

Guía para la gestión integral de PCB

TOMO 7: OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS CON ACEITE DIELECTRICO

Créditos Institucionales

Entidad Coordinadora:

Departamento de Coordinación para el Manejo Ambientalmente Racional de Productos Químicos y Desechos Peligrosos en Guatemala
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 GEF 5816/UNIDO 140298:

“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 Nacional 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 en Guatemala, 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.

Segunda edición: 2018
Impreso en Guatemala.

*Manejo y disposición ambiental de equipos contaminados con PCB y
Desechos de DDT y la creación de capacidad técnica en Guatemala.
Ciudad de Guatemala, Guatemala*

Esta guía técnica puede ser reproducida total o parcialmente y en cualquier forma con fines educativos o no lucrativos sin el permiso especial del autor, siempre y cuando se cite la fuente.

El contenido de esta publicación es responsabilidad exclusiva del autor. Las opiniones expresadas no representan necesariamente la decisión o la política de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial.



Contenido

1	RESUMEN	5
2	INTRODUCCIÓN	5
3	GENERALIDADES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	7
3.1	Principales partes del transformador de potencia.....	8
3.2	Principales partes del transformador de distribución	9
4	COMPRA DE EQUIPAMIENTO E INSUMOS CON ACEITE DIELECTRICO	13
4.1	Procedimientos para prevenir la importación de equipos con PCB	14
4.2	Adquisición en el mercado nacional	15
4.3	Adquisición en servicios de terceros.....	16
5	VIGILANCIA.....	17
5.1	Vigilancia por parte del propietario	17
5.2	Vigilancia de parte de entidad de Gobierno	18
6	OPERACIÓN DE EQUIPOS	19
6.1	Retiro de uso de equipos contaminados antes de 2,025	20
6.2	Operar en un nivel de carga óptimo	20
6.3	Procurar un buen balance de cargas en el transformador	21
6.4	Realizar las reparaciones instalaciones apropiadas	21
6.5	Uso apropiado de puestas a tierra	22
7	MANTENIMIENTO	22
7.1	Capacitación del Personal	23
7.2	Mantenimiento a equipos susceptibles de contener PCB	23
7.3	Mantenimiento a equipos contaminados con PCB.....	26
7.4	Trasvase por mantenimiento correctivo o servicios al aceite.....	27
8	ANEXOS	31
	Anexo 1: Modelo de Certificado de Bajo Nivel de PCB.....	31
	Anexo 2: Bitácora de control máquinas de filtrado de aceite.....	31

Índice de ilustraciones

Ilustración 1	Partes visibles desde la parte externa del transformador	9
Ilustración 2	Bushing primario en transformador de distribución.....	9



Ilustración 3 Detalle de pararrayos	10
Ilustración 4 Bushing secundario	10
Ilustración 5 Detalle del TAP	10
Ilustración 6 Breaker	11
Ilustración 7 Detalle de sujetadores.....	11
Ilustración 8 Tapaderas	12
Ilustración 9 Radiadores.....	12
Ilustración 10 Placas.....	12
Ilustración 11 Vista de cubas de transformadores.....	13
Ilustración 12 Partes visibles desde la parte externa del transformador de distribución.	13
Ilustración 13 Equipo nuevo con indicación de Bajo Nivel de PCB “Libre de PCB”.....	14
Ilustración 14 Aceite quemado por un transformador utilizado en condiciones de sobre carga. 20	
Ilustración 15 Vista de un equipo con derrame de aceite que falló por desbalance de carga ...	21
Ilustración 16 Vista de un pararrayos en un transformador	22
Ilustración 17. Pasos para determinar si se debe realizar el mantenimiento.....	24
Ilustración 18 Evidencia de reuso de aceites con alta probabilidad de contaminación con PCB28	
Ilustración 19 Algunos mecanismos de contaminación cruzada.	29

1 RESUMEN

La presente guía contiene los lineamientos e información necesaria para realizar el la compra, operación y mantenimiento de equipos susceptibles de contener PCB, la misma se ha alineado con los términos y regulación ambiental vigente en Guatemala. La gestión abarca los criterios iniciales para evitar la importación de equipos contaminados con PCB, luego se dan los lineamientos generales para la operación segura de equipos y buenas prácticas. Una vez abarcada la operación, se desarrolla tanto el mantenimiento preventivo como correctivo, con énfasis en evitar la contaminación cruzada.

A fin de mantener el enfoque de la temática de la presente guía, en algunos puntos de gestión de PCB, se han realizado referencias a los otros tomos, tal como lo son:

- TOMO 3: GESTIÓN DE RIESGOS RELACIONADOS AL PCB.
- TOMO 4: INVENTARIO DE PCB.
- TOMO 5: MUESTREO DE EQUIPOS CON ACEITE DIELECTRICO.
- TOMO 6: ANÁLISIS QUÍMICO DE PCB Y ETIQUETADO.

El mantenimiento de equipos es entonces un punto clave dentro de la cadena de actividades de gestión de la vida útil del activo, dado que en su buen desempeño se obtiene la reducción de la cantidad de equipos y aceites dieléctricos que deben ser manejados como residuos o desechos contaminados con PCB.

2 INTRODUCCIÓN

Esta guía ha sido elaborada en el marco del Proyecto “Manejo y disposición ambiental de equipos contaminados con PCB y desechos de DDT y la creación de capacidades técnicas en Guatemala “financiado por el Fondo Mundial del Medio Ambiente y gestionado por la Organización de Las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial. Su objetivo principal es ser el manual de referencia para personal técnico relacionado con el manejo de equipos eléctricos para lograr un adecuado manejo de equipos susceptibles de contener o contaminadas con PCB.

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 BÁSICOS DE PCB:** Ha sido diseñada para el entendimiento básico del PCB.

- **TOMO 3: GESTIÓN DE RIESGOS RELACIONADOS AL PCB.** Aquí se incluyen los elementos de seguridad necesarios para realizar las operaciones de forma segura en las siguientes guías desarrolladas.
- **TOMO 4: INVENTARIO 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 Y ETIQUETADO.** 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 desechos contaminados con PCB.

3 GENERALIDADES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

La operación de equipos de transformación requiere principalmente de un lugar seguro y estable. Dependiendo de las características del equipo, puede ser instalado en estructuras elevadas (subestaciones aéreas), en casetas (subestaciones convencionales) o al aire libre.

En Guatemala la operación de estos equipos implica usualmente la energización del núcleo con tensiones que pueden ser desde los 2.4 kV, hasta los 400 kV.

Durante la operación los equipos se mantienen energizados y sometidos a la presión operativa que se traduce en incremento de temperatura del fluido dieléctrico, el cual puede llegar a valores altos y cercanos al punto de inflamación; adicionalmente, se producen también vibraciones que, aunque no son grandes, si pueden fatigar la estructura presentándose exposición o derrame del aceite dieléctrico debido a las rajaduras o aflojamiento de válvulas. En este sentido las operaciones preventivas tienen un factor preponderante a fin de minimizar el riesgo de derrames de aceite dieléctrico en el ambiente.

El principal objetivo desde el punto de vista ambiental, es evitar que derivado de la operación se generen derrames, y principalmente la contaminación o mal manejo de aceites contaminados con PCB en la denominada “Contaminación Cruzada”. Por ello esta guía se basa en el ciclo de vida del equipo, desde la compra, el mantenimiento preventivo y correctivo, hasta actividades complementarias pero necesarias para el buen manejo como lo son el embalaje, transporte y almacenamiento.

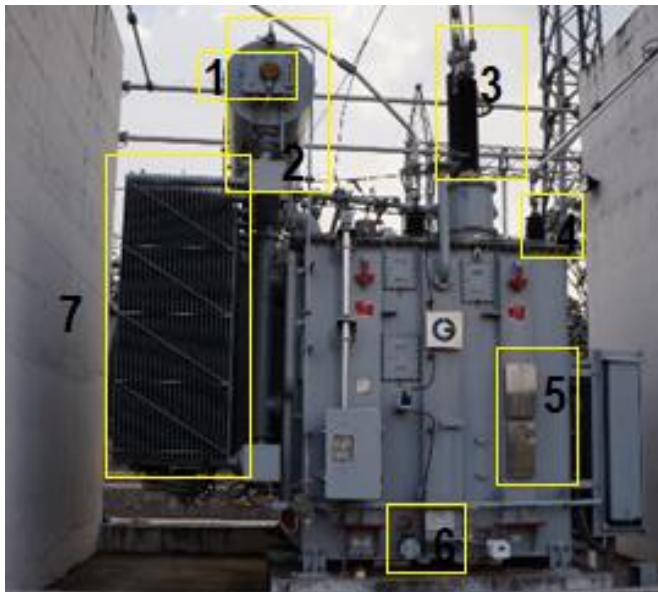
Entre los artículos del Reglamento para PCB relacionados con el mantenimiento están los siguientes: Artículo 25. Autorización para mantenimiento; artículo 26. Contaminación en las actividades de mantenimiento de equipos eléctricos y aceites dieléctricos, artículo 27. Del proceso de mantenimientos realizado por terceros.

Es importante mencionar que todo propietario y empresas de mantenimiento que se dediquen la operación y/o mantenimiento de equipos eléctricos deben tener su instrumento ambiental aprobado, donde se incluyan estas actividades.

3.1 Principales partes del transformador de potencia

Las partes más importantes del transformador que requieren de atención durante las actividades de operación y mantenimiento son las siguientes:

1. **Indicador del nivel de aceite:** Permite observar desde el exterior el nivel de aceite del transformador.
2. **Depósito de aceite:** Sirve de cámara de expansión del aceite ante las variaciones de volumen que sufre este debido a la temperatura.
3. **Bushing Primario:** Conecta el embobinado primario del transformador con la red eléctrica de entrada a la estación o subestación transformadora.
4. **Bushing Secundario:** Conectan el embobinado secundario del transformador con la red eléctrica de salida a la estación o subestación transformadora.
5. **Regulador de tensión (también conocido como “TAP”):** Permite adaptar la tensión del transformador para adaptarla a las necesidades del consumo. Esta acción solo es posible si el bobinado secundario está preparado para ello.
6. **Grifo de llenado:** Permite introducir líquido refrigerante en la cuba del transformador.
7. **Radiadores de refrigeración:** Su función es disipar el calor que se pueda producir en las carcasas del transformador y evitar que el aceite se caliente en exceso.
8. **Placa de características:** En ella se recogen las características más importantes del transformador para que se pueda disponer de ellas en caso de que fuera necesaria conocerlas.
9. **Carcasa:** También conocido como “Cuba”, es un depósito que contiene el líquido refrigerante (aceite) y en el cual se sumergen los bobinados y el núcleo metálico del transformador.
10. **Desecador:** Su función es secar el aire que entra en el transformador como consecuencia de la disminución del nivel de aceite.
11. **Relé Bucholz:** También conocido como “Breaker”, este relé de protección reacciona cuando ocurre una anomalía interna en el transformador, mandándole una señal de apertura a los dispositivos de protección.
12. **Termostato:** Mide la temperatura interna del transformador y emite alarmas en caso de que esta no sea la normal.



- 1 Indicador de nivel
- 2 Depósito de aceite
- 3 Bushing Primario
- 4 Bushing secundario
- 5 Placa de identificación
- 6 Grifo de aceite
- 7 Radiadores de refrigeración

Ilustración 1 Partes visibles desde la parte externa del transformador

3.2 Principales partes del transformador de distribución

Las partes más importantes del transformador que requieren de atención durante las actividades de operación y mantenimiento son las siguientes:

1. **Bushing Primario:** Conecta el embobinado primario del transformador con la red eléctrica de media tensión.



Ilustración 2 Bushing primario en transformador de distribución

2. **Pararrayos:** Mecanismo que protege al transformador en caso de una descarga eléctrica.



Ilustración 3 Detalle de pararrayos

3. **Bushing Secundario:** Conectan el embobinado secundario del transformador con la red eléctrica de baja tensión o los clientes finales.



Ilustración 4 Bushing secundario

4. **Regulador de tensión (también conocido como “TAP”):** Permite adaptar la tensión del transformador para adaptarla a las necesidades del consumo. Esta acción solo es posible si el bobinado secundario está preparado para ello.



Ilustración 5 Detalle del TAP

5. **Breaker:** En algunos transformadores se cuenta con este elemento de protección que previene fallas por aumento de corriente.



Ilustración 6 Breaker

6. **Sujetador de tapadera principal:** Es el elemento que sujeta la tapadera cuerpo del transformador, los más comunes son el cincho y en otros es un sistema de tornillo en la parte superior.



Ilustración 7 Detalle de sujetadores

7. **Tapa de registro:** Permite extraer muestras de aceite sin necesidad de destapar o retirar la tapadera principal.



Ilustración 8 Tapaderas

8. **Radiadores de refrigeración:** Su función es disipar el calor que se produce en las carcasas del transformador y evitar que el aceite se caliente en exceso.



Ilustración 9 Radiadores

9. **Placa de características:** En ella se recogen las características más importantes del transformador para que se pueda disponer de ellas en caso de que fuera necesaria conocerlas.

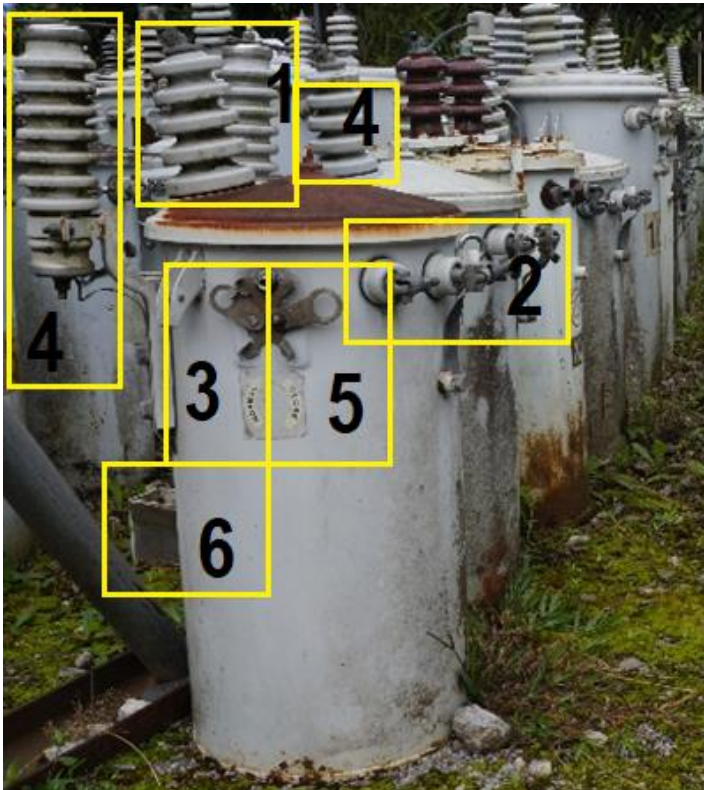


Ilustración 10 Placas

10. **Carcasa:** También conocido como “Cuba”, es un depósito que contiene el líquido refrigerante (aceite) y en el cual se sumergen los bobinados y el núcleo metálico del transformador.



Ilustración 11 Vista de cubas de transformadores.



- 1 Bushing Primario
- 2 Bushing Secundario
- 3 Pararrayo
- 4 Regulador de tensión (también conocido como "TAP")
- 5 Breaker
- 6 Sujetador de tapadera principal
- 7 Tapa de registro
- 8 Radiadores de refrigeración
- 9 Placa de características
- 10 Carcasa

Ilustración 12 Partes visibles desde la parte externa del transformador de distribución.

4 COMPRA DE EQUIPAMIENTO E INSUMOS CON ACEITE DIELÉCTRICO

Es necesario que los propietarios cuenten con pautas que reduzcan o eliminen la posibilidad de adquirir equipos contaminados con PCB, o que sus equipos luego de

haber recibido mantenimiento en talleres externos, retornen al servicio contaminados de PCB.

4.1 Procedimientos para prevenir la importación de equipos con PCB

Al momento de adquirir equipos o insumos debe asegurarse que estos presenten el certificado o documento que respalde el nulo o “Bajo Nivel de PCB”. **El propietario o la persona que compre equipos con aceite dieléctrico debe contar e incluir en el procedimiento documentado de compras los controles que aseguren que el equipo susceptible pueda ser catalogado como Bajo Nivel de PCB (menos de 50 ppm) y mantener registros que validen esto por 15 años desde la fecha de compra. Se recomienda mantenerla de forma indefinida durante el uso del equipo.**

Artículo 52. PROHIBICIÓN PARA IMPORTACIÓN. Se prohíbe la importación de equipo, aceites dieléctricos y residuos o desechos que contengan más de 50 ppm de PCB para su uso. Se exceptúan los casos de reactivos, estándares de uso en laboratorios para métodos de detección de PCB, investigación y muestras para análisis.

Este requisito aplica tanto a las empresas que compran directamente equipos para sus operaciones, como empresas que se dedican a la distribución, comercialización y venta de equipos electrónicos o aceite dieléctrico.

Ilustración 13 Equipo nuevo con indicación de Bajo Nivel de PCB “Libre de PCB”.



Fuente: Proyecto PCB Perú.

Antes de que se efectúe la compra e importación, previo y durante las gestiones de ingreso al país de equipos susceptibles adquiridos fuera del territorio nacional se deben tomar en cuenta las medidas que aseguren que estos contienen menos de 50 ppm de PCB.

Antes de iniciar la importación, todo equipo o recipientes que contengan aceite dieléctrico debe contar con certificado “Bajo Nivel de PCB” o “Libre de PCB” (por debajo de 50 ppm de PCB):

No existe un modelo único para el certificado, pero el mismo debe ser claro en la entidad que certifica la ausencia como elementos que aclaren basados en que se hace el certificar. Este siempre debe ir respaldado por una entidad o persona de forma trazable. En el **Anexo 1: Modelo de Certificado de Bajo Nivel de PCB**, se presenta un modelo de un certificado. A todo equipo con certificado de ausencia de PCB se le debe etiquetar según lo indicado en **TOMO 4: INVENTARIO DE PCB**.

Si el certificado no aplica o corresponde a los equipos importados, se deben realizar las pruebas de descarte de PCB, utilizando los procedimientos indicados en el **TOMO 5: MUESTREO DE EQUIPOS SUSCEPTIBLES DE CONTENER PCB**.

En casos excepcionales en los que detecte PCB en concentraciones superiores a 50 ppm, se tomarán las acciones y precauciones necesarias, minimizando los riesgos de contaminación mayores, así como el perjuicio a la salud y el bienestar público.

Como ya se ha indicado, este requisito aplica tanto a las empresas que compran directamente equipos para sus operaciones, como empresas que se dedican a la distribución, comercialización y venta de equipos electrónicos o aceite dieléctrico.

4.2 Adquisición en el mercado nacional

Para la adquisición de equipos sin PCB (menos de 50 ppm) es necesario tener en cuenta las siguientes medidas preventivas:

- a. Incorporar en los términos de referencia la obligación del vendedor (quien puede ser el importador) a presentar un certificado que indique un “Bajo Nivel de PCB” (es decir, que está libre de PCB o por debajo de 50 ppm de PCB).
- b. Incluir en el protocolo de pruebas de recepción de adquisiciones el certificado de “Bajo Nivel de PCB”.
- c. Si la adquisición es sobre un equipo usado o comúnmente denominado “de segunda mano”, se deben tener en cuenta lo indicado en el artículo 12 del reglamento de PCB.

Artículo 12. RESPONSABILIDAD DEL PROPIETARIO DE LOS EQUIPOS. El propietario debe recopilar y conservar por un plazo de 15 años toda la información de soporte que se requiera para el diligenciamiento del inventario de equipos y desechos con PCB.

Los propietarios deberán previo a vender, ceder, donar equipos o desechos contaminados con PCB. Informar al MARN sobre cualquier cambio de propietario de los equipos que contengan PCB, así como presentar ante el MARN la siguiente información:

- a) Inventario de los equipos a transferir.
- b) Información del nuevo propietario.
- c) Declaración jurada de su aceptación en la recepción del equipo y demás condiciones que para el efecto establezca el MARN.

El nuevo propietario debe en un plazo no mayor a 30 días de ocurrida la venta, cesión o donación registrarse en el sistema de información de PCB.

En este caso el vendedor puede ser una empresa o persona que se dedican a la distribución, comercialización y venta de equipos electrónicos o aceite dieléctrico. El vendedor debe incluir un certificado de Bajo Nivel de PCB, en caso de no presentarlo se asumirá que el equipo tiene aceite contaminado con PCB. En el **Anexo 1: Modelo de Certificado de Bajo Nivel de PCB** se presenta un modelo de certificado de ausencia de PCB.

Aunque en la actualidad no se utiliza PCB como aceite dieléctrico en la fabricación y comercialización de transformadores y capacitores (los PCB dejaron de sintetizarse en la década del ochenta), existe la posibilidad de que se comercialicen equipos repotenciados (reconstruidos) o partes usadas a un menor precio, con un alto riesgo de estar contaminados con PCB.

Estos equipos se obtienen mediante la compraventa de los aparatos eléctricos dañados, quemados o dados de baja entre las empresas propietarias de los equipos y terceros dedicados a la compra de excedentes industriales y chatarra de los que pueden aprovechar hasta el 65 % de las partes metálicas (latón, cobre, hierro y aluminio).

Esto ocasiona riesgo de contaminación incontrolada y de peligros para la salud humana. Debido a esto, se debe tener un procedimiento de control de adquisiciones y contar con registros donde se certifique la ausencia de contenido de PCB, lo cual se analiza a continuación.

4.3 Adquisición en servicios de terceros

Según la legislación nacional, la empresa que realice el mantenimiento es corresponsable conjuntamente con el propietario (cuando el mantenimiento sea realizado por un tercero) del buen manejo del aceite dieléctrico y de evitar la contaminación con PCB (en especial evitar la contaminación cruzada).

Artículo 27. DEL PROCESO DE MANTENIMIENTOS REALIZADO POR TERCEROS. Las personas individuales, jurídicas, públicas o privadas que realicen mantenimiento a equipos susceptibles de contener PCB que no sean de su propiedad, deben prevenir y evitar la contaminación cruzada de los equipos con fluidos que contengan o puedan contener PCB, dado que todos los equipos son pasibles del contener PCB o estar contaminados con ellos, el manejo de estos debe ser considerado como si estuviera contaminado, hasta que sea realizado el proceso de identificación de PCB. Previo a la realización del mantenimiento de equipos, el prestador del servicio debe verificar que la maquinaria o dispositivos y aceites a utilizar no estén contaminados con PCB, siguiendo para el efecto las directrices establecidas en los manuales, guías o instructivos que determine el MARN. Toda empresa que preste servicio de mantenimiento debe de contar con su instrumento ambiental aprobado y vigente.

Por lo que independientemente de quien realice las actividades de mantenimiento, quien lo realice debe estar facultado para la realización de estas actividades mediante un instrumento ambiental aprobado y vigente para tal actividad.

5 VIGILANCIA

5.1 Vigilancia por parte del propietario

La vigilancia de los equipos sospechosos o contaminados de PCB es muy importante, ya que pueden producir pérdidas o liberaciones por diversas causas:

- a. Fallas de mantenimiento que generen pérdidas no adecuadamente contenidas.
- b. Incidentes que provoquen liberaciones de PCB o generación y liberación de dioxinas y furanos por incendios.
- c. Instalación en ambientes de trabajo con pocas condiciones de seguridad.
- d. Pérdidas por traslado necesario para mantenimiento.
- e. Liberaciones mediante desechos por operaciones de mantenimiento no adecuadas.
- f. Generación de residuos y gestión inadecuada.
- g. Contaminación de maquinarias y equipos de mantenimiento de transformadores.
- h. Contaminación cruzada de aceites sin PCB (menos de 50 ppm), por descuidos y malas prácticas.

Para una vigilancia adecuada es necesario inventariar todos los equipos eléctricos que contengan o puedan contener PCB, lo cual es incorporado en el **TOMO 4 INVENTARIO DE PCB**. Los propietarios deben establecer responsables y procedimientos de etiquetado que informen sobre la presencia de estas sustancias controlando las operaciones de mantenimiento, las mismas que deberán ser realizadas por personal especializado y capacitado sobre la problemática del PCB y tomando las precauciones necesarias en todos los procesos de manejo de materiales, equipos y residuos considerando especialmente la salud ocupacional.

Mediante la ejecución de un programa de vigilancia, los gestores de instalaciones pueden detectar problemas y adoptar medidas adecuadas para resolverlos. Por lo que los propietarios deben desarrollar un plan de vigilancia acorde a sus instalaciones. Este plan de vigilancia debe incluir la inspección visual de equipos clasificados como sospechosos o Contaminados con PCB por lo menos una vez al año. El propietario debe guardar los registros que se generen como parte de la implementación del plan, incluyendo registros de inspecciones.

5.2 Vigilancia de parte de entidad de Gobierno

En el apartado b) del párrafo 2 del artículo 10 (“Cooperación Internacional”), el Convenio de Basilea exige que las Partes “cooperen en la vigilancia de los efectos del manejo de los desechos peligrosos sobre la salud humana y el medio ambiente”. En el párrafo 1 del artículo 11, el Convenio de Estocolmo estipula que “las Partes alentarán y/o efectuarán vigilancia adecuada respecto de los COP”. En este sentido el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, hace vigilancia del inventario, lo cual puede realizarlo por medio de inspecciones de verificación u otras acciones que defina para dicho fin.

Artículo 15. REPORTE DE INVENTARIO. El reporte anual de existencias y residuos que constituyen el inventario deberá ser presentado por medio de una declaración jurada; sin perjuicio que el MARN pueda realizar las supervisiones y verificaciones posteriores a fin de determinar la veracidad de la información y declaraciones reportadas por el propietario.

De esta manera se garantiza el cumplimiento de los compromisos en el marco legal local y los adquiridos a nivel internacional por la ratificación del convenio de Estocolmo y el Convenio Basilea. No obstante el personal del MARN está obligado a cumplir con las normas relativas a seguridad de cada empresa.

Por lo que el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales puede realizar auditorías ambientales, ingreso a instalaciones y equipos, gestionar descargos de electricidad, entre otras.

Los programas de vigilancia deberían proporcionar indicios de si las operaciones de manejo de desechos peligrosos se realizan según su diseño y detectar cambios de la

calidad del ambiente provocados por dichas operaciones. La información procedente del programa de vigilancia deberá utilizarse para cerciorarse de que en la operación de manejo de desechos se procesen los tipos adecuados de desechos peligrosos, revelar y reparar cualquier daño y determinar si un enfoque de manejo alternativo resulta más adecuado.

6 OPERACIÓN DE EQUIPOS

Se puede operar equipos contaminados con PCB hasta el 2025, siempre y cuando se encuentren en condiciones óptimas de operación siguiendo las siguientes restricciones:

- a. Deben estar inventariados y etiquetados según lo dispuesto en regulación (**TOMO 5: MUESTREO DE EQUIPOS SUSCEPTIBLES DE CONTENER PCB y TOMO 6: ANÁLISIS QUÍMICO DE PCB Y ETIQUETADO**).
- b. No podrán ser sometidos a cargas mayores del 80 % de su capacidad nominal con la finalidad de asegurar que la temperatura del fluido no se incremente y se reduzca al máximo la posibilidad de incendio.
- c. No podrá estar instalado en lugares de alta sensibilidad, es decir, a no menos de 100 metros de centros de estudios, mercados, hospitales, centros comerciales.
- d. No deben tener fisuras, grietas, goteos ni derrames.
- e. En equipos de más de 500 KVA de potencia deberán contar con mallas o muros de protección que eviten el acceso al personal no autorizado.
- f. En equipos de más de 500 KVA de potencia, deberán contar con una fosa de seguridad para contener al menos el 110 % del volumen de aceite dieléctrico en caso de producirse una falla o derrame del fluido, esta poza deberá ser cubierta con una plancha metálica o geomembrana para evitar la contaminación del concreto con PCB.
- g. En equipos de más de 500 KVA de potencia, instalar en el lugar un kit completo de control de derrames, incendios y emergencias médicas (ver **TOMO 3: GESTIÓN DE RIESGOS RELACIONADOS AL PCB**).

Para la operación y revisión de estos equipos contaminados, la empresa deberá dotar a los trabajadores de los equipos de protección personal (EPP) con las características adecuadas (ver **TOMO 3: GESTIÓN DE RIESGOS RELACIONADOS AL PCB**). Los EPP serán en lo posible desechables, en caso de no ser así, estos accesorios serán almacenados luego de ser limpiados con solventes y almacenados en un lugar especial en el almacén de equipos y materiales contaminados con PCB.

6.1 Retiro de uso de equipos contaminados antes de 2,025

En el marco de la legislación nacional, únicamente es posible mantener en uso, es decir, en operación, equipos contaminados con PCB hasta el año 2025, tal como se muestra a continuación.

Artículo 55. RETIRAR DE USO. Los propietarios deben identificar, etiquetar y retirar de uso todos los equipos y desechos contaminados con PCB con concentración mayor o igual a 50 ppm de PCB y volúmenes superiores a 0.05 litros, antes del año 2,025.

Para cumplir en el reglamento se deben prever los recursos necesarios para el retiro de uso de los equipos contaminados.

Después de esa fecha los equipos contaminados deberán estar fuera de uso, los cuales podrán almacenarse como máximo hasta el año 2,028, fecha en la que deben haber sido descontaminados.

Como principio general y como buena práctica, independientemente de la concentración de PCB en el equipo, se debe mantener el nivel óptimo de funcionamiento de estos, sin sobrecargarlo, con un balance de carga adecuado, ya que de esta manera se evita el deterioro del dieléctrico y se alarga la vida útil del equipo que redundará en un menor impacto ambiental.

A fin de mantener un nivel adecuado de operación se recomienda seguir las indicaciones siguientes:

6.2 Operar en un nivel de carga óptimo

Mantener un nivel de carga por debajo o igual de la capacidad del equipo a fin de evitar el sobrecalentamiento de aceite. Se ha observado a nivel nacional principalmente en transformadores de distribución, la sobrecarga de equipo debido a limitaciones de presupuesto o desconocimiento de la carga de los equipos.



Ilustración 14 Aceite quemado por un transformador utilizado en condiciones de sobre carga

En este sentido una buena práctica consiste en el establecimiento de inventarios de equipos, de usuarios conectados y carga eléctrica a cada equipo, a fin de asegurar que los equipos se utilizan en el nivel óptimo de carga. Esto se logra mediante un registro de todos los equipos para lo cual las actividades de inventario descritas en el **TOMO 4: INVENTARIO DE PCB**, pueden servir como punto de partida.

6.3 Procurar un buen balance de cargas en el transformador

Se ha observado que muchos equipos que no están sobrecargados fallan debido a desbalance de cargas, este fenómeno se da principalmente en transformadores de distribución. Desde el punto de vista ambiental esto tiene una gran implicación ya que la evidencia a nivel nacional ha mostrado que cuando un equipo falla por desbalance de carga redundo en un derrame de aceite dieléctrico.



Ilustración 15 Vista de un equipo con derrame de aceite que falló por desbalance de carga

En este sentido una buena práctica consiste en la realización de auditorías de balance de carga en la red. Para hacer esto tener un buen inventario de la red es esencial (ver punto anterior) y al igual que en el caso anterior, es importante que se haga de forma regular como parte de las actividades de la empresa. Este tipo de verificaciones es preciso realizarlo después de fallas de equipos, a fin de determinar la causa raíz de la misma. Derivado de la observación de la falla de un equipo por desbalance. En ocasiones no se hacen ajustes en las cargas, y el equipo, generalmente nuevo, que se coloca en sustitución falla al poco tiempo.

6.4 Realizar las reparaciones instalaciones apropiadas

Las reparaciones correctivas que se realizan en las redes eléctricas no son eficaces ya que en muchos casos no resuelven la causa raíz. Por lo que es recomendable evitar las reparaciones que impliquen manipulación de aceite dieléctrico, y solamente se puede autorizar el mantenimiento si se tiene evidencia de la ausencia de PCB en el

aceite dieléctrico, adicional a esto, destapar un equipo en redes a la intemperie implica lo siguiente:

- a. Ingreso de humedad en el equipo.
- b. Daño interno en el embobinado no detectable en campo.
- c. Desbalance de cargas no reparado.

El aceite se oxida por el contacto con el aire y este proceso se acelera por el aumento de la temperatura interna del transformador y por el contacto con metales tales como el cobre y el hierro. Por lo que se recomienda que en estos casos los equipos sean desmontados, reemplazados, y que la reparación sea realizada en un taller en condiciones ambientales adecuadas y con los mecanismos adecuados para evitar la degradación del dieléctrico.

Las empresas que realicen operaciones de mantenimiento deben tener un instrumento ambiental aprobado por el MARN donde se incluyan estas operaciones.

6.5 Uso apropiado de puestas a tierra

El uso de puestas a tierra es esencial, ya que esto permite evitar fallas catastróficas de transformadores. Esto es especialmente importante durante precipitaciones, en las que se ha observado que una descarga eléctrica puede causar explosiones de equipos con derrame de aceite dieléctrico, lo cual es agravado debido a que por la escorrentía, el aceite dieléctrico se esparce en una área mayor y puede llegar a causas de agua.



Ilustración 16 Vista de un pararrayos en un transformador

7 MANTENIMIENTO

Las empresas de mantenimiento están obligadas a verificar la ausencia de PCB en los equipos de sus clientes, sea por medio de certificados, como por medio de la realización de análisis químicos. Aquel que haga el mantenimiento, sea el propietario o una empresa de mantenimientos son responsables en caso de contaminación cruzada

Artículo 26. CONTAMINACIÓN EN LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS ELÉCTRICOS Y ACEITES DIELECTRICOS. Los propietarios de equipo susceptible y aceite dieléctrico, deben prevenir y evitar la contaminación cruzada de sus equipos con fluidos que contengan o puedan contener PCB, dado que todos los equipos son pasibles de contener PCB o estar contaminados con ellos, el manejo de estos debe ser considerado como si estuviera contaminado, hasta que sea realizado el proceso de identificación de PCB. Para tal fin, previamente a la realización del mantenimiento de equipos, el propietario debe verificar que la maquinaria o dispositivos y aceites a utilizar no estén contaminados con PCB, siguiendo para el efecto las directrices establecidas en los manuales, guías o instructivos que determine el MARN.

En este sentido se busca prevenir acciones en el mantenimiento que lleven a:

- a. Contaminación cruzada
- b. Prevenir, derrames de aceites por fallas en los equipos.
- c. Evitar derrames durante actividades de mantenimiento.

7.1 Capacitación del Personal

El personal que realice mantenimientos a equipos debe estar capacitados en esta actividad como en los riesgos asociados a la misma, tal como el riesgo eléctrico, el riesgo de PCB y el riesgo de derrames en el ambiente. El propietario o la empresa de mantenimiento (cuando se hagan mantenimientos en equipos de terceros) es la responsable de que su personal tenga las capacidades necesarias para el trabajo.

Para fines de cubrir los riesgos asociados a la actividad y los requisitos indicados, la empresa que realice el mantenimiento debe tener registros que demuestren la capacitación en:

- a. Riesgo a la salud y seguridad por el PCB y electricidad.
- b. Riesgo al medio ambiente por el PCB.
- c. Medidas de prevención para evitar la contaminación cruzada (la presente guía).
- d. Actuaciones en caso de emergencia.

El personal que realice trabajos en equipos susceptibles debe ser capacitado en estos temas por lo menos una vez al año.

7.2 Mantenimiento a equipos susceptibles de contener PCB

El enfoque de prevención del manejo de los transformadores, es necesario para la adecuada operación y mantenimiento de los mismos. Aunque el transformador tenga aceite con menos de 50 ppm de PCB, se entiende que todo aceite dieléctrico es considerado un residuo peligroso, por lo que el enfoque de mantenimiento aplica para todos los equipos independientemente de su contenido de PCB.

Los servicios de reparación y mantenimiento general normalmente se realizan en talleres especializados ya que se trata de maniobras que requieren mano técnica especializada e infraestructura que generalmente no está a la mano de los propietarios.

A continuación se presentan un diagrama que indica los lineamientos a seguir para determinar si es posible realizar el mantenimiento.

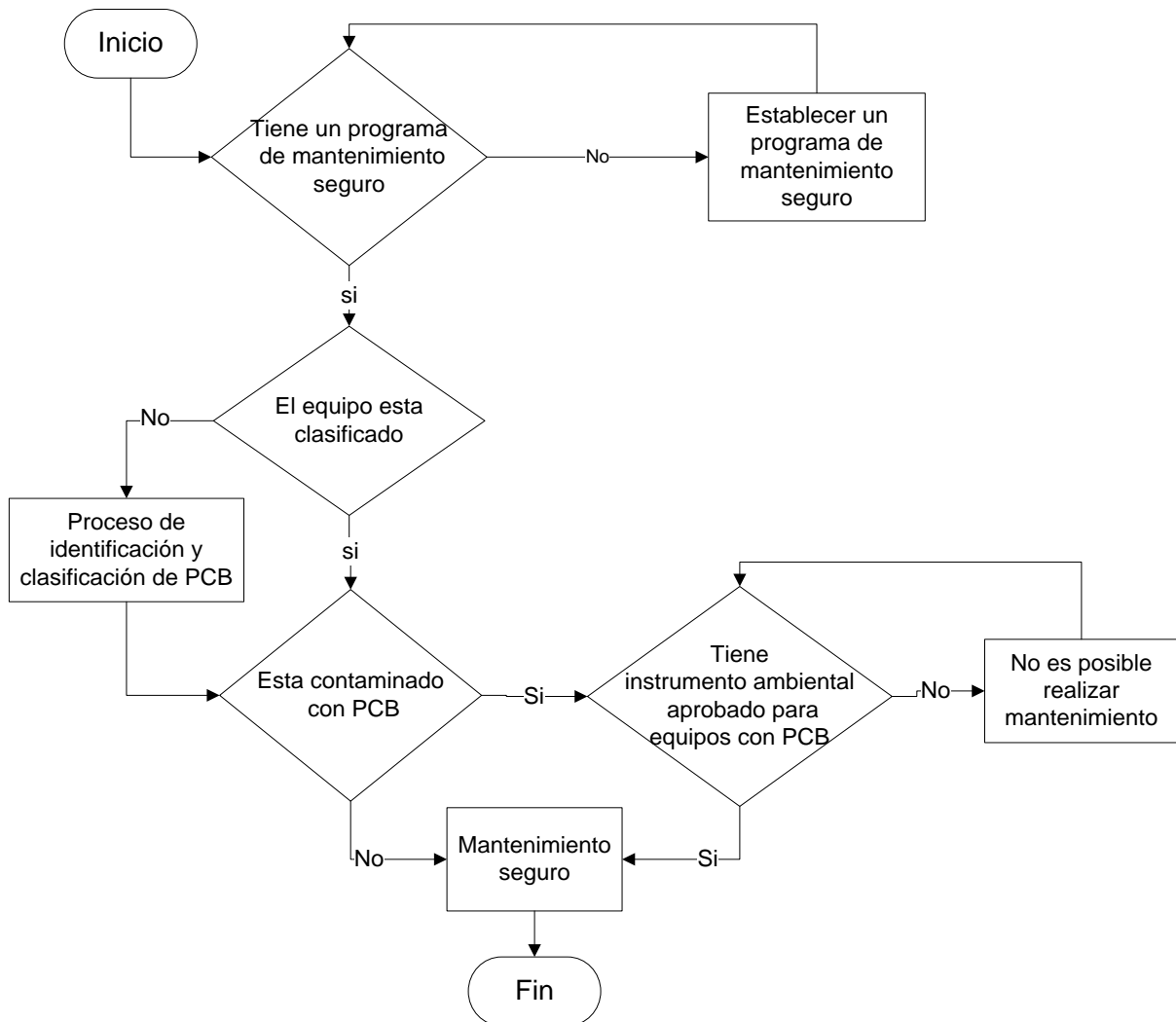


Ilustración 17. Pasos para determinar si se debe realizar el mantenimiento

Una vez que se ha determinado que el mantenimiento seguro es posible se puede proceder al mismo. A continuación se tratan algunos puntos importantes a ser tomados en consideración.

7.2.1 Recepción del equipo

El proceso de reparación de equipos eléctricos como los transformadores, inicia con la recepción e identificación del equipo; Luego se realiza la inspección inicial y registro de los datos de identificación y estado exterior del mismo y sus accesorios. Este paso debe realizarse previamente a la intervención del transformador.

Para todo mantenimiento de equipo deben guardarse registros que indiquen por lo menos lo siguiente:

- a. Fecha:
- b. Empresa que realiza el mantenimiento.
- c. Técnico que realiza el mantenimiento
- d. Resultados y método de la verificación de PCB
- e. Indicar si el equipo fue descontaminado (en alguna gestión anterior).

El formato para el registro es libre.

7.2.2 Prueba de PCB

En cumplimiento de la normativa ambiental vigente, la empresa debe utilizar en sus actividades de mantenimiento aceites dieléctricos sin PCB (menos de 50 ppm de PCB, es decir, clasificados como Bajo Nivel de PCB).

Este requisito aplica tanto para propietarios como para empresas que realicen mantenimiento de equipos de terceros.

Al hacer la verificación del equipo y su contenido de PCB, se promueve en el personal la manipulación segura del mismo, tomando las medidas necesarias para evitar riesgos de contaminación cruzada de otros elementos usados en el proceso de reparación, como recipientes, partes del equipo, maquinaria de tratamiento de aceite, entre otros. En el **TOMO 5: MUESTREO DE EQUIPOS SUSCEPTIBLES DE CONTENER PCB**, **TOMO 6: ANÁLISIS QUÍMICO DE PCB Y ETIQUETADO** se definen claramente los pasos a seguir para esta actividad.

7.2.3 Descontaminación de Equipos con PCB

En caso de que el equipo requiera una descontaminación, la misma debe hacerse acorde a lo indicado en **TOMO 9: MANEJO AMBIENTALMENTE RACIONAL DE EQUIPOS Y DESECHOS CONTAMINADOS CON PCB**. Preliminarmente se puede mencionar que el mantenimiento se realiza hasta que se ha demostrado que el equipo ya no está contaminado según las limitaciones de la tecnología de descontaminación empleada así como los requerimientos en la resolución del instrumento ambiental donde se aprobó la tecnología.

7.2.4 Extracción del aceite

Como parte de los elementos que contienen los planes de gestión integral de residuos o los mismos sistemas de gestión, los prestadores del servicio de reparación deben tener claramente definidos los procedimientos para el manejo seguro y ambientalmente adecuado del aceite usado extraído de los equipos, independientemente de su contenido de PCB.

7.2.5 Encube y llenado de aceite

Una vez cumplidas las etapas de reparación descritas, se procederá a realizar el encube, llenado de aceite y sellado del transformador y realización de la prueba de hermeticidad.

7.2.6 Pruebas eléctricas finales

Las pruebas eléctricas finales exigen la medida de resistencia del aislamiento y los devanados; así mismo, la medida de relación de transformación, la prueba de tensión aplicada, la medida de pérdidas sin carga y con cargas.

7.3 Mantenimiento a equipos contaminados con PCB

Artículo 25. AUTORIZACIÓN PARA MANTENIMIENTO. Los propietarios de equipo sospechoso y equipo cuya concentración de PCB sea mayor o igual a 50 ppm que necesiten mantenimiento, podrán realizarlo por cuenta propia o mediante la contratación de un tercero, para ambos casos se debe contar previamente con el instrumento ambiental respectivo aprobado por el MARN, emitir el informe respectivo, presentarlo ante el MARN y actualizar la información que corresponda en el Sistema de Información de PCB, dentro de los 30 días siguientes de haberlo realizado.

Para realizar mantenimiento de equipos contaminados con PCB se debe tener un instrumento ambiental aprobado para tal operación. Independientemente de lo resuelto en el instrumento ambiental, en caso de ser necesario un mantenimiento de equipos contaminados, se deberá tener en cuenta las siguientes medidas:

- a. Los trabajadores que realizan reparaciones deben utilizar EPP, de preferencia descartables (ver **TOMO 3: GESTIÓN DE RIESGOS RELACIONADOS AL PCB**), un incumplimiento de esta disposición es considerada falta grave.
- b. Los trabajos deberán ser realizados con herramientas, bandejas y equipos específicos para PCB, es decir, que la empresa deberá contar con un kit de herramientas para trabajos con PCB, las mismas que deberán ser limpiadas aplicando el triple enjuague de las superficies contaminadas con un disolvente como keroseno para eliminar todo PCB residual.

- c. Los equipos que se reúsen podrán ser almacenados luego de ser limpiados con solventes y colocados en un lugar especial del almacén de equipos y materiales contaminados con PCB.
- d. Se deberá aplicar el triple enjuague de las superficies contaminadas con un disolvente todo PCB residual.
- e. El enjuague utilizado deberá ser tratado como un residuo contaminado con PCB y ser gestionado según los lineamientos de esta y otras guías.
- f. Previo a reusar, reciclar, o disponer las herramientas, ya sea para su gestión final o su uso en otras actividades que no implique contaminación con PCB, las mismas deberán ser descontaminadas.
- g. Después de las actividades de mantenimiento o maniobra de campo, se asegura la limpieza de todo líquido derramado con paños, papel o absorbentes.
- h. Los insumos y equipos descartables que se utilicen han de ser gestionados como desechos contaminados con PCB.

7.4 Trasvase por mantenimiento correctivo o servicios al aceite

Los principales riesgos que se presentan en estas actividades en relación con la presencia de PCB, son la contaminación cruzada entre equipos contaminados y equipos con Bajo Nivel de PCB, así como la salud y seguridad de los trabajadores.

Artículo 4. DEFINICIONES.

Contaminación cruzada: Proceso mediante el cual se dispersa la contaminación de PCB, la cual se presenta cuando se llevan a cabo operaciones de toma de muestra, regeneración, filtración, mantenimiento o reparación de transformadores sin PCB, y se utilizan equipos, tanques, bombas, mangueras y otros elementos contaminados con PCB.

En este sentido las empresas de mantenimiento son corresponsables del adecuado manejo y mantenimiento del equipo y deben evitar la contaminación cruzada.

7.4.1 Indicaciones para evitar la contaminación cruzada

A nivel guatemalteco la “Contaminación Cruzada”, se da cuando se mezclan aceites dieléctricos contaminados con equipos no contaminados o viceversa. Esto sucede principalmente cuando se extraen aceites de equipos sin hacer

análisis de PCB a los mismos, se mezclan en un mismo reservorio, y luego el aceite es reusado.



Ilustración 18 Evidencia de reúso de aceites con alta probabilidad de contaminación con PCB

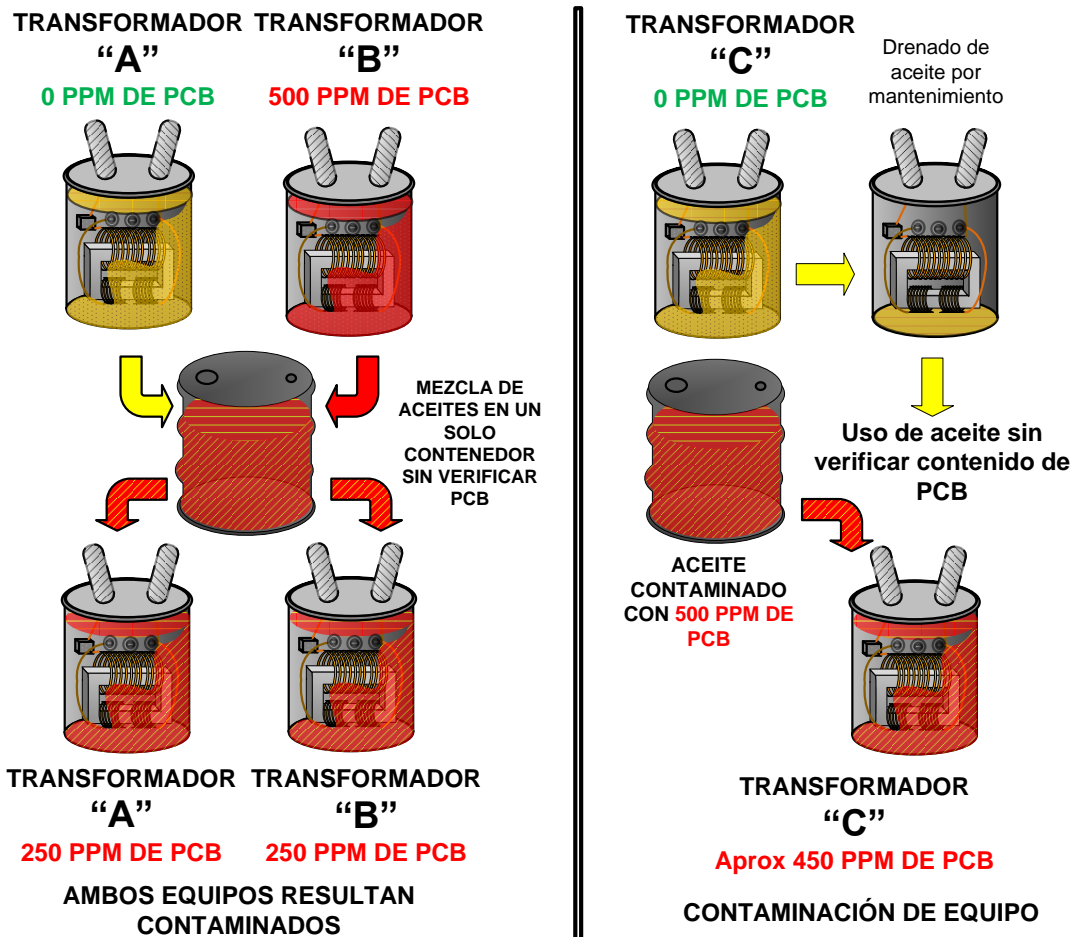


Ilustración 19 Algunos mecanismos de contaminación cruzada.

Para evitar la contaminación cruzada se deben seguir los siguientes lineamientos:

- a. Solamente se puede realizar mantenimientos a equipos que se encuentran clasificados como Bajo Nivel de PCB y de los que se tiene certeza que no han sido intervenidos.
- b. En caso de tener duda o no tener registros concluyentes, se debe hacer un análisis químico (pudiendo ser cualitativo, semi cuantitativo o cuantitativo, ver **TOMO 5: MUESTREO DE EQUIPOS SUSCEPTIBLES DE CONTENER PCB y TOMO 6: ANÁLISIS QUÍMICO DE PCB Y ETIQUETADO**) y solo se puede realizar mantenimiento cuando los resultados arrojan un resultado menor a 50 ppm, es decir, Bajo Nivel de PCB.
- c. Todos los equipos que se entreguen a los clientes una vez culminado el servicio de mantenimiento deberán contar con un certificado de ausencia de PCB al menos con los procedimientos anteriormente mencionados. **Ver el Anexo 1: Modelo de Certificado de Bajo Nivel de PCB.**
- d. En caso de identificar PCB en concentraciones mayores a 50 ppm, no se podrá realizar mantenimiento, a menos que se cuente con un instrumento ambiental aprobado y vigente para tal efecto, siguiendo los procedimientos autorizados en el mismo.

7.4.2 Consideraciones para maquinas filtrantes.

Toda máquina utilizada para filtrados o tratamientos al aceite debe tener una **bitácora donde se registre y actualice** todo mantenimiento que realice, el propietario de la maquina deberá tener los registros actualizados y en el lugar de trabajo.

La bitácora tendrá como mínimo los siguientes campos:

Encabezado con los datos de la maquina filtrante:

- a. Empresa propietaria de la maquina filtrante.
- b. Modelo de la maquina filtrante.
- c. Número de serie de la maquina filtrante.
- d. Clasificación por su contenido de aceite de la maquina filtrante.

Cuerpo con los datos de los equipos a recibir el mantenimiento, con los campos:

- a. No. (Correlativo de mantenimientos realizados por la maquina).
- b. Fecha del mantenimiento.
- c. Resultado del análisis de PCB.
- d. Número de identificador (Ej., color y número de marchamo).
- e. Marca del equipo a gestionar.



- f. Número de serie del equipo a gestionar.
- g. Potencia (KVA) del equipo a gestionar.
- h. Volumen de aceite tratado (Litros).
- i. Observaciones.
- j. Nombre y Apellido de la persona que realiza el mantenimiento.
- k. Número de Documento Personal de Identificación de la persona que hace el mantenimiento.
- l. Firma de la persona que realiza el mantenimiento.

En el **Anexo 2 “Bitácora de control máquinas de filtrado de aceite”**, se tienen un modelo propuesto de la bitácora.



8 ANEXOS

Anexo 1: Modelo de Certificado de Bajo Nivel de PCB.

Anexo 2: Bitácora de control máquinas de filtrado de aceite.

CERTIFICADO DE BAJO NIVEL DE PCB (MENOS DE 50 PPM DE PCB EN EL ACEITE)

v4

Nombre de la empresa fabricante o proveedora:	Fecha de emisión:
Dirección:	Teléfono:
Correo electrónico:	

Datos del equipo

Tipo de equipo que se registra: Marcar con una "X" el que aplique.			
Transformador de potencia	Transformador de distribución	Capacitador	Medidor de voltaje o corriente
Interruptor	Tonel	Otro tipo de equipo	Otro tipo de recipiente
Especifique (en caso de otros):			
Marca del equipo:		Fecha de fabricación:	
Fecha de repotenciación o reacondicionamiento:		Capacidad de referencia <small>(Transformadores en KVA, medidores en KV, recipientes en L)</small>	

<i>Números de Serie:</i>	<i>Concentración de PCB (ppm):</i>	<i>Números de Serie:</i>	<i>Concentración de PCB (ppm):</i>

Metodo de ensayo:	Nombre del laboratorio o técnico que realizó el ensayo:
-------------------	---

Declaración de ausencia de PCB en este equipo (menos de 50 ppm de PCB):

El que suscribe declara que el/los equipo/s descrito/s anteriormente tiene/n menos de 50 PPM de PCB al momento de su despacho, por lo que se puede/n clasificar como “Bajo Nivel de PCB”.

Nombre y firma de la persona responsable:
