



ESTADO PLURINACIONAL DE  
**BOLIVIA**

MINISTERIO DE  
MEDIO AMBIENTE Y AGUA



ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS  
PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL  
OBSERVATORIO DE ENERGÍAS RENOVABLES PARA AMÉRICA LATINA Y CARIBE

## Guía de Buenas Prácticas Ambientales en el Mantenimiento y Reducción de Riesgos

(Salud humana y minimización de la contaminación cruzada)





ESTADO PLURINACIONAL DE  
**BOLIVIA**

MINISTERIO DE  
MEDIO AMBIENTE Y AGUA

VICEMINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE,  
BIODIVERSIDAD, CAMBIOS CLIMÁTICOS Y  
DE GESTIÓN Y DESARROLLO FORESTAL

**PROGRAMA NACIONAL DE CONTAMINANTES ORGÁNICOS  
PERSISTENTES**

**Guía de Buenas Prácticas Ambientales en el Mantenimiento y  
Reducción de Riesgos**

Salud humana y minimización de la contaminación cruzada

**LA PAZ - BOLIVIA**

# CRÉDITOS

2021 “Guía de Buenas Prácticas Ambientales en el Mantenimiento y Reducción de Riesgos (Salud humana y minimización de la contaminación cruzada)”.

**Copyright:** © MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y AGUA

**Elaborado por:**

María Alejandra Galarza Coca  
Coordinadora Nacional Proyecto PCBs

**Revisión**

Programa Nacional de Contaminantes Orgánicos Persistentes  
PRONACOPs

**Aprobación**

M.Sc. Ing. Magín Herrera López  
Viceministro de Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambios Climáticos y de  
Gestión y Desarrollo Forestal

**Fotografías portada:**

© MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y AGUA

**Diseño y Diagramación:**

Roberto Carlos Aguilar Lecoña  
Unidad de Comunicación Social - MMAyA

**Contactos:**

Ministerio de Medio Ambiente y Agua  
Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambios Climáticos y de  
Gestión y Desarrollo Forestal

Calle Potosí esq. Calle Ayacucho N° 438 Casa Grande del Pueblo piso 18 Telf.:  
2-2146382 - 2146385

**Cita del documento:**

Ministerio de Medio Ambiente y Agua - Viceministerio de Medio Ambiente,  
Biodiversidad, Cambios Climáticos y de Gestión y Desarrollo Forestal. 2020.  
“Guía de Buenas Prácticas Ambientales en el Mantenimiento y Reducción de  
Riesgos (Salud humana y minimización de la contaminación cruzada)”.  
La Paz. 36 P.

**Web:**

[www.mmaya.gob.bo](http://www.mmaya.gob.bo)

# CONTENIDO

<b>PRESENTACIÓN</b>	7
<b>1. ¿QUÉ SON LAS BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES?</b>	9
<b>2. INFORMACIÓN GENERAL SOBRE LOS BIFENILOS POLICLORADOS (PCBs)</b>	9
2.1. ¿Qué son los Bifenilos Policlorados (PCBs)?:	9
2.2. Uso de los PCBs	9
2.3. Aplicaciones de los PCBs:	10
2.3.1. Aplicaciones en sistemas abiertos:	10
2.3.2. Las aplicaciones en sistemas cerrados:	10
2.4. Propiedades Físico - Químicas de los PCBs:	10
2.5. Producción de los PCBs:	11
2.6. Fluidos y mezclas comerciales que contienen PCB	11
2.7. Empresas que fabricaron transformadores, capacitores con PCBs	11
2.7.1. Transformadores	11
2.7.2. Capacitores	12
2.8. Ventajas de los PCBs:	13
2.9. Desventajas de los PCBs	13
<b>3. MEDIDAS BÁSICAS DE SEGURIDAD PARA TRABAJAR CON EQUIPOS ELÉCTRICOS</b>	13
<b>4. ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADORES</b>	13
4.1. Aspectos generales.	13
4.2. Partes principales de un transformador	13
4.3. Actividades de Operación	14
4.4. Mantenimiento de equipos con aceite dieléctrico	15
4.4.1. Diagnóstico de equipos	15
4.4.2. Mantenimiento preventivo	15
4.4.3. Mantenimiento correctivo	17
4.4.4. Operaciones para reparar un transformador	18
4.4.4.1 Recepción del transformador	18
4.4.4.2 Prueba de PCBs	19
4.4.4.3. Extracción del aceite	19
4.4.4.4. Pruebas al aceite	19
4.4.4.5. Encube y llenado de aceite	19
4.4.4.6. Pruebas eléctricas finales	20
<b>5. EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL</b>	20
5.1. Categorías de Equipos de Protección Personal	20
<b>6. CONTAMINACIÓN CRUZADA</b>	24
<b>7. SITUACIONES EN CASO DE ACCIDENTES</b>	25
7.1. Descontaminación de pisos	25
<b>8. PREVENCIÓN DE ACCIDENTES CALIENTES</b>	25
<b>9. EFECTOS DE LOS BIFENILOS POLICLORADOS (PCBs) EN EL MEDIO AMBIENTE Y LA SALUD HUMANA</b>	26
9.1. Efectos en el Medio Ambiente	26
9.2. Efectos en la Salud Humana	26
9.3. Vías de exposición con PCB´s	27
<b>10. ATENCIÓN A EMERGENCIAS Y PRIMEROS AUXILIOS</b>	28
10.1. EXÁMENES PREOCUPACIONALES Y PERIÓDICOS:	28
<b>11. PRÁCTICAS AMBIENTALES GENERALES</b>	29
11.1. Prácticas generales	29

## ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Estructura molecular de los Bifenilos Policlorados	9
Imagen 2. Ejemplos de aplicaciones en sistemas abiertos	10
Imagen 3. Ejemplos de aplicaciones en sistemas cerrados	10
Imagen 4. Ejemplos de aceites con PCBs	11
Imagen 5. Cadena alimenticia	26
Imagen 6. Contaminación de aguas (Efectos por derrames)	26
Imagen 7. Exposición por ingesta	27
Imagen 8. Exposición por inhalación	27
Imagen 9. Exposición dérmica o cutánea	28

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Vista de un Transformador eléctrico	14
Fotografía 2. Trabajo de diagnóstico	15
Fotografía 3. Trabajo de mantenimiento de un Transformador	16
Fotografía 4. Trabajo de mantenimiento correctivo de un Transformador	18
Fotografía 5. Tareas de mantenimiento de un Transformador	18
Fotografía 6. Recepción de un	18
Fotografía 7. Tareas de pruebas para PCBs	18
Fotografía 8. Extracción de Aceite	19
Fotografía 9. Pruebas de Aceite	19
Fotografía 10. Llenado de Aceite	19
Fotografía 11. Pruebas eléctricas	20

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Compañías que fabricaron transformadores con PCBs	12
Tabla 2. Compañías que fabricaron capacitores con PCBs	12
Tabla 3. Categorías de EPPs según OSHA	20
Tabla 4. Categoría A de EPPs según OSHA	21
Tabla 5. Categoría B de EPPs según OSHA	22
Tabla 6. Categoría C de EPPs según OSHA	23
Tabla 7. Categoría D de EPPs según OSHA	24

## ÍNDICE DE FLUJOGRAMAS

Flujograma 1. PARA EL PROCESO DE DIAGNOSTICO	15
Flujograma 2. PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO	16
Flujograma 3. PARA EL MANTENIMIENTO CORRECTIVO	17

# PRESENTACIÓN

El Ministerio de Medio Ambiente y Agua, a través del Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambios Climáticos y de Gestión y Desarrollo Forestal, presenta la “Guía de Buenas Prácticas Ambientales en el Mantenimiento y Reducción de Riesgos (Salud humana y minimización de la contaminación cruzada)”, la cual contempla información técnica para apoyar a quienes realizan actividades de mantenimiento, que involucra el manejo, uso, transporte y almacenamiento específicamente de equipos, materiales, residuos y aceites con contenidos de PCBs, que puede apoyar a mejorar la gestión ambiental en cualquier actividad donde se usa aún este tipo de elementos peligrosos.

Es importante que todas las personas, trabajadores, técnicos, entre otros empiecen a aplicar las Buenas Prácticas Ambientales con el objeto de mejorar la gestión ambiental en sus diferentes actividades, apoyando también con ello en la reducción de la contaminación ambiental a los diferentes factores ambientales como ser agua, aire, suelo, ecosistema, paisaje, etc., Por tanto el detalle de las prácticas indicadas en el presente documento se considera coadyuvarán a mejorar la calidad de nuestro medio ambiente y por ende a vivir bien y en armonía con nuestro planeta.



## 1. ¿QUÉ SON LAS BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES?

Las BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES se pueden definir como un conjunto de recomendaciones y/o tareas, prácticas, útiles y didácticas, que sirven para reducir al máximo posible el impacto negativo de las acciones y comportamientos de actividades habituales que involucran riesgo ambiental, es decir:



“Son aquellas acciones que pretenden controlar y reducir posibles daños ocasionados por las actividades productivas al medio que los rodea, a los recursos naturales y al ser humano.

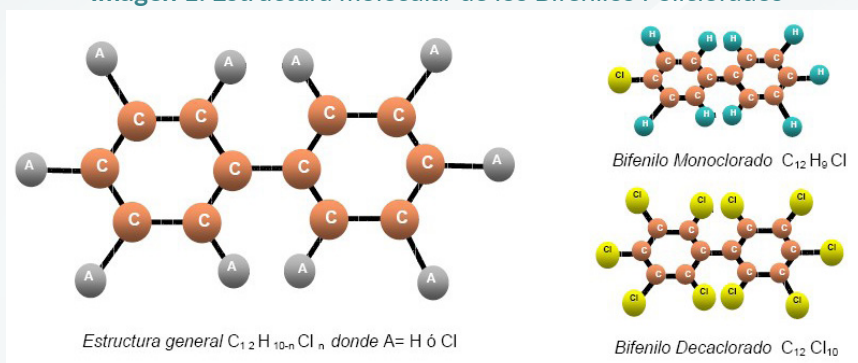
Igualmente, son buenas prácticas porque ayudan a reducir las emisiones y contaminación de polvos, gases y ruidos a la atmósfera, asimismo controlan que los líquidos contaminados no sean vertidos directamente a los ríos, a los espacios naturales y a las aguas subterráneas. Controlan además que los residuos sólidos sean enviados a los botaderos y no sean vaciados directamente al suelo”

## 2. INFORMACIÓN GENERAL SOBRE LOS BIFENILOS POLICLORADOS (PCBs)

### 2.1. ¿Qué son los Bifenilos Policlorados (PCBs)?:

Los Bifenilos Policlorados o PCBs componen una familia de 209 compuestos químicos (congéneres) formados por dos anillos de benceno y de 1 a 10 átomos de cloro. Son sustancias organocloradas de muy alta estabilidad química, baja inflamabilidad y resistentes a la degradación térmica, al ser hidrocarburos, presentan uniones cloro-carbono y sus propiedades dependen de la cantidad y posición de los átomos de cloro en la molécula.

Imagen 1. Estructura molecular de los Bifenilos Policlorados



Fuente: docplayer.es

### 2.2. Uso de los PCBs

Los Bifenilos Policlorados (PCBs) fueron utilizados ampliamente en aplicaciones industriales sobre todo en el sector eléctrico como aditivo en aceites dieléctricos en equipos por ejemplo: Transformadores, capacitores, sistemas de distribución eléctrica, bombas al vacío, motores de refrigeración, motores de bombas hidráulicas, switches, cables eléctricos térmicos, sistemas de calefacción y otros en estudio.

Asimismo los Bifenilos Policlorados (PCBs) tuvieron otros usos en: lubricantes especiales, tintas de imprenta, PVC (plásticos de cloruro de polivinilo), material de relleno en juntas de hormigon, papel copia sin carbónico (químico), plaguicidas (Aceites viejos con PCBs), control de polvo (asfaltado) y pinturas al aceite (fondo de barcos) entre otros.

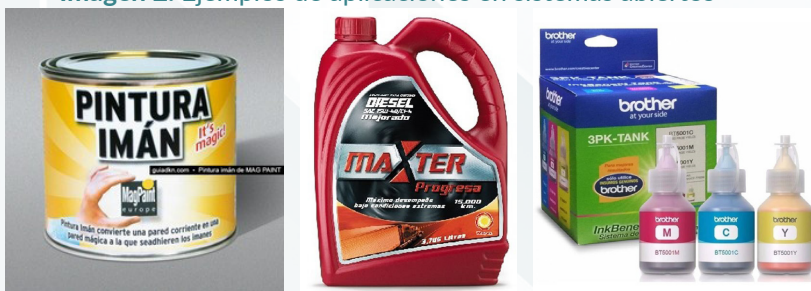
## 2.3. Aplicaciones de los PCBs:

Sus aplicaciones fueron en sistemas abiertos y sistemas cerrados.

### 2.3.1. Aplicaciones en sistemas abiertos:

Son sistemas en el cual los PCBs se encuentran en contacto con el medio ambiente y los usuarios como por ejemplo en: enlazantes, barnices, ceras, pinturas, tintas, gomas, papel copiante, envases, insecticidas y aceites lubricantes y de corte, los cuales utilizaban el PCB's, en su matriz hasta 1976.

Imagen 2. Ejemplos de aplicaciones en sistemas abiertos



Fuente: nopuedocreer.com; Taringa.net; albitech.com

### 2.3.2. Las aplicaciones en sistemas cerrados:

Consisten en la utilización como fluidos en refrigerantes, fluidos hidráulicos, dieléctricos en transformadores y otros equipos eléctricos.

El sistema cerrado consiste en que el fluido se mantiene completamente dentro el equipo y bajo ninguna circunstancia estas deben estar expuestas al usuario o al medio ambiente, sin embargo pueden ocurrir emisiones de PCBs durante el mantenimiento y/o el desarme del equipo.

Imagen 3. Ejemplos de aplicaciones en sistemas cerrados



Fuente: nopuedocreer.com; Taringa.net; albitech.com

## 2.4 Propiedades Físico - Químicas de los PCBs:

Los PCB son algunas de las sustancias químicas orgánicas más estables que se conocen. Su constante dieléctrica baja y su punto de ebullición elevado los hacen ideales como fluidos dieléctricos en condensadores y transformadores eléctricos. En resumen, éstas son las propiedades de los PCB:

- Constante dieléctrica baja;
- Baja volatilidad;
- Resistentes al fuego;
- Baja solubilidad en agua;
- Alta solubilidad en solventes orgánicos;
- Alta resistencia al envejecimiento, no se deterioran durante el uso.

**Imagen 4. Ejemplos de aceites con PCBs**

Fuente: [fyringenieros.com](http://fyringenieros.com)

Se presentan de forma líquida, con alta viscosidad. Son incoloros o amarillentos, poseen un olor distintivo, son compuestos orgánicos por lo tanto insolubles en agua y totalmente solubles en aceites o solventes orgánicos. No se degradan por el efecto de la luz, tiene sensibilidad elevada al calor, se descomponen a altas temperaturas.

## 2.5. Producción de los PCBs:

La producción de los PCBs a escala industrial empezó el año 1929 en Monsanto, E.E.U.U. y se utilizaron intensamente entre los años de 1930 a 1989 a nivel mundial.

- En 1970, la EPA inicia estudios sobre los PCBs.
- En 1976 se prohíbe la producción comercial de todos los PCBs en los E.E.U.U.
- Entre 1929 y 1977 se calcula que se produjeron aproximadamente 555,000 toneladas de PCBs, solo en los E.E.U.U.

De la misma forma, otros países productores de PCB fueron: Austria, China, Checoslovaquia, Francia, Alemania, Italia, Japón, Rusia, España, Reino Unido y Estados Unidos. Asimismo, en algunos países se realizó la prohibición de uso de los PCBs desde 1976 y se restringió el uso de PCBs en aplicaciones cerradas.

## 2.6. Fluidos y mezclas comerciales que contienen PCB.

Entre los nombres comerciales de los PCBs que fueron producidos por las diferentes empresas tenemos por ejemplo:

- |           |             |
|-----------|-------------|
| ☞ Askarel | ☞ Therminol |
| ☞ Pydraul | ☞ Aroclor   |
| ☞ Piranol | ☞ Inerteen  |

## 2.7. Empresas que fabricaron transformadores, capacitores con PCBs.

Durante el tiempo de producción de los Bifenilos Policlorados (PCBs), estos fueron producidos por diferentes empresas que describimos a continuación:

### 2.7.1. Transformadores

Entre las empresas que produjeron transformadores con contenidos de Bifenilos Policlorados están los siguientes:

**Tabla 1.** Compañías que fabricaron transformadores con PCBs

No.	PAÍS DE PROCEDENCIA	COMPAÑÍAS QUE FABRICARON TRANSFORMADORES
1	ESTADOS UNIDOS	WESTINGHOUSE, GENERAL ELECTRIC COMPANY, RESEARCH-COTTRELL, NIAGARA TRANSFORMER CORP, STANDARD TRANSFORMER CO, HELENA CORPORATION, HEVI-DUTY ELECTRIC, KUHLMAN ELECTRIC CO., ELECTRO ENGINEERING WORKS, R. E. UPTGRAFF MFG. CO., H.K. PORTER, VAN TRAN ELECTRIC CO., ESCO MANUFACTURING CO., MCGRAW EDISON, WAGNER
2	ALEMANIA	AEG TRANSFORMADORES TIPO INICIADOS CON LA LETRA "C" SEGUIDO DE 3 A 4 DÍGITOS TRAFU UNIÓN (TU) TRANSFORMADORES TIPO INICIADOS CON LA LETRA "TC" SEGUIDO DE 4 DÍGITOS
3	INGLATERRA	BRUSH, YORKSHIRE Y FOSTER
4	SUIZA	DES ATELIERS Y BBC
5	JAPÓN	TOSHIBA Y MITSUBISHI
6	BRASIL	SIEMENS Y TRAFU
7	BELGICA	PAUWELS
8	MEXICO	CIA MFRA
9	FRANCIA	SAVOISIENNE
10	ITALIA	DI LEGNANO
11	PERÚ (VERMAN EIRL, 2005)	ABB, DELCROSA, BBC, FAMETAL, ENERGOTECNIA, AVJ, AUDAZ, ELECTROSERVICE, HIGH POWER, ELECIN, HELÉÉLES, RESELEC, OLC, MENAUTT, LASSER, H&P, INDUSTRIAL, ELISE, ELECTRIC POWER, EPLI, ELECTRO VARA FASETRON, NIUSA, HOHAGEN, LIDER

Fuente: PNUMA, FMAM

### 2.7.2. Capacitores.

Entre las empresas que produjeron capacitores con contenidos de Bifenilos Policlorados están los siguientes:

**Tabla 2.** Compañías que fabricaron capacitores con PCBs

Compañías que fabricaron capacitores	
ASEA Y SIEVERTS	CORNELL DUBILIER
SIEMENS	P.R. MALLORY & Co.
NOKIA	CAPACITOR SPECIALISTS
SPRAGUE	JARD CORP.
AEG	YORK ELECTRONICS
ACEC	MCGRAW EDISON
NATIONAL INDUSTRY	RF INTERONICS
GENERAL ELECTRIC	AXEL ELECTRONIC
WESTINGHOUSE	TOBE DEUTSCHMAN
LILJEHOLMEN	AEROVOX
SPA	

Fuente: PNUMA

## 2.8. Ventajas de los PCBs:

Los Bifenilos Policlorados (PCBs) presentan bondades y ventajas técnicas que detallamos a continuación:

- Estas sustancias químicas son muy resistentes a la descomposición y degradación por medios físicos, químicos, mecánicos y fotoquímicos.
- Su punto de ebullición es de 385 ° C a 420 ° C.
- Tienen excelentes propiedades como aislantes, lo cual le permite tener una buena refrigeración en los equipos.
- No son corrosivos, reactivos, ni inflamables.
- Incrementan la vida útil de los equipos.

## 2.9. Desventajas de los PCBs

Las desventajas del uso de los PCBs se consideran significativas para la salud y el medio ambiente debido a que:

- No son biodegradables;
- Son persistentes en el medio ambiente;
- Pueden acumularse en los tejidos adiposos del cuerpo;
- Son posibles carcinógenos.

## 3. MEDIDAS BÁSICAS DE SEGURIDAD PARA TRABAJAR CON EQUIPOS ELÉCTRICOS.

Para trabajar con equipos eléctricos se deben tomar algunas medidas, debido a que los principales factores que causan accidentes en el manejo de PCB, son la confianza excesiva, el desconocimiento, la imprudencia, precipitación, indisciplina, la iluminación, los materiales y herramientas que están desgastadas.

Es importante que todos los equipos eléctricos sean sometidos a inspecciones constantes, deben tener registros y estar documentadas, asimismo; en los registros se debe reportar la fecha de la inspección, identificación del equipo y localización, además se debe registrar las condiciones, existencia de fugas y condiciones del entorno en el cual se encuentra cada equipo.

## 4. ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADORES

### 4.1. Aspectos generales

El mantenimiento e inspección de los transformadores son necesarios para una buena operación que involucra su capacidad, lugar de instalación, las condiciones climatológicas entre otros que sean identificados.

En el mantenimiento es de suma importancia la calidad de los fluidos dieléctricos para asegurar el buen funcionamiento de los equipos eléctricos aislados en aceite.

### 4.2. Partes principales de un transformador

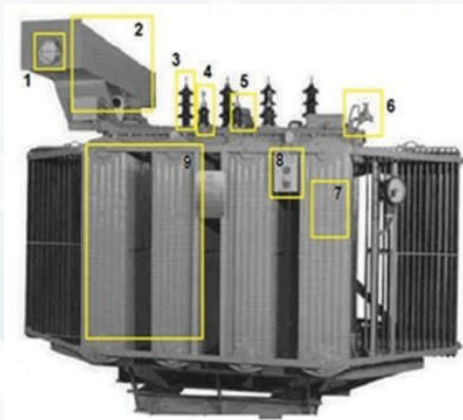
Las partes más importantes del transformador que requieren de atención durante las actividades de operación y mantenimiento son las siguientes:

- ✓ Indicador del nivel de aceite: El cual nos permite observar desde el exterior el nivel de aceite del transformador.
- ✓ Depósito de expansión: Este depósito sirve de cámara de expansión del aceite ante las variaciones de volumen que sufre debido a la temperatura.
- ✓ Pasa-tapas de entrada o bujes: Estas conectan con el bobinado primario del transformador con la red eléctrica de entrada a la estación o subestación transformadora.

- ✓ Pasa-tapas de salida: Estas conectan el bobinado secundario del transformador con la red eléctrica de salida a la estación o subestación transformadora.
- ✓ Regulador de tensión: Permite adaptar la tensión del transformador para adaptarla a las necesidades del consumo. Esta operación solo es posible si el bobinado secundario está preparado para ello.
- ✓ Grifo de llenado: Esta parte permite introducir líquido refrigerante en la cuba del transformador.
- ✓ Radiadores de refrigeración: Su misión es disipar el calor y evitar que el aceite se caliente en exceso.
- ✓ Placa de características: Esta contiene la descripción de las características más importantes del transformador.
- ✓ Cuba: Es un depósito que contiene el líquido refrigerante (aceite) y en el cual se sumergen los bobinados y el núcleo metálico del transformador.
- ✓ Desecador: Su tarea es secar el aire que entra en el transformador como consecuencia de la disminución del nivel de aceite.
- ✓ Relé Bucholz: Este relé se acciona cuando ocurre una anomalía interna en el transformador, del cual manda una señal de apertura a los dispositivos de protección.
- ✓ Termostato: Este equipo mide la temperatura interna del transformador y emite alarmas en caso de que esta no sea la normal.

A continuación, presentamos un ejemplo de un transformador en el que se muestra sus partes más importantes:

Fotografía 1. Vista de un Transformador eléctrico



1. Indicador de nivel
2. Depósito de expansión
3. Pasa-tapas de entrada
4. Pasa-tapas de salida
5. Mando conmutador
6. Grifo de llenado
7. Radiadores de refrigeración
8. Placa de características

Fuente: sectorelectricidad.com

### 4.3. Actividades de Operación

Las actividades de operación de los equipos de transformación requieren necesariamente de un lugar seguro y estable, esto dependerá de las características que tienen dichos equipos, ya que estos pueden ser instalados en:

- a. Estructura elevada que se denominan subestaciones aéreas,
- b. Instaladas en casetas o también denominadas subestaciones convencionales y
- c. Al aire libre.

## 4.4. Mantenimiento de equipos con aceite dieléctrico

Para llevar adelante tareas de mantenimiento de los equipos se debe seguir varios pasos comenzando por el diagnóstico, lo cual permitirá identificar el tipo de mantenimiento que requiere cada equipo.

### 4.4.1. Diagnóstico de equipos

Fotografía 2. Trabajo de diagnóstico de un Transformado

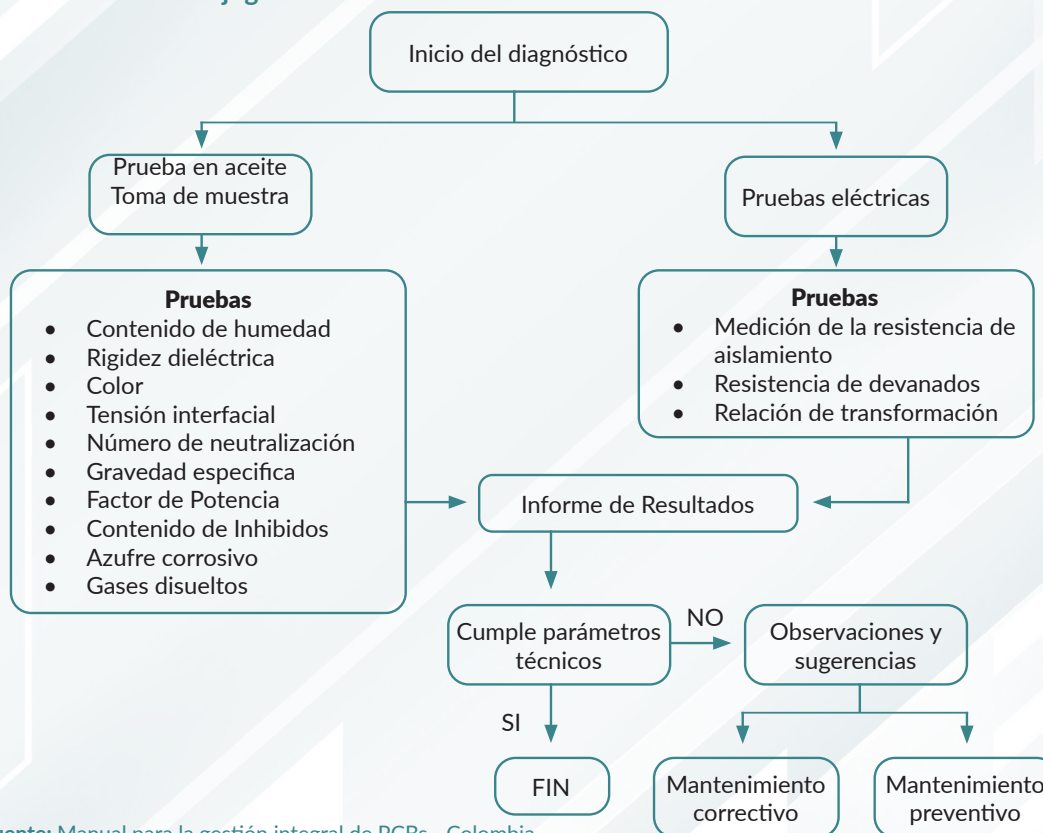


Fuente: clasipar.paraguay.com

El trabajo de diagnóstico de los transformadores que utilizan el aceite dieléctrico como aislante, permite:

- Identificar los factores que influyen en el deterioro del sistema de aislamiento;
- Identificar el estado actual de las partes que conforman el equipo;
- Establecer el nivel de cumplimiento técnico del equipo respecto a lo establecido en las normas técnicas para su funcionamiento y;
- Establecer pruebas y actividades para planificar la gestión técnica del equipo durante su vida útil.

Flujograma 1. PARA EL PROCESO DE DIAGNÓSTICO



Fuente: Manual para la gestión integral de PCBs - Colombia

En función al diagnóstico realizado, se procede a determinar el tipo de mantenimiento que se puede aplicar y el cual puede ser preventivo o correctivo.

### 4.4.2. Mantenimiento preventivo

Después de un diagnóstico completo del equipo (externo e interno) se tiene que definir el nivel de intervención requerido e iniciar el proceso de mantenimiento preventivo, para lo cual se identifican las actividades y las consideraciones básicas y necesarias sobre las condiciones operativas.

Fotografía 3. Trabajo de mantenimiento de un Transformador

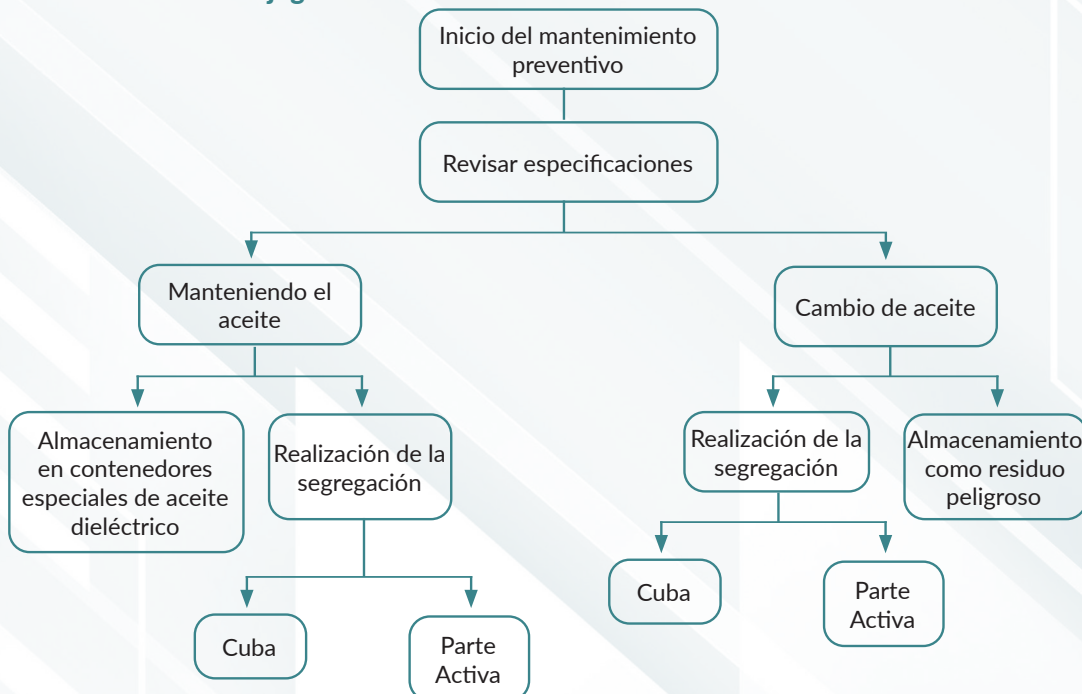


Fuente: servicios.enatrel.gob.ni

El mantenimiento preventivo puede dividirse en dos clases:

- a). Mantenimiento preventivo del sistema de aislamiento: En este tipo de mantenimiento, la presencia de PCBs no se considera contaminante desde el punto de vista técnico operacional, ya que los PCBs afectan dándole mayor tiempo de vida útil al equipo. Sin embargo, al igual que los análisis del aceite del transformador, esta modalidad de mantenimiento permite comprobar las propiedades del fluido dieléctrico, al detectar cualquier falla que emane de las partes activas del equipo (Bobinado, circuito eléctrico, magnético, regulado) y de los aislamientos celulares.
- b). Mantenimiento preventivo de estructura: Para llevar adelante el mantenimiento preventivo considera en principio, una revisión detallada de las piezas del equipo, se realiza las pruebas identificadas en el diagnóstico, asimismo se realizan diferentes actividades adicionales que se requieran, donde se identifica algunos cambios o ajustes, entre otros. Es recomendable revisar periódicamente; el cambiador de “taps”, pasa-tapas, sistema de ventilación, medidores de temperatura, medidores de nivel de aceite, Relé Buchholz, válvula de sobrepresión, tanque y respirador de sílica gel entre otros.

Flujograma 2. PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

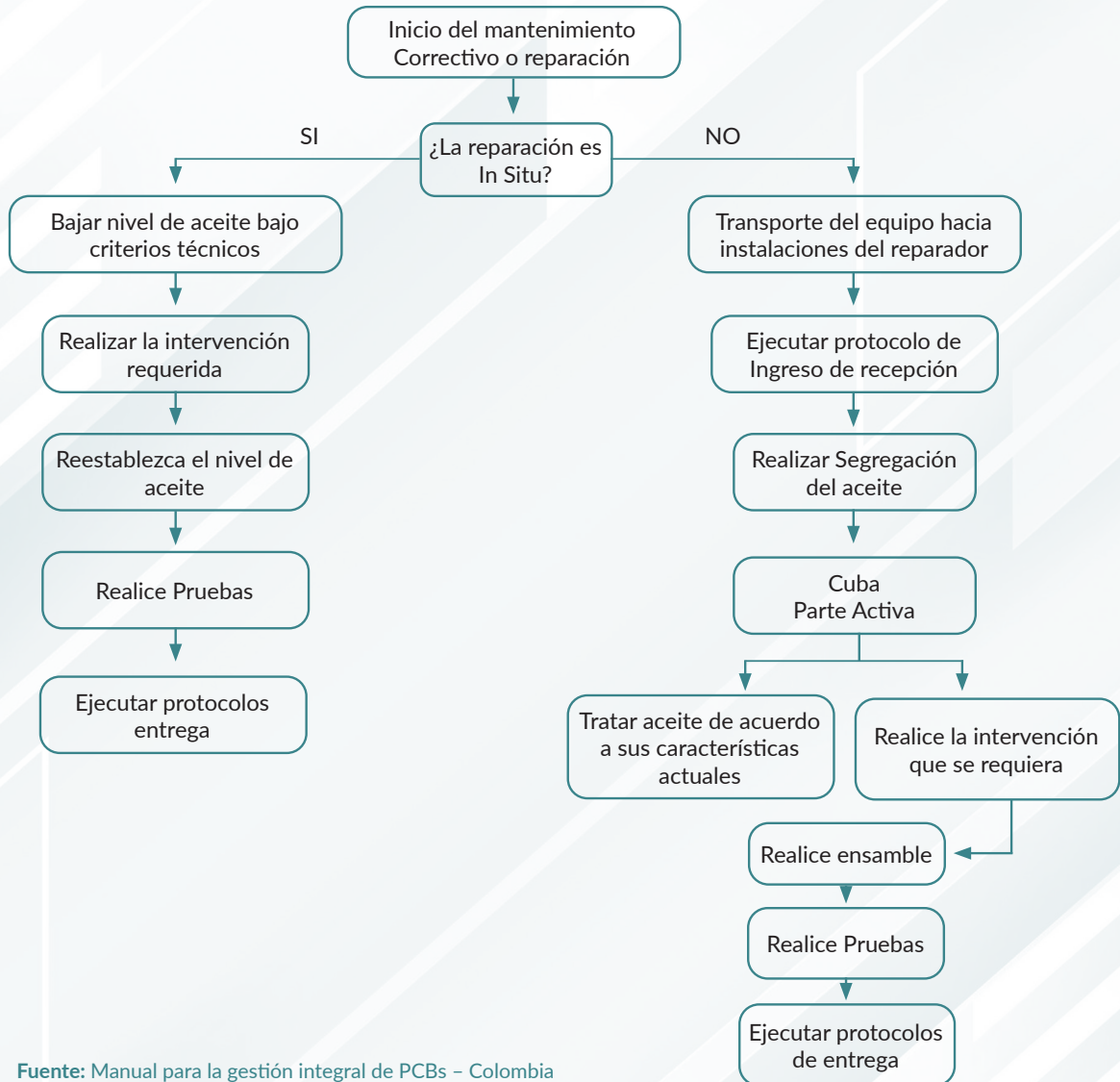


Fuente: Manual para la gestión integral de PCBs - Colombia

### 4.4.3. Mantenimiento correctivo.

El mantenimiento correctivo es un proceso de gestión del activo, por tanto la reparación es la última actividad que se puede realizar antes de retirar un equipo de operación, ya que en el tiempo de vida útil un equipo, este pasa por procesos de mantenimiento en reiteradas oportunidades, y de esta manera el funcionamiento operativo sea confiable y seguro.

Flujograma 3. PARA EL MANTENIMIENTO CORRECTIVO



Fuente: Manual para la gestión integral de PCBs - Colombia

Aunque las condiciones de falla, el exceso en la operación así como el envejecimiento del equipo, entre otros; son elementos que llevan a que el equipo tenga condiciones de alerta de falla lo cual conlleva a la necesidad de realizar el tratamiento requerido.

Fotografía 4. Trabajo de mantenimiento correctivo de un Transformador



Fuente: cea.com.pe

Por tanto, el proceso de reparación de un equipo involucra en el cambio o reparación de algunas o todas las partes de un transformador, dependiendo si es el equipo es nuevo o reconstruido es decir que:

- Cuando un transformador es reparado totalmente se debe al cambio totalmente de sus bobinas, aislamientos y líquido aislante conllevando al reinicio de su vida útil.
- Cuando el transformador es reconstruido, es cuando se rediseña y se modifica sus características nominales, conllevando al reinicio de su vida útil.

#### 4.4.4. Operaciones para reparar un transformador.

Las operaciones generales para realizar la reparación de un transformador son:

Fotografía 5. Tareas de mantenimiento de un Transformador



Fuente: jcc-transformadores.com

#### 4.4.4.1. Recepción del transformador.

Fotografía 6. Recepción de un Transformador



Fuente: transformadoresmolina.com

El proceso de reparación de equipos eléctricos como los transformadores, inicia con la recepción e identificación del equipo; cuyo primer paso es realizar una inspección visual inicial, registro de los datos de identificación, estado exterior del mismo y sus accesorios. Este paso debe realizarse previamente a la intervención del transformador de acuerdo con el procedimiento de admisión de equipos presentado anteriormente (diagnóstico).

#### 4.4.4.2 Prueba de PCBs

Adicionalmente antes de cualquier intervención al equipo, se debe proceder a la extracción de una muestra de aceite para la verificación de contenido de PCBs, al hacer esto se promueve en el personal la manipulación segura del mismo, tomando las medidas necesarias para evitar el riesgo de contaminación cruzada de otros elementos usados en el proceso de reparación, como recipientes, partes del equipo, maquinaria de tratamiento de aceite, entre otros.

Fotografía 7. Tareas de pruebas para PCBs



Fuente: isepingenieria.cl

#### 4.4.4.3. Extracción del aceite

Fotografía 8. Extracción de Aceite



Fuente: servelec.mx

Como parte de la gestión de residuos, quienes prestan servicios de reparación deben contar con procedimientos claros para el manejo seguro y ambientalmente adecuado del aceite usado que es extraído de los equipos, en los procesos de desarme y desmonte del transformador, en esta fase se remueven los accesorios, buscando su recuperación y reutilización de partes del equipo.

#### 4.4.4.4 Pruebas al aceite

El aceite para transformadores es clave en el proceso de refrigeración de un transformador, también la contaminación química de aceites por PCBs, por lo cual es necesario hacer pruebas y determinar si tiene o no este aditivo en el aceite dieléctrico. Por otra parte en la actualidad es recomendable que la empresa cuente con una certificación del proveedor del aceite, así como los ensayos analíticos realizados por la empresa, según los lineamientos establecidos para ello.

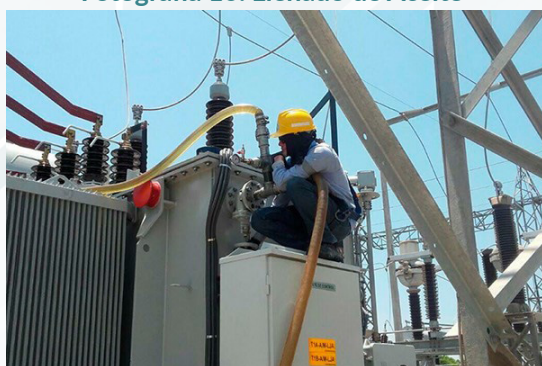
Fotografía 9. Pruebas de Aceite



Fuente: sicamedicion.com.mx

#### 4.4.4.5 Encube y llenado de aceite

Fotografía 10. Llenado de Aceite



Fuente: wattsingenieria.com

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

#### 4.4.4.6 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 y la medida de pérdidas sin carga y con cargas.

Fotografía 11. Pruebas eléctricas



Fuente: jcc-transformadores.com

### 5. EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

Según las normas de Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (Occupational Safety and Health Administration, OSHA) los equipos de protección personal para el trabajo con Bifenilos Policlorados (PCBs) pueden ser de: Nivel A, B, C y D, debido a que los PCBs pueden penetrar casi todos los materiales, razón por la cual los implementos (overoles, botas o cubre zapatos, guantes y gafas) deben ofrecer la mejor protección contra estos elementos peligrosos.

Para actividades con PCBs, se recomienda utilizar los siguientes implementos de seguridad:

- Overol desechable a prueba de productos y sustancias químicas, PCBs, (overolesTiveck).
- Guantes desechables a prueba de productos químicos, (nitrilo).
- Botas o cubre zapatos desechables.
- Máscara de respiración, full face, con filtros para vapores orgánicos y ácidos, PCBs.
- Para exposiciones de menor intensidad utilizar máscara de gases con cartucho de reemplazo tipo "CC".

Existe la probabilidad de que los EPPs puedan contaminarse con PCBs., a través del material de la máscara, lentes y guantes, por la manipulación y almacenamiento de los equipos y desechos con PCBs.

Por tal razón después de cada trabajo de manipulación de existencias con PCBs, es necesario el cambio inmediato de todo el EPP que haya tenido contacto con dichas sustancias, y su eliminación debe realizarse siguiendo los procedimientos de GAA considerándolo como un desecho peligroso.

Las siguientes especificaciones sobre los EPPs se pueden considerar como guía para identificar el tipo de EPPs que es necesario llevar para el desarrollo de actividades y/o tareas con PCBs.

#### 5.1. Categorías de Equipos de Protección Personal

La norma OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional - Occupational Safety and Health Administration de EEUU) identifica cuatro niveles de equipo de protección personal para escenarios de exposición con aceites dieléctricos con PCBs, indicados en la siguiente tabla:

Tabla 3. Categorías de EPPs según OSHA


NIVEL A	NIVEL B	NIVEL C	NIVEL D
MUY ALTO	ALTO	MEDIO	BAJO

Fuente: Internet - OSHA

A continuación se detallan cada una de las categorías indicadas:

El nivel A es máxima protección, para áreas donde no hay buena ventilación, consiste en respirador de aire, ropa anti química, overoles Braga Tyvec, guantes exteriores e interiores, botas punteras y talón de acero, casco.

**Tabla 4. Categoría A de EPPs según OSHA**

PROTECCIÓN INDIVIDUAL EN EL TRABAJO (EPP)		
NIVEL A: MUY ALTO	DESCRIPCIÓN	QUE INCLUYE
	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Altas concentraciones de PCBs.</li> <li>➤ Alto riesgo a la exposición a PCBs.</li> <li>➤ Mayor nivel de protección personal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. <b>Respirador con contenido autónomo de aire</b> con presión positiva y máscara facial completa.</li> <li>b. <b>Ropa anti-químicos</b> totalmente encapsulada - Overoles Braga tipo Tyvec.</li> <li>c. <b>Guantes exteriores</b>, anti-químicos para trabajo pesado.</li> <li>d. <b>Guantes interiores</b>, anti-químicos para trabajo liviano.</li> <li>e. <b>Botas anti-químicas</b> para trabajo liviano.</li> <li>f. <b>Casco</b>.</li> </ul>
Ej: Trabajos de limpieza de derrame o en edificaciones con ventilación deficiente		



Respirador con contenido autónomo (scba)



Casco



Guantes de uso exterior



Guantes de uso interior trabajo liviano



Overol para sustancias químicas



Botas anti químicas para trabajo liviano

El **nivel B** para áreas sin ventilación natural pero solamente para realizar inspecciones. Consisten en respirador de aire, ropa anti-químicos, overoles, guantes exteriores e interiores, botas y casco.

**Tabla 5.** Categoría B de EPPs según OSHA

PROTECCIÓN INDIVIDUAL EN EL TRABAJO (EPP)		
NIVEL A: MUY ALTO	DESCRIPCIÓN	QUE INCLUYE
	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Alta concentración de PCBs.</li> <li>➤ Riesgo con bajo potencial de exposición a PCBs.</li> <li>➤ Alto nivel de protección respiratoria requerido.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Respirador con contenido autónomo de aire</b> con presión positiva y mascarera facial completa.</li> <li>2. <b>Ropa anti-químicos</b> con capucha (overol Braga Tyvecl).</li> <li>3. <b>Guantes exteriores</b>, anti-químicos para trabajo pesado.</li> <li>4. <b>Guantes interiores</b>, anti-químicos para trabajo liviano.</li> <li>5. <b>Botas anti-químicos</b> puntera y talón de acero.</li> </ol>
<p>Ej: Trabajo de inspección de un derrame (no participa de la limpieza del derrame). Para trabajos en recinto mal ventilados o espacio confinado donde se presenta un derrame.</p>		



Respirador con contenido autónomo (scba)



Casco



Guantes de uso exterior




Overol para sustancias químicas

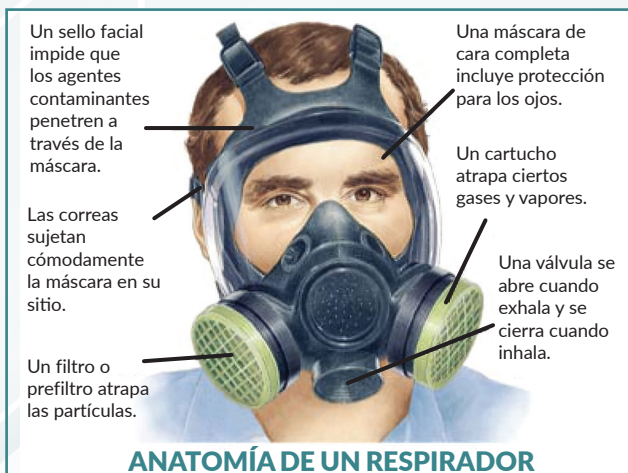


Botas punta y talón de metal

El **nivel C** para operaciones en áreas grandes de derrame de PCB's consiste en respirador purificador de aire, ropa anti químicos, guantes exteriores e interiores, botas y mascara facial o gafas protectoras.

**Tabla 6.** Categoría C de EPPs según OSHA

PROTECCIÓN INDIVIDUAL EN EL TRABAJO (EPP)		
NIVEL A: MUY ALTO	DESCRIPCIÓN	QUE INCLUYE
	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Concentraciones de PCBs existentes en la atmósfera.</li> <li>➤ Peligro de exposición al respirar PCBs.</li> <li>➤ Lugares con concentraciones de PCBs presentes en el aire o atmósfera.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Respirador tipo cartucho</b> (full face o hall face) con cartucho para filtrar los vapores orgánicos (NORMAS NIOSH)</li> <li>2. <b>Ropa anti-químicos</b> con capucha (overol)</li> <li>3. <b>Guantes exteriores</b>, anti-químicos para trabajo pesado</li> <li>4. <b>Guantes interiores</b>, anti-químicos para trabajo liviano</li> <li>5. <b>Botas anti-químicos</b> puntera y talón de acero</li> <li>6. <b>Cubre botas exteriores</b>, anti-químicos</li> <li>7. <b>Máscara facial o gafas protectoras</b> de ser necesario</li> </ol>
<p>Ej: Operaciones en interior de instalaciones con equipos de PCBs abiertos o tambores abiertos de existencias contaminados con PCBs. Ambientes donde se espera concentraciones de PCBs y el peligro respiratorio no es alto.</p>		



Un sello facial impide que los agentes contaminantes penetren a través de la máscara.

Una máscara de cara completa incluye protección para los ojos.

Las correas sujetan cómodamente la máscara en su sitio.

Un cartucho atrapa ciertos gases y vapores.

Un filtro o prefiltro atrapa las partículas.


Una válvula se abre cuando exhala y se cierra cuando inhala.

**ANATOMÍA DE UN RESPIRADOR**



El nivel D se emplea cuando no hay riesgo respiratorio, pero hay riesgo potencial de contacto, el equipo es overoles, guantes, botas punteras, cubre botas y máscaras faciales y gafas.

**Tabla 7.** Categoría D de EPPs según OSHA

PROTECCIÓN INDIVIDUAL EN EL TRABAJO (EPP)		
NIVEL A: MUY ALTO	DESCRIPCIÓN	QUE INCLUYE
	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Concentraciones bajas de PCBs existentes en la atmósfera.</li> <li>➤ Exposición al contacto o al respirar PCBs.</li> <li>➤ Lugares donde existe peligro de contacto de PCBs con la piel o por la ropa.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Overoles</b> enterizos</li> <li>2. <b>Guantes anti-químicos de nitrilo</b></li> <li>3. <b>Botas</b>, con puntera y talón de acero de ser necesario</li> <li>4. <b>Cubre botas</b>, anti-químicos</li> <li>5. <b>Máscara facial</b></li> <li>6. <b>Gafas de seguridad</b></li> </ol>
<p>Ej: Toma de muestras en transformadores con PCBs o en áreas pequeñas de suelo o aguas contaminadas. Ambientes donde se espera concentraciones de PCBs.</p>		



## 6. CONTAMINACIÓN CRUZADA.

Significa que es la contaminación de equipos libres de PCBs, no es un factor ambiental y se considera importante en el contexto en el que se realiza este documento por la gran cantidad de casos que se tienen y la alta posibilidad de ocurrencia que tiene.

La contaminación cruzada se produce ya sea por el contacto directo o uso de accesorios y partes de equipos que estuvieron en contacto con PCBs, transfiriéndose de este modo el contaminante. Las concentraciones en las cuales se realiza este traspaso puede ser alto, mayor a 50 ppm o menor a este valor.

Sin embargo, independientemente del grado de concentración de PCBs, este fenómeno implica por un lado la dilución del contaminante y por otro lado la expansión del mismo, asegurándose de este modo su permanencia en el medio ambiente con la gravedad que esto significa cuando el contaminante llega a los seres vivos y se produce la bioacumulación.

## 7. SITUACIONES EN CASO DE ACCIDENTES

Es importante revisar la hermeticidad de los equipos, para determinar que no existan peligros de derrames hacia el ambiente. En caso de que se produzca un accidente se deben tomar las siguientes medidas:

- Poner sobre aviso a las autoridades correspondientes.
- El personal debe poseer equipos apropiados de protección.
- Se debe inmediatamente delimitar un perímetro de seguridad y ventilar las instalaciones.
- Es importante limitar el derrame sellando la brecha con trapos, filmes plásticos y usando absorbentes (arena, aserrín o cemento) lo antes posible.

### 7.1. Descontaminación de pisos

Cuando exista la necesidad de limpiar y remediar los pisos contaminados por derrames se debe seguir los siguientes pasos:

- El personal deberá protegerse con overoles impermeables, lentes, guantes de látex, botas de hule.
- Las maniobras de descontaminación deberán hacerse con implementos desechables, tales como: cepillos plásticos, etc.
- Los desechos contaminados deberán almacenarse en tambores certificados para su posterior incineración.
- Raspar completamente y usar vapor para ablandar los PCBs. No usar solventes clorados, sino detergentes suaves.

## 8. PREVENCIÓN DE ACCIDENTES CALIENTES

Para lograr evitar la contaminación por descomposición de los dieléctricos, y la emisión de vapores tóxicos por altas temperaturas que en presencia de oxígeno se pueden formar gases clorhídricos, dioxinas y furanos, por lo cual se deben seguir los siguientes pasos:

- Se debe prohibir la acumulación de materiales inflamables en los alrededores de los equipos, caso contrario se debe bloquear los equipos mediante el uso de tabiques refractarios con una clase de resistencia al fuego.
- Se debe informar a los servicios de emergencia y bomberos de la presencia de equipos con PCBs, y que se utilicen los procedimientos de emergencia adecuados para el caso.
- Se tiene que verificar que los equipos con PCBs no estén operando en condiciones de sobrecarga eléctrica puesto que aumenta el riesgo de la existencia de vapores contaminantes en el área.
- Se tiene que verificar que los equipos eléctricos tengan la protección correspondiente.
- Se debe asegurar que los combustibles estén cerrados en forma apropiada.
- Los sitios donde se manejen los PCBs y se almacenen existencias que contengan PCBs, estos sitios deben ser diferentes a aquéllos donde se realicen otras actividades.

## 9. EFECTOS DE LOS BIFENILOS POLICLORADOS (PCBs) EN EL MEDIO AMBIENTE Y LA SALUD HUMANA

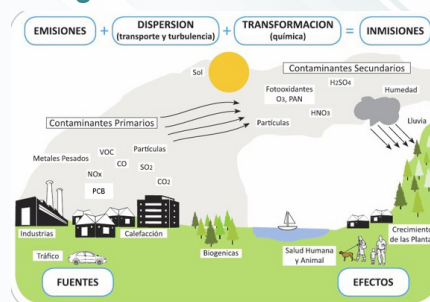
### 9.1. Efectos en el Medio Ambiente

Los efectos se deben principalmente a que los PCBs no se descomponen o degradan fácilmente y permanecen durante muchos años en el ambiente, tendiendo a migrar con facilidad por mecanismos de transporte a través del aire - agua - suelo (evaporación - condensación) por el EFECTO SALTA MONTES (Se refiere al transporte a larga distancia de una sustancia de un lugar a otro).

Es importante indicar que debido a que tienen una gran movilidad, el punto de su emisión o derrame tiene poca relación con el punto de impacto.

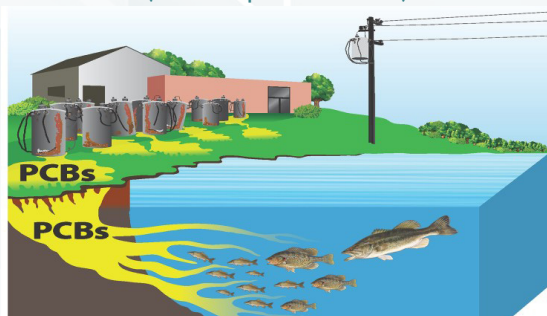
Los PCBs quedan adheridos a sedimentos en los cuales se pueden quedar enterrados por mucho tiempo antes de ser liberados al agua y al aire. Estos en el aire pueden llegar a los suelos con la lluvia o la nieve o simplemente al depositarse las partículas por efectos de la gravedad.

Imagen 5. Cadena alimenticia



Fuente: [minambiente.gov.co](http://minambiente.gov.co)

Imagen 6. Contaminación de aguas (Efectos por derrames)



Fuente: [minambiente.gov.co](http://minambiente.gov.co)

En el agua, los PCBs pueden ser transportados por corrientes, pudiendo adherirse a sedimentos del fondo o a partículas en el agua. Los PCBs pesados se depositan preferentemente en sedimentos, estos también pueden liberar PCBs al agua que los rodea.

Los PCBs se adhieren al suelo y pueden permanecer en él durante meses o años

En general, mientras más átomos de cloro contienen, más lentamente se degradan. La evaporación parece ser un proceso importante a través del cual los PCBs más livianos abandonan el suelo.

### 9.2. Efectos en la Salud Humana.

Las personas pueden absorber los PCBs al consumir alimentos contaminados (sólidos o líquidos) y al respirar aire contaminado o a través de la piel.

Según estudios científicos realizado sobre la influencia de la concentración de los Bifenilos Policlorados similares a dioxinas sobre la calidad seminal en varones con problemas de fertilidad, encontrando que los PCBs si afectan en la esterilidad tanto femenino como masculino (Raiza Paul Caballero Catedra Human Fertiliy fr las Universidad de Alicante - España)

Según otros estudios científicos se ha demostrado que los PCB pueden provocar daños en los sistemas endocrino, inmunológico y nervioso, indican que las mayores concentraciones de PCBs se los encuentran en el hígado, en el tejido adiposo, el cerebro, la piel, la sangre y en la leche materna tal como se indica en los estudios de Jacobson JL, Fein GG, Jacobson SW, Schwartz PM, Dowler JK, sobre, La transferencia de bifenilos policlorados (PCB) y bifenilos polibromados (PBB) a través de la placenta humana y hacia la leche materna.

El Addendum to the Toxicological Profile for Polychlorinated Biphenyls, publicación de la Agencia para Sustancias Tóxicas y Registro de Enfermedades de Estados Unidos - ATSDR (2011), hace referencia a 38 estudios epidemiológicos en humanos y 34 en animales. En todos estos estudios se concluye sobre

los riesgos y afectaciones que pueden producir los PCB a la salud en general y se asocian, al igual que las dioxinas y furanos, con el probable riesgo de aumento a condiciones propicias para el desarrollo de cáncer de algún tipo.

La exposición a los PCBs se ha vinculado con efectos neurológicos, como entumecimiento, dolores de cabeza, infecciones más frecuentes y cambios en la piel, sobre todo sarpullidos en personas de diferentes edades.

La exposición en el trabajo puede ocurrir durante la reparación y mantenimiento de transformadores, a través de derrames, accidentes o incendios de transformadores, capacitores e instrumentos viejos que contienen PCBs, y a través de la disposición de materiales con PCBs, y los envenenamientos comienzan entre los 800 y 1000 ppm y los primeros síntomas inician en la piel y los ojos.

En la salud humana se pueden ocasionar:

- Effectos agudos: son las reacciones que ocurren poco después de la exposición como por ejemplo: irritación cutánea, irritación ocular por hipersecreción en las glándulas lagrimales, dolor de cabeza y/o fiebre, entumecimiento y desordenes del hígado.
- Effectos crónicos: Son las reacciones que se producen después de una exposición prolongada como por ejemplo; trastornos inmunitarios, efectos en la reproducción, trastornos del desarrollo neurológico y posible agente cancerígeno, desordenes de la piel y/o hígado, efecto neuromusculares, desordenes metabólicos, entre otros.

### 9.3. Vías de exposición con PCB's

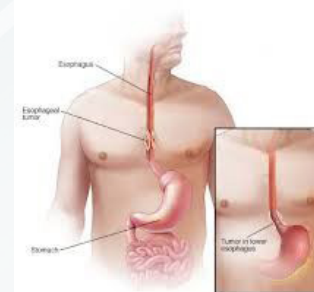
Las vías de exposición a los PCBs pueden ser: Por inhalación, ingesta y adsorción dérmica o cutánea

#### a). Ingestión: Los alimentos contaminados presentan efectos en el estómago e intestino.

Una pequeña cantidad de PCBs es absorbida por el estómago y el intestino de los alimentos que ingerimos. Cuando se trabaja con equipo que contiene PCBs o materiales contaminados con PCBs, es vital cumplir con las siguientes reglas para prevenir la ingesta de PCBs.

- Ningún alimento debe estar almacenado o consumido cerca de algún equipo con PCBs o materiales contaminados con PCBs.
- Después de manipular equipo con PCBs o materiales contaminados con PCBs, siempre se debe lavar las manos con agua caliente y jabón.

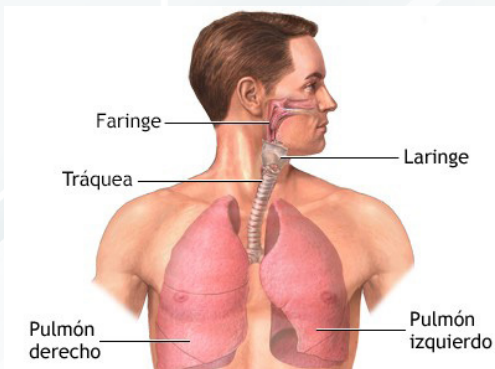
Imagen 7. Exposición por ingesta



Fuente: [minambiente.gov.co](http://minambiente.gov.co)

#### b). Inhalación: partículas contaminadas

Imagen 8. Exposición por inhalación



Fuente: [se3-siteimprove.adam.com](http://se3-siteimprove.adam.com)

- Los PCBs tienen baja volatilidad, por lo tanto el peligro de absorción de PCBs, cuando existen pequeñas cantidades de PCBs, puede ser minimizado siempre y cuando la ventilación existente sea suficiente. Si se produce un derrame de gran tamaño, entonces una máscara respiratoria con un filtro para vapores orgánicos y polvo debe ser utilizada.
- Un incendio o falla interna de equipo con PCBs puede resultar en la producción de gases tóxicos altamente peligrosos como son las dioxinas y los furanos.

### c). Dérmico: contacto de la piel con productos o sustancias

El riesgo más grande que tienen las personas que manipulan PCBs está en la exposición a la piel, debido a que por este medio, esta sustancia es absorbida más rápidamente. Por ello es muy importante evitar el contacto directo de PCBs con la piel.

Para proteger la piel del contacto directo con PCB, se debe siempre utilizar el Equipo de Protección Personal (EPP).

Imagen 8. Exposición por inhalación



Fuente: marn.gob.gt

## 10. ATENCIÓN A EMERGENCIAS Y PRIMEROS AUXILIOS.

Para una atención ante una emergencia por contacto con PCBs en el desarrollo de alguna actividad se debe aplicar las siguientes acciones:

### a). Contacto con la piel:

- Lavarse el área afectada o bañarse en caso de grandes áreas contaminadas con abundante agua corriente fría y jabón neutro.
- No usar solventes, detergentes o abrasivos.
- Eventualmente untar la piel afectada con crema emoliente.

### c). Contacto con los ojos:

Lavar con agua corriente en abundancia, y con solución de ácido bórico al 3% o con solución de cloruro de sodio (sal común) al 1,5%.

Lavar con agua corriente en abundancia

### d). inhalación:

Retirar a la persona afectada del lugar y hacerle respirar aire fresco. En caso de intoxicación aguda, utilizar una máscara de oxígeno.

### e). Ingestión:

Ante una ingestión suministrar vía oral 3 ml de vaselina medicinal por kg de peso y luego una cucharada de sulfato de sodio en 250 ml de agua.

En todos los casos, luego de practicados los primeros auxilios acudir al médico, y se debe realizar las correspondientes evaluaciones médicas periódicas.

## 10.1. EXÁMENES PREOCUPACIONALES Y PERIÓDICOS:

Es importante que todos los trabajadores que estén relacionados con equipos, existencias, aceites y materiales eléctricos, se realicen los exámenes preocupacionales los cuales determinarán posibles y eventuales alteraciones de:

- Hígado
- Aparato respiratorio
- Dermatológica
- Alérgicas
- Enfermedades crónicas de órganos enfermos

## **11. PRÁCTICAS AMBIENTALES GENERALES.**

Con el objeto de prevenir problemas de contaminación es que se recomienda implementar algunas Prácticas Ambientales las cuales ayudaran a minimizar los impactos, de acuerdo a sus categorizaciones de impacto y riesgo definidas en los documentos ambientales de cada Actividad, Obra o Proyecto de cada empresa.

A continuación, se recomienda las siguientes buenas prácticas ambientales:

### **11.1. Prácticas generales**

- a. Se debe contar con un protocolo o procedimiento ante un caso de contingencias (ejemplo: incendios de transformadores, derrames de aceite dieléctrico), que indicará las causas y medidas a tomar, asimismo debe contener con medidas preventivas para este tipo de casos.
- b. Capacitar al personal operativo y administrativo, en SySO para reducir los riesgos de los trabajadores.
- c. Dotar a los trabajadores los Equipos de Protección Personal (EPPs) de acuerdo al tipo de actividad que se desarrolla.
- d. Contar con atención de primeros auxilios (botiquín) en el área de operación, almacenamiento y mantenimiento.
- e. Implementar la Guía de Procedimiento de Gestión Ambiental Adecuada de PCBs.
- f. Priorizar la gestión diaria de los residuos, sólidos y líquidos.
- g. En el caso de generar residuos peligrosos, tales como luminarias, tubos fluorescentes agotados, pilas, baterías, restos de grasa, lubricantes, etc. estos deberán entregarse a un gestor autorizado que garantice su correcta eliminación evitando la contaminación ambiental.
- h. Se debe almacenar los residuos peligrosos en un área determinada, cumpliendo especificaciones técnicas básicas de techado e impermeabilización, el cual brinde seguridad de almacenamiento, cuente con facilidad de transporte y además tenga un sistema de captación de derrames de aceite dieléctrico.
- i. Es recomendable aprovechar la luz natural en las áreas que sea posible, considerando el marco de la normativa de Seguridad y Salud Ocupacional vigente.
- j. Se debe realizar mantenimiento permanente y periódico de los equipos eléctricos, y asimismo realizar un control de la vida útil de los mismos para programar su reemplazo.



ESTADO PLURINACIONAL DE  
**BOLIVIA**

MINISTERIO DE  
MEDIO AMBIENTE Y AGUA

Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad,  
Cambios Climáticos y de Gestión y Desarrollo Forestal  
Calle Potosí esq. Calle Ayacucho N° 438 Casa Grande del Pueblo piso 18  
Telf: 2-2146382 - 2146385

Programa Nacional de Contaminantes Orgánicos Persistentes  
PRONACOPs