), identificación de los vehículos.

¹ ST/SG/AC.10/1/Rev.17

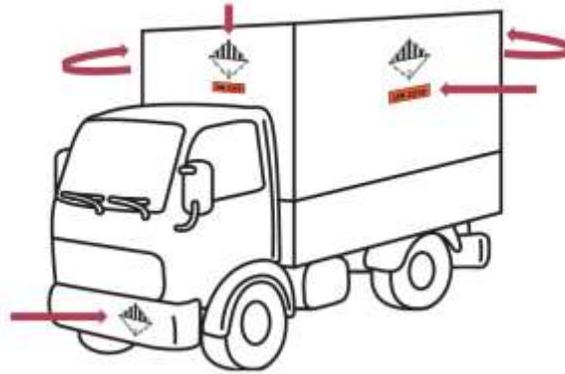


Ilustración 14 Vista de un vehículo con indicación del lugares de rotulado

Requisitos de las instalaciones de almacenamiento: deben contar con:

- a. Protección contra el entorno;
- b. Cumplir con restricciones de ubicación;
- c. Piso con integridad estructural y hermeticidad apropiada;
- d. Elementos de comunicación;
- e. Elementos de prevención en caso de emergencias: EPP, alarmas, extintores, sistemas de comunicación;
- f. Procedimientos y controles definidos para la operación, incluyendo planes de emergencias;
- g. Contención en caso de derrames de aceites:
- h. Requisitos del embalaje.



Ilustración 15 Vista esquemática de bodega de almacenaje para equipos contaminados con PCB



Como ya se ha indicado las especificaciones se encuentran en **TOMO 8: EMBALAJE, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE EQUIPOS CONTAMINADOS CON PCB.**

5 Gestiona el PCB

Los desechos consistentes en PCB, son lo que contienen o han estado en contacto con aceite dieléctrico contaminado con PCB, algunos son:

- a. Equipo que contenga o esté contaminado con PCB (condensadores, disyuntores, cables eléctricos, motores eléctricos, electroimanes, equipo de transmisión de calor, instalaciones hidráulicas, interruptores, transformadores, bombas neumáticas, reguladores de voltaje).
- b. Disolventes contaminados con PCB o PCT.
- c. Desechos de demolición que contengan o estén contaminados con PCB: materiales pintados, revestimientos de piso resinosos, selladores, ventanas selladas.
- d. Aceites consistentes en PCB, que los contengan o estén contaminados con ellos.
- e. Cables eléctricos aislados por polímeros que contengan o estén contaminados con PCB.
- f. Suelos y sedimentos, rocas y áridos (como el fondo rocoso excavado, grava, material detrítico) contaminados con PCB.
- g. Lodo contaminado con PCB.
- h. Contenedores contaminados mediante el almacenamiento de desechos consistentes en PCB, que los contengan o estén contaminados con ellos.

En este aspecto se puede mencionar dos etapas:

- a. La gestión de desechos previa a destrucción o descontaminación
- b. Y operaciones de destrucción o descontaminación de desechos con PCB.

En la guía en el **TOMO 9: MANEJO AMBIENTALMENTE RACIONAL DE EQUIPOS Y DESECHOS CONTAMINADOS CON PCB:** Incluye las directrices para el manejo adecuado de los equipos fuera de uso y desechos contaminados con PCB.



5.1 La gestión de desechos previa a destrucción o descontaminación

Previo a la gestión final hay varias actividades que las empresas deben realizar para el correcto manejo de los desechos los cuales deben estar almacenados según los requisitos de embalaje en instalaciones apropiadas.

Un punto importante del manejo de desechos con PCB es respetar la incompatibilidad con otros desechos, es decir, que el lugar de acopio sea exclusivo para desechos con PCB y no se almacene junto con otro contaminante. Por ejemplo desechos con mercurio, ya que en caso de incidentes y accidentes puede mezclar desechos cuya gestión es más compleja. El segundo aspecto importante en la gestión es la previsión de presupuestos, debido a que la etapa de eliminación es una de las etapas más costosas. Las empresas deben realizar provisiones en su presupuesto a fin de realizar esta actividad dentro de los plazos que fija la ley.

5.2 Operaciones de destrucción o descontaminación de desechos con PCB.

Independientemente de la cantidad de equipos, peso o volumen de materiales contaminados, se debe realizar un proceso de descontaminación o disposición final.

Aunque en Guatemala no existen instalaciones para la eliminación o descontaminación de PCB, hay propietarios que ya han realizado eliminaciones de forma ambientalmente responsable.

La tecnología a seleccionar va a depender del grado de contaminación y valor de los activos eléctricos. Por ejemplo, en casos de bajas concentraciones de PCB, puede ser mejor pagar una descontaminación del aceite a una eliminación por exportación ya que, aunque el precio por kilogramo puede ser más caro, el valor del activo que se preserva pueda compensar el sobrecosto.

Un factor importante a tomar en cuenta es, que en caso de una exportación la gestión puede ser compleja a nivel logístico y de permisos para cumplir con los requisitos del **Convenio de Basilea Sobre el Control de Movimiento Trasfronterizo de Desechos Peligrosos y su Eliminación** (también ratificado por Guatemala). En el caso de realizarse la descontaminación a nivel local, debe considerarse que debe también cumplirse con la legislación nacional y el proyecto deberá cumplir con **instrumento ambiental** aprobado y vigente.

Sobre las tecnologías de eliminación, se puede mencionar que existen muchas y pueden estar disponibles en Guatemala, si las condiciones de mercado son adecuadas, algunas de estas son:

5.2.1 Retrolleado

Consiste básicamente de vaciado del aceite dieléctrico con PCB y relleno de transformador con aceite Bajo Nivel de PCB. Esta operación requiere de ciertas condiciones y verificaciones de la adecuada descontaminación. Está en realidad no es una operación de destrucción del PCB por lo que todo el aceite reemplazado debe ser tratado.

5.2.2 Destrucción térmica

Es una incineración en condiciones especiales y con controles adicionales para evitar la formación de Dioxinas.

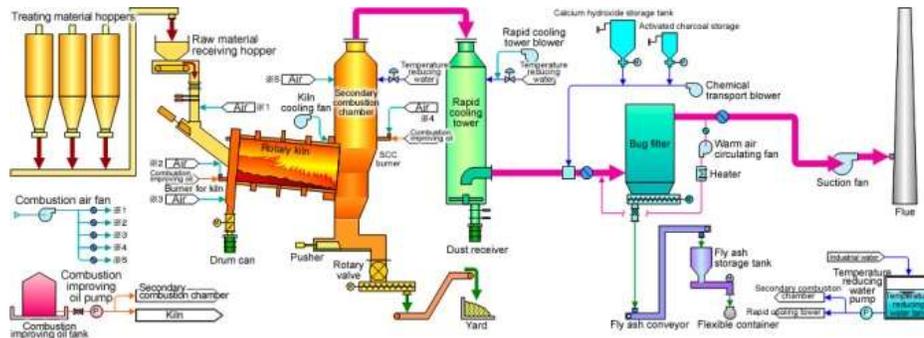


Ilustración 16 Esquema de una planta de destrucción térmica

5.2.3 Destrucción química

Es una gestión donde utilizan químicos a fin de quitar el cloro de la molécula de PCB, este proceso permite en algunos casos que el aceite pueda ser reutilizado. Algunas de estas tecnologías permiten el reusó de los equipos eléctricos por lo que los activos no necesariamente se pierden.

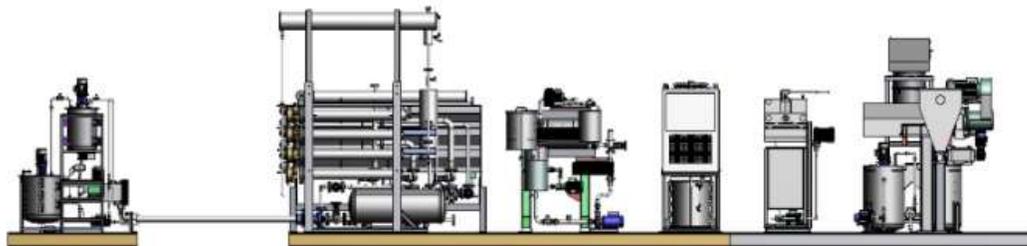


Ilustración 17 Representación de una planta de clorinación de aceite dieléctrico



5.3 Destrucción en horno de cemento.

Haciendo adaptaciones a los hornos de cemento en algunos casos es posible la destrucción de la molécula, es similar a la destrucción térmica convencional.

5.4 Gestión de sitios contaminados

Esta actividad se ha dejado al final no porque no sea importante sino porque primero era importante definir las condiciones para evitar la contaminación de suelo y fuentes de agua. **De nada sirve limpiar derrames de equipos si se siguen generando.** En esta actividad se han definidos guías para la identificación de sitios contaminados y procedimientos para la remediación (generalmente recoger el material y descontaminarlo de forma muy similar a los equipos contaminados), en el **TOMO 9: MANEJO AMBIENTALMENTE RACIONAL DE EQUIPOS Y DESECHOS CONTAMINADOS CON PCB** se incluye los requerimientos para la remediación de sitios contaminados y la guía del **TOMO 3: GESTIÓN DE RIESGOS ASOCIADOS A PCB.** , donde se indica actividades que se deben seguir en caso de derrames accidentales.

6 MAPA DEL CICLO DE VIDA DEL EQUIPO ELÉCTRICO

A fin de facilitar la visualización de la gestión de los PCB se presenta en la Imagen, donde se muestra el ciclo de vida de un equipo en relación a su contenido de PCB y su relación con las Iniciativas del PCB (pirámide).

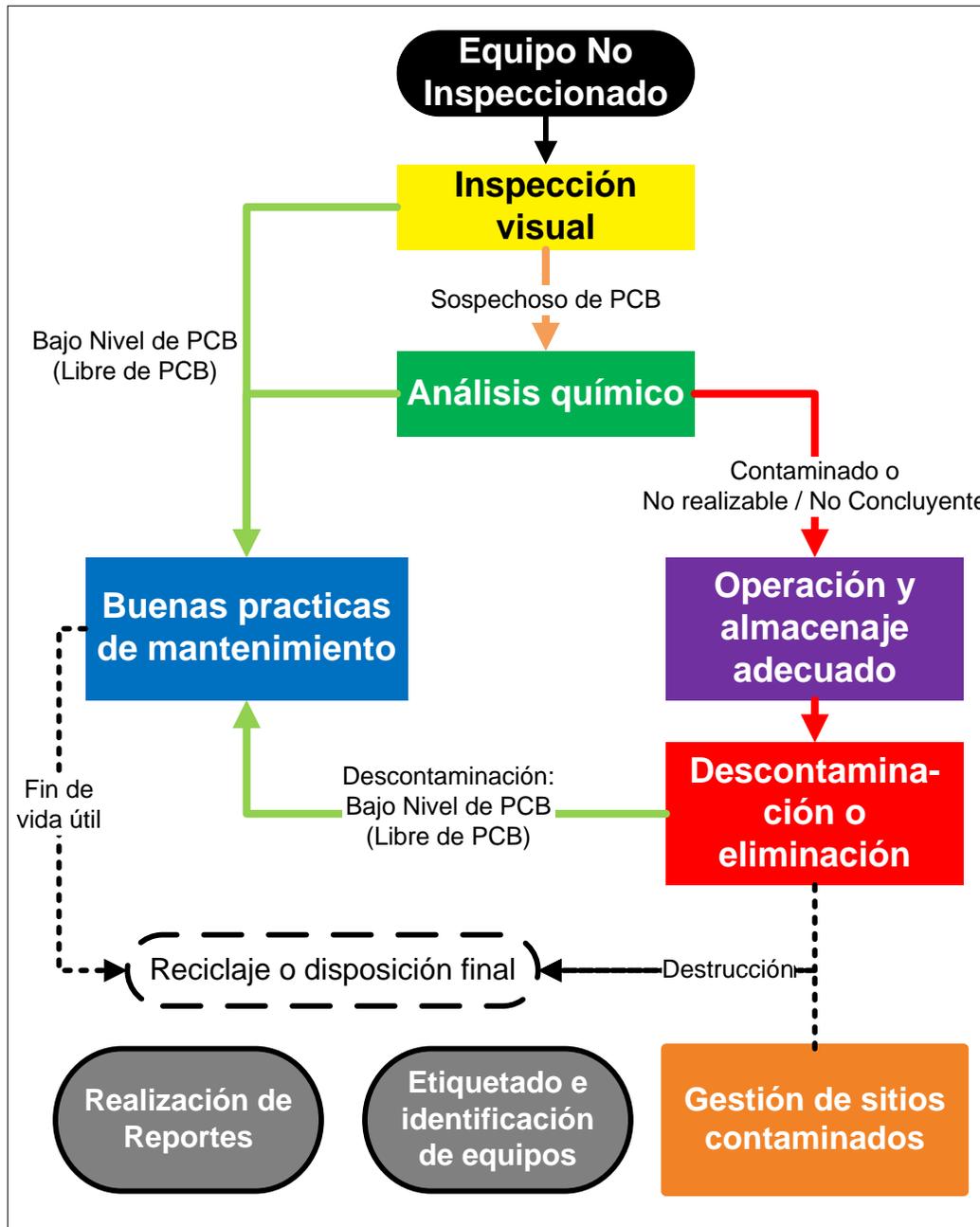


Ilustración 18 Ciclo de vida del equipo eléctrico