



Manejo Ambiental de Existencias y Residuos de Bifenilos Policlorados (PCB) en el subsector electricidad

Mg. Qca. Carmen Lidia Serrano Casimiro
Especialista Ambiental

teams.microsoft.com esta compartiendo tu pantalla.

Dejar de compartir

ntos Ambientales en Electricidad -

Contenido

Introducción

1. Guía Metodológica para el Inventario de Existencias, Residuos y Sitios Contaminados con Bifenilos Policlorados
2. Guía Metodológica para la Elaboración de los Planes de Gestión Ambiental de Bifenilos Policlorados

teams.microsoft.com esta compartiendo tu pantalla.

Dejar de compartir

Ocultar

¿Qué son los PCB?

- Sintetizados por primera vez en 1881 por Schmidt y Schultz.
- La empresa Monsanto desde 1929 hasta 1977 produjo aproximadamente 1,5 millones de toneladas de PCB bajo el nombre de Aroclor.



Nombres comerciales

- Aroclor (Monsanto, USA).
- Clophen (Bayer, Alemania).
- Kanechlor (Kanegafuchi, Japón).
- Phenaclor y Pyralene (Prodolec, Francia).
- Santotherm (Mitsubishi, Japón).

Tabela 4. Marcas registradas de PCBs e algumas misturas⁵

| | | |
|----------------------|-------------------|--------------------------|
| Aceclor (t) | Disconon (c) | PCBs |
| Apiolio (t,c) | Dk (t,c) | Phenoclor (t,c) |
| Aroclor (t,c) | Duconol (c) | Polychlorinated biphenyl |
| Arubren | Dykanol (t,c) | Polychlorobiphenyl |
| Asbestol (t,c) | EEC - 18 | Pydraul |
| Ascarel | Elemex (t,c) | Pyralene (t,c) |
| Bakola 131 (t,c) | Eucarel | Pyranol (t,c) |
| Biclor (c) | Fenchlor (t,c) | Pyrochlor (t) |
| Chlorextol (t) | Hivar (c) | Saf-T-Kuhl (t,c) |
| Chlorinated Biphenil | Hydol (t,c) | Santotherm FR |
| Chlorinated Diphenil | Inclor | Santovac 1 e 2 |
| Chlorinol | Inerteen (t,c) | Siclonyl (c) |
| Chlorobiphenyl | Kanechlor (t,c) | Solvol (t,c) |
| Clophen (t,c) | Kennechlor | Sovol |
| Clorphen (t) | Montar | Therminol FR |
| Delor | Nepolin | |
| Diactor (t,c) | No - Flanol (t,c) | |
| Dialor (c) | PCB | |

(t) usado em transformador

(c) usado em capacitor

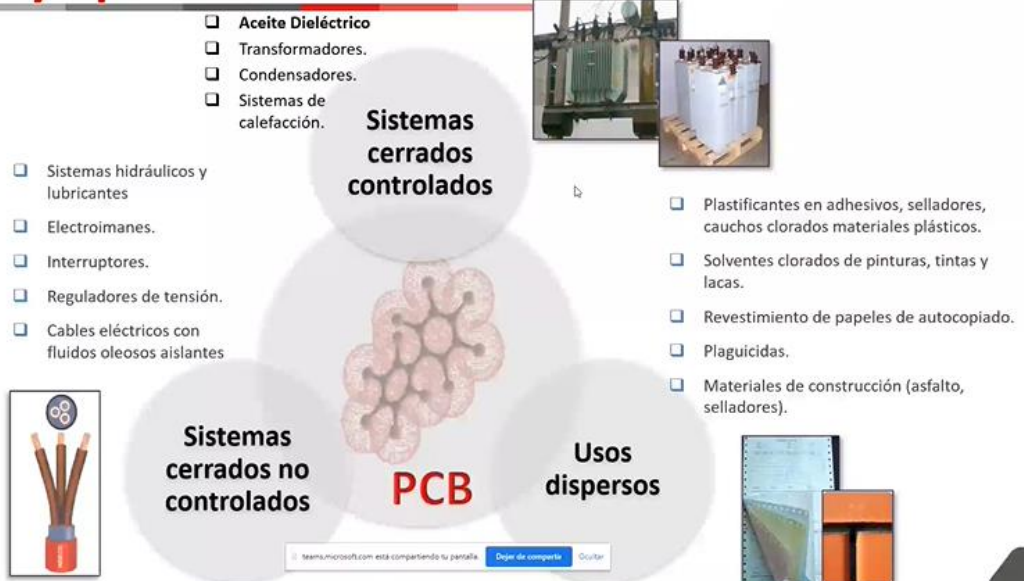
Suelen ser denominados como PCBs (Polychlorinated Biphenyls, un nombre genérico que identifica a los materiales sintéticos aislantes de la electricidad).

Propiedades Fisicoquímicas

- Resistencia al calor y fuego directo.
- Escasa conductividad eléctrica.
- Elevada estabilidad química.
- Resistencia ante agentes oxidantes.
- Insolubles en agua, pero solubles en solventes orgánicos.

team.microsoft.com está compartiendo tu pantalla. [Dejar de compartir](#) [Cortar](#)

Usos y aplicaciones



team.microsoft.com está compartiendo tu pantalla. [Dejar de compartir](#) [Cortar](#)

Aplicación de acuerdo al tipo de Aroclor

Tabela 3. Uso dos PCBs classificado de acordo com o tipo de Aroclor¹.

| Uso de PCBs | Tipo de Aroclor |
|---|------------------------------------|
| Capacitores Eléctricos | 1221,1254 |
| Transformadores Eléctricos | 1242,1254,1260 |
| Bombas de Vácuo | 1248,1254 |
| Turbinas de Transmissão de Gás | 1221,1242 |
| Fluidos Hidráulicos | 1232, 1242, 1248, 1254, 1260 |
| Resinas Plastificantes | 1248, 1254, 1260, 1262, 1268 |
| Adesivos | 1221, 1232, 1242, 1248, 1254 |
| Plastificante para Borracha | 1221, 1232, 1242, 1248, 1254, 1268 |
| Sistema de Transferencia de Calor | 1242, |
| Aditivo antichama | 1254, 1260 |
| Óleos de corte, lubricantes, Pesticida ^a | 1254 |
| Papel Carbono | 1242 |

^autilizados como conservantes



Departamento de Química Fundamental, Instituto de Química USP, Av. Lineu Prestes, 748, 05508-901 São Paulo - SP

Los PCB y el medio ambiente

El Convenio de Estocolmo sobre los Contaminantes Orgánicos Persistentes señala en la Parte II del Anexo A, que cada país deberá realizar esfuerzos decididos por **identificar, etiquetar y retirar** de uso todo equipo (para el caso del sector electricidad, transformadores, condensadores u otros receptáculos que contengan existencias de líquidos residuales con PCB) a **más tardar en el 2025**.

El inventario de los equipos que contengan PCB constituye un proceso fundamental para realizar una Gestión Ambientalmente Racional del uso de PCB dentro de cualquier organización que, **para el 2028, debe lograrse su eliminación total**.



Obligaciones establecidas en los convenios internacionales

- Por sus características de persistencia, toxicidad, bioacumulación, biomagnificación y facilidad de transporte a través del agua y el aire, los Bifenilos Policlorados (**PCB**) llega a los seres humanos por la cadena alimenticia causando daños a la salud y al medio ambiente.
- Por ello, la identificación, evaluación y cuantificación de las existencias y residuos que contengan PCB en el sector electricidad constituye una de las metas más importantes a lograr, si se quiere proteger la salud de las personas y el medio ambiente.

teams.microsoft.com esta compartiendo tu pantalla. [Dejar de compartir](#) Ocultar

El inventario de PCB en el RPAAE

- En la Quinta Disposición Complementaria Final del **D.S. N 014-2019-EM** se establece que en un plazo máximo de noventa (90) días hábiles contado a partir de la entrada en vigencia de la misma, el MINEM, previa opinión del MINAM, debe **aprobar** la guía metodológica para el inventario de existencias y residuos para la identificación de PCB, así como para la elaboración de los Planes de Gestión Ambiental de PCB (PGAPCB) aplicables a la actividad eléctrica.
- Para el **Inventario de PCB** será necesaria la identificación de PCB en el 100% de existencias (Ej. Transformadores, condensadores, etc.) que mantienen los Titulares del sector Electricidad.

Art. 3.- Definiciones y abreviaturas

m) *Existencias: Equipos, compo* teams.microsoft.com esta compartiendo tu pantalla. [Dejar de compartir](#) Ocultar ; *directa o indirectamente en una actividad antrópica pasibles de ser, contener o estar contaminados con bifenilos policlorados (PCB).*

Tabla N° 5 : Relación de equipos y materiales que se fabricaron con PCB



PERÚ

Ministerio de Energía y Minas

- Equipos de potencia o distribución de energía eléctrica, pueden ser nuevos o reparados

Transformadores

- En caso de haber sido fabricados antes de 1983

Condensadores

- Cables tipo NKY fabricados antes d 1983 con conductores de cobre electrolítico blando..

Cables eléctricos

- Interruptores de gran volumen de aceite con fabricación anterior a 1983, aisladores de porcelana..

Interruptores, relés y otros accesorios eléctrico

- Líquido para circuitos de potencia como gatos hidráulicos, frenos hidráulicos, mandos y poder ...

Líquidos Hidráulicos

- Refrigerados por aceite para fajas transportadoras

Motores eléctricos

- Fabricados antes de 1976 usados en fajas transportadoras en minas de carbón para capturar metales

Electroimanes

- Líquidos que hayan sido fabricados antes de 1983

Líquidos para transferencia de calor

La Guía Metodológica para inventario



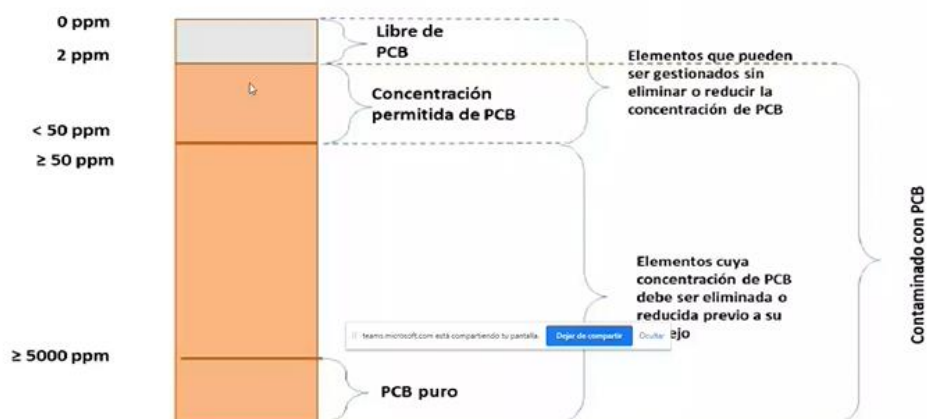
PERÚ

Ministerio de Energía y Minas

- **Objetivo:**
Establecer los lineamientos que les permitan levantar la información ordenada, clasificada y confiable para contar con un Inventario de Existencias, Residuos y Sitios Contaminados con PCB.
- **Aspectos a considerar:**
 - Elaboración de una base de datos de existencias, residuos y sitios contaminados para la recopilación de información específica de las probables fuentes de PCB.
 - Identificación de los métodos disponibles para la identificación de PCB.
 - Establecimiento de procedimientos para la extracción de muestras, su manejo y cadena de custodia que aseguren resultados confiables.
 - Propuesta de mecanismo de reporte de resultados.

Consideraciones cuando un equipo contiene PCB

Figura N° 1: Concentración de PCB en aceite dieléctrico



Metodología para la elaboración del Inventario de PCB

La Metodología considera las siguientes actividades:

- Elaboración de una Base de Datos de probables fuentes de PCB en existencias, residuos y sitios contaminados con la información adecuada para su identificación.
- Extracción de muestras.
- Manejo de muestras y cadena de custodia.
- Identificación de PCB (mediante el descarte de PCB y/o análisis cromatográfico).
- Etiquetado de Existencias y Residuos.
- Reporte de resultados y mantenimiento del Inventario de PCB.

Guía Metodológica para la elaboración del Inventario de PCB

1. Base de datos de existencias, residuos y sitios contaminados.

- Uso de bases de datos.
- Consignar todos los equipos, residuos e instalaciones con la información técnica y geográfica de ubicación.
- Incluir los procedimientos aplicados que permita conocer la existencia o residuos con PCB.
- Se propone utilizar tres bases de datos: equipos, residuos y sitios contaminados.

teams.microsoft.com está compartiendo tu pantalla. [Dejar de compartir](#) [Ocultar](#)



Guía Metodológica para la elaboración del Inventario de PCB

2. Extracción de muestras.

Procedimientos para la extracción de muestras, su manejo y cadena de custodia, que aseguren resultados confiables.

- **Aceite dieléctrico.** Se realizará generalmente en los transformadores y condensadores, pero también en los contenedores de almacenamiento, como cilindros.
- **Suelos.** Se seguirá las pautas de la Guía para Muestreo de Suelos que ha publicado el MINAM.
- **Agua.** Se seguirá los criterios establecidos para la toma de muestra de agua.

teams.microsoft.com está compartiendo tu pantalla. [Dejar de compartir](#) [Ocultar](#)



Guía Metodológica para la elaboración del Inventario de PCB

3. Manejo de muestras y cadena de custodia.

Cadena de Custodia para muestra de aceite dieléctrico. Luego de extraída la muestra y verificar que está herméticamente cerrada, se tomará en cuenta las siguientes consideraciones:

- Codificación de muestras.
- Embalaje.
- Información adicional (etiquetado, registro fotográfico, otros).
- Cadena de Custodia para muestra de aguas.

teams.microsoft.com está compartiendo tu pantalla. [Dejar de compartir](#) Ocultar

Guía Metodológica para la elaboración del Inventario de PCB

4. Identificación de PCB.

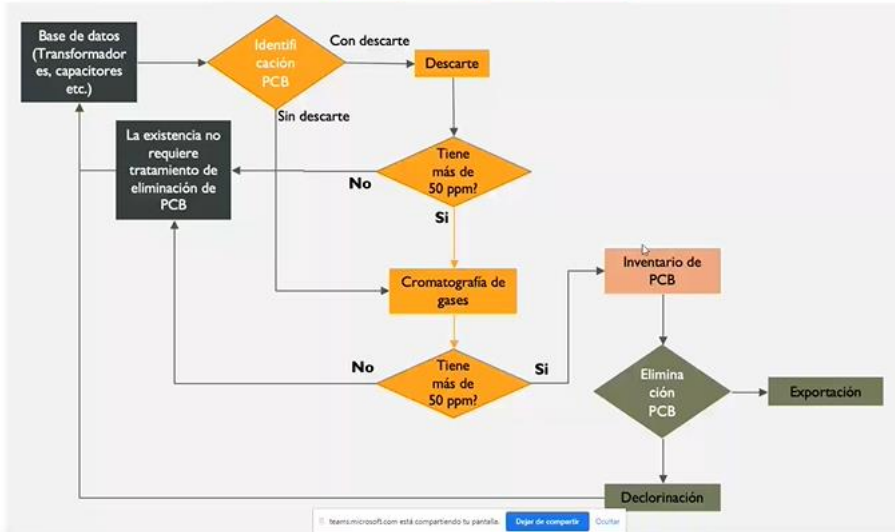
Identificación de PCB en el 100% de existencias (Ej. equipos eléctricos como transformadores y condensadores) que mantienen las empresas del sector. La información que deberá proveer es la siguiente:

- Adquisición de Equipos nuevos: Certificado del proveedor amparado en Informes de Descarte o Análisis Cromatográfico*, de ser necesario.
- Equipos en operación o reserva, residuos y sitios contaminados: Informe de Resultados de Descarte y/o Análisis Cromatográfico, de ser necesario.
 - **Descarte de PCB.** Procedimiento de identificación de cloro como indicador de posible presencia de PCB en existencias o residuos.
 - **Análisis Cromatográfico.** Deberá realizar a todas las muestras que, en el descarte de PCB, haya dado resultado positivo. La finalidad de este análisis es de reconfirmar el resultado del descarte y, principalmente, conocer la concentración de PCB.

*Para equipos "Libres de PCB"

teams.microsoft.com está compartiendo tu pantalla. [Dejar de compartir](#) Ocultar

Proceso de identificación de PCB



Guía Metodológica para la elaboración del Inventario de PCB

5. Etiquetado de existencias y residuos.

- Las existencias o residuos deberán ser etiquetados o señalizados.
- Se debe incluir información pertinente al estado del bien que tenga contenido PCB.
- Se incluye las características de las etiquetas, asegurándose que sean resistentes al clima para perdurar el mayor tiempo posible.

Guía Metodológica para la elaboración del Inventario de PCB

6. Reporte de resultados y mantenimiento del inventario de PCB

- Incluir los reportes de las pruebas de campo, los cuales serán elaborados por el Titular y suscrito por profesional colegiado y habilitado.
- Listarse los equipos analizados con los resultados obtenidos y una fotografía del resultado de cuando se trate de pruebas colorimétricas o de medición electroquímica.
- Para el análisis de cromatografía deberán consignarse los resultados detallados de las concentraciones (Aroclor 1242, 1254 y 1260) de cada componente adjuntando el cromatograma respectivo.

teams.microsoft.com está compartiendo tu pantalla. [Dejar de compartir](#) [Ocultar](#)

Los PCB y el medio ambiente

- Ambientalmente, los PCB tienen propiedades de toxicidad, resistencia a la degradación, bioacumulación, y porque se pueden movilizar grandes distancias. Asimismo, tienen la capacidad de producir algún tipo de cáncer.
- Los PCB son parte de la lista de Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP) del Convenio de Estocolmo y de la lista de residuos peligrosos del Convenio de Basilea. Ambos convenios internacionales han sido suscritos por el Perú.

teams.microsoft.com está compartiendo tu pantalla. [Dejar de compartir](#) [Ocultar](#)

Obligaciones establecidas en los convenios internacionales

El 2005 el Perú ratificó el **Convenio de Estocolmo** sobre los Contaminantes Orgánicos Persistentes, que establece en su Art. 6° elaborar estrategias apropiadas para:

- Determinar las existencias, así como los residuos que consistan o que contenga o estén contaminados con PCB.
- Gestionar cuando proceda, las existencias de manera segura, eficiente y ambientalmente racional.
- Adoptar medidas adecuadas para que los residuos se gestionen, recojan, transporten y almacenen de manera ambientalmente racional.

Los PCB en el nuevo RPAAE

- El MINEM, en el marco del D.S. N° 014-2019-EM, debe orientar a los Titulares el cumplimiento de lo dispuesto en esta norma, en particular, en relación a la elaboración del Plan de Gestión Ambiental de PCB (PGAPCB), el cual debe ser presentado por el Titular a la Dirección General de Asuntos Ambientales de Electricidad (DGAAE) del MINEM.
- En la Quinta Disposición Complementaria Final se establece que en un plazo máximo de noventa (90) días hábiles contado a partir de la entrada en vigencia de la misma, el MINEM, previa opinión del MINAM, debe aprobar la guía metodológica para el inventario de existencias y residuos para la identificación de PCB, así como para la elaboración de los PGAPCB aplicables a la actividad eléctrica.

Guía Metodológica para la elaboración de los PGAPCB en el RPAAE



PERÚ
Ministerio de Energía y Minas

- El Art. 53° del RPAAE define al PGAPCB como un IGA complementario que contiene actividades destinadas a la prevención de la contaminación ambiental, así como la progresiva eliminación de equipos, componentes o infraestructuras utilizadas en el desarrollo de las actividades eléctricas, que contengan o estén contaminados con PCB o que tengan aceite dieléctrico con PCB (concentración mayor o igual a 50 ppm) o a 10 µg/100 cm² para superficies no porosas, identificados en el inventario de sus existencias y residuos.

teams.microsoft.com está compartiendo tu pantalla. [Dejar de compartir](#) [Ocultar](#)

Guía Metodológica para PGAPCB



PERÚ
Ministerio de Energía y Minas

1. DATOS GENERALES

- 1.1. Nombre del proponente y razón social del Titular.
- 1.2. Representante Legal del Titular de la actividad eléctrica.
- 1.3. Dirección del domicilio legal, teléfono, correo electrónico, número de RUC.
- 1.4. Datos de la empresa consultora.

2. ANTECEDENTES

- IGAs relacionados con la gestión de materiales y residuos peligrosos.
- Política de gestión ambiental, sistemas de gestión ambiental u otros implementados.
 - 2.1. Marco Legal
 - 2.2. Actividades realizadas
 - Avances realizados por el Titular referidos a actividades de identificación y/o eliminación de PCB.
 - Acciones realizadas para implementar almacenes para equipos y residuos con PCB.

teams.microsoft.com está compartiendo tu pantalla. [Dejar de compartir](#) [Ocultar](#)

Guía Metodológica para PGAPCB

3. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS INSTALACIONES

- 3.1. Ubicación de instalaciones.
- 3.2. Descripción del proceso operativo.
- 3.3. Descripción de instalaciones.

4. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL DE LA GESTIÓN DE PCB

- Actividades previas realizadas por el Titular.

Identificación de las fuentes probables de ser, contener o estar contaminados con PCB

- Acciones realizadas respecto de la identificación de fuentes probables de contener o estar contaminados con PCB.
- Listado de equipos, en condición de operativo, en mantenimiento, en reserva o como residuos (inventario de equipos).
- Acciones de identificación de probables sitios contaminados con PCB.

teams.microsoft.com está compartiendo tu pantalla [Dejar de compartir](#) [Ocultar](#)

Guía Metodológica para PGAPCB

5. GESTIÓN AMBIENTAL DE PCB

5.1 Identificación de PCB

Identificar las fuentes con PCB, dónde están esas fuentes, cuál es su condición, cuánto pesan, entre otras actividades, las cuales son parte de un “inventario de PCB”.

5.1.1. Identificación de existencias y residuos con PCB

5.1.2. Elaboración del reporte del inventario

5.2 Evaluación de riesgos para la toma de decisiones

- Identificar peligros en base a los actos y condiciones subestándar, en los lugares donde están operando los equipos y donde se ubiquen los residuos.
- Evaluar los riesgos de los peligros identificados, con una metodología validada, con el fin de proponer medidas de control del riesgo.

teams.microsoft.com está compartiendo tu pantalla [Dejar de compartir](#) [Ocultar](#)

Guía Metodológica para PGAPCB

5.3. Manejo ambientalmente racional de existencias y residuos con PCB

Medidas de control y seguimiento de los equipos que contienen PCB (existencias y residuos), como:

5.3.1 *Capacitación en el manejo de las existencias y residuos con PCB.*

5.3.2 *Medidas de prevención de riesgos ocupacional y contaminación del ambiente.*

5.3.3 *Medidas para contar con equipos libres de PCB:*

- En adquisición de equipos nuevos.
- En contratación o realización del servicio de mantenimiento.

5.3.4 *Medidas para el manejo de PCB durante la operación y mantenimiento de equipos.*

5.4 Tratamiento y Eliminación ambientalmente racional de PCB

Determinación del tipo de tratamiento y eliminación de PCB (lavado y descontaminación de transformadores y/o destrucción del PCB).

- Indicadores de seguimiento de los avances en el inventario de equipos con PCB.
- Indicadores de seguimiento de los avances en la eliminación de equipos con PCB.

teams.microsoft.com está compartiendo tu pantalla. [Dejar de compartir](#) [Ocultar](#)

Guía Metodológica para PGAPCB

7. CRONOGRAMA, PRESUPUESTO y RESPONSABLES

Cronograma con las actividades y tareas previstas en el PGAPCB, así como el costo estimado de las mismas.

Identificación de los responsables para la ejecución de cada una de las actividades.

8. PLAN DE CONTINGENCIAS

El Titular debe revisar y/o actualizar su Plan de Contingencia, introduciendo el tema de los riesgos, en caso de estar en contacto con PCB.

teams.microsoft.com está compartiendo tu pantalla. [Dejar de compartir](#) [Ocultar](#)



 **PERÚ** Ministerio de Energía y Minas

teams.microsoft.com está compartiendo tu pantalla. [Dejar de compartir](#) [Ocultar](#)