



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 Técnica para la identificación de
equipos y aceites contaminados con
PCBs, y procedimientos para el muestreo,
etiquetado, recolección de datos y
formato de registro de equipos con PCBs



ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
MEDIO AMBIENTE Y AGUA

Guía Técnica para la identificación de equipos y aceites contaminados con PCBs, y procedimientos para el muestreo, etiquetado, recolección de datos y formato de registro de equipos con PCBs

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	11
2. IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS, ACEITES Y DESECHOS CON PCBs.....	11
2.1 Directrices para la identificación de equipos, aceites y desechos con contenidos de PCBs.....	11
2.1.1 Existencias sospechosas de contener PCBs.....	13
2.1.2 Existencias con contenidos de PCBs.....	13
3. PROCEDIMIENTOS PARA EL MUESTREO.....	14
3.1 Toma de muestras de aceites dieléctricos con PCBs.....	14
3.2 Personal calificado para la toma de muestras de aceite dieléctrico.....	14
3.3 Equipos fuera de Operación.....	14
3.4 Equipos en Operación.....	15
3.5 Calidad de la muestra.....	15
3.6 Herramientas y materiales para la toma de muestras.....	15
3.7 Limpieza de Materiales y herramientas usados en el muestreo de aceites dieléctricos con PCBs.....	16
3.8 Métodos de muestreo.....	16
3.8.1 Para equipos fuera de operación o en desuso y aceites almacenados en contenedores.....	17
a. Por la válvula de salida.....	17
b. Por el traviá de acceso.....	17
c. Con tubo rígido o pipeta.....	18
d. Con jeringa.....	18
3.8.2 Para equipos en operación.....	19
3.9 Etiquetado de las muestras.....	20
3.10 Almacenamiento de las muestras.....	21
3.11 Cadena de Custodia.....	21
3.12 Disposición de residuos generados en la toma de muestras de aceites dieléctricos con PCBs.....	21
3.13 Análisis químico de PCBs.....	21
4. RECOLECCIÓN DE DATOS.....	23
5. REGISTRO DE EQUIPOS, ACEITES Y DESECHOS CON PCBs.....	23
5.1 Formato para el Registro de equipos con PCBs.....	24
5.2 Registro Plan de Eliminación y/o Tratamiento de PCBs.....	26

INDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Existencias sospechosas de contener PCBs en diferentes empresas de Bolivia.....	13
Fotografía 2. Existencias con PCBs en diferentes empresas de Bolivia.....	13
Fotografía 3. Existencias sospechosas de contener aceites con PCBs.....	14
Fotografía 4. Existencias con contenidos de PCBs fuera de operación.....	14
Fotografía 5. Existencias con PCBs en Operación.....	15
Fotografía 6. Herramientas y materiales para toma de muestras.....	15
Fotografía 7. Herramientas y materiales para toma de muestras.....	16
Fotografía 8. Trabajo de campo aplicando método para toma de muestras.....	16
Fotografía 9. Trabajo de campo aplicando método para toma de muestras de salida de la válvula.....	17
Fotografía 10. Trabajo de campo aplicando método para toma de muestras por distintas vías de acceso.....	17
Fotografía 11. Trabajo de campo aplicando toma de muestras con tubo rígido y pipeta.....	18
Fotografía 12. Trabajo de campo aplicando toma de muestras con jeringa.....	18
Fotografía 13. Trabajo de campo aplicando el etiquetado a las muestras.....	20
Fotografía 14. Trabajo de campo aplicando el etiquetado a las muestras.....	20
Fotografía 15. Trabajo de campo aplicando la cadena de custodia de las muestras.....	21
Fotografía 16. Disposición de Existencias con PCBs.....	21
Fotografía 17. Análisis químico de aceites dieléctricos por método cualitativo.....	22
Fotografía 18. Análisis químico de aceites dieléctricos por método cualitativo.....	22
Fotografía 19. Análisis químico de aceites dieléctricos por método cualitativo por cromatografía de gases.....	23

PRESENTACIÓN

El Ministerio de Medio Ambiente y Agua a través del Viceministro de Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambios Climáticos y de Gestión y Desarrollo Forestal, presenta la Guía técnica para la identificación de equipos y aceites contaminados con PCBs, y procedimientos para el muestreo, etiquetado, recolección de datos y formato de registro de equipos con PCBs; el cual contempla información técnica que apoyara en la implementación de una Gestión Ambientalmente Adecuada para los PCBs.

Con la presente guía se busca orientar de forma clara y sencilla los lineamientos generales para que tanto técnicos como trabajadores que están relacionados con la gestión ambiental de los Bifenilos Policlorados (PCBs), utilicen esta herramienta en las actividades que desarrollen para la identificación de equipos y aceites contaminados con PCBs, asimismo los procedimientos para el muestreo, etiquetado, recolección de datos y formato de registro de equipos con PCBs.



Identificación de equipos y aceites contaminados con PCBs, y procedimientos para el muestreo, etiquetado, recolección de datos y formato de registro de equipos con PCBs

1. INTRODUCCIÓN

A través de los años el desarrollo industrial ha conllevado a que se impulse la producción de todo tipo de sustancias y productos químicos para la aplicación en diferentes actividades. De estas sustancias algunas han sido identificadas como altamente peligrosas y que al ser emitidas a la atmósfera generan impactos ambientales terribles afectando y por ende a la salud de todos los seres vivos.

A nivel mundial se promovieron diferentes acciones y procesos para hacer efectiva la protección del medio ambiente y la salud, Bolivia no ha quedado indiferente con estas acciones por lo que firma el Convenio de Estocolmo en el año 2001, sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs), y ratifica mediante la Ley N° 2417, 25 de octubre de 2002.

Con la firma de este Convenio, el Estado Plurinacional de Bolivia se compromete a desarrollar diferentes acciones para la identificación, prevención, reducción y eliminación de sustancias COPs y sus residuos/desechos, dentro de los cuales se encuentran los Bifenilos Policlorados (PCBs).

Los Bifenilos Policlorados (PCBs), se refieren a un grupo de 209 isómeros obtenidos mediante la cloración de los bifenilos y se caracteriza por el contenido de clorina, son sustancias tóxicas y/o peligrosas, con una hidrosolubilidad baja y una liposolubilidad elevada, se caracterizan por su persistencia y resistencia a la degradación en el aire, agua, suelo y organismos, durante muchos años, tienen una capacidad de bioacumulación y biomagnificación (se acumulan en los tejidos adiposos de los seres vivos) y asimismo se transportan a grandes distancias (tienen la posibilidad de desplazarse a largas distancias de la fuente de origen de emisión, usando distintos medios como el aire, agua y especies migratorias). De acuerdo a algunos estudios científicos algunos efectos que producen en el ser humano son: Cloracné, Linfoma no Hodgkin, Porfiria, Polineuropatías, Hipotiroidismo, Fibrosis y cirrosis del hígado, entre otros.

En el marco de los compromisos asumidos por el Estado Plurinacional de Bolivia el Ministerio de Medio Ambiente y Agua viene trabajando en la Gestión de los Bifenilos Policlorados, habiendo desarrollado diferentes actividades a partir del año 2002 con la elaboración del Plan Nacional de Implementación del Convenio de Estocolmo que incorporaba en el diagnóstico e inventario Inventario Nacional de COPs, a los PCBs que se encuentran en las existencias de equipos y/o desechos con fluidos aislantes en estado líquido (aceites dieléctricos) y los residuos y/o desechos con contenidos de PCBs, todo ello con el fin de identificar todas las existencias de este tipo de elementos contaminados con PCBs, para hacer su seguimiento, identificación, inventario, registro y su posterior tratamiento/eliminación.

2. IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS, ACEITES Y DESECHOS CON PCBs

2.1 Directrices para la identificación de equipos, aceites y desechos con contenidos de PCBs

La identificación de niveles de concentración de PCBs superiores a 0,05% o su equivalente 50 mg/Kg (50 ppm), se los realiza a los equipos, aceites dieléctricos y desechos con contenidos de Bifenilos Policlorados (PCBs).

Los equipos, aceites dieléctricos y desechos con contenidos de PCBs, se los identifica según:

- i. Las características e información indicada en la placa de cada equipo, referida al tipo de aceite y año de fabricación.
- ii. Asimismo, se identifica mediante técnicas químicas analíticas cualitativas y cuantitativas que descartan, confirman y establecen la concentración de PCBs.

Los propietarios/responsables de PCBs, deben identificar los equipos, aceites dieléctricos y desechos con contenidos de PCBs, a partir de una base de datos de información de placa e información histórica, considerando: el año de fabricación, tipo de equipo, tipo de aceite o nombre comercial del aceite, o a través de un análisis químico o certificado que confirme la presencia de PCBs, y las coordenadas

geográficas que definan la ubicación de los mismos

La identificación de equipos, aceites dieléctricos y desechos con contenidos de PCBs, básicamente están de acuerdo al siguiente listado ordenado, donde se describen sus características, las mismas que pueden estar presentes en diferentes actividades como, por ejemplo:

- **Instalaciones eléctricas:** En transformadores, condensadores, interruptores, reguladores de voltaje, disyuntores, circuitos de carga y cables.
- **Instalaciones industriales:** Pueden estar en transformadores, condensadores, reguladores de voltaje, disyuntores, circuitos de carga, aceites para transmisión de calor, aceites para maquinaria hidráulica y sistemas de supresión del fuego, (conductores con papel embebido en aceite);
- **Actividades mineras subterráneas:** En transformadores, condensadores, reguladores de voltaje, aceites para maquinaria hidráulica y bobinas de conexión a tierra;
- **Talleres eléctricos y mecánicos:** En equipos, aceites y desechos.
- **Sistemas ferroviarios:** Se pueden encontrar en transformadores, capacitores, reguladores de tensión y disyuntores.
- **Instalaciones militares:** Se puede encontrar en transformadores, condensadores, reguladores de voltaje, líquidos para maquinaria hidráulica y sistemas de supresión del fuego;
- **Instalaciones en vía pública:** En transformadores de distribución de media y baja tensión en postes de vía pública.
- **Instalaciones fuera de actividad:** En instalaciones eléctricas, subestaciones, talleres de mantenimiento y demás emplazamientos utilizados en el pasado, los mismos que no se encuentran en uso en la actualidad.
- **Edificios residenciales/comerciales:** También podemos encontrar en capacitores, interruptores, circuitos de carga y sistemas de supresión del fuego; piezas de relleno y juntas elásticas, pinturas; hormigón y residuos impregnados.
- **Laboratorios químicos:** En bombas neumáticas, circuitos de carga, condensadores, disyuntores, muestras que contengan residuos de muestras contaminadas (aceites dieléctricos, suelos).

El contenido de PCBs en equipos que se encuentran en operación o fuera de operación, se verifica en la placa de fábrica o utilizando manuales u otros documentos que contienen información sobre cada equipo, aceite dieléctrico y desecho con contenidos de PCBs. En

caso de no contar con información del contenido de PCBs en la placa, se debe obtener una muestra representativa, para posteriormente confirmar la presencia o no de la cantidad de PCBs, esto a través de un análisis químico aplicando kits colorimétricos, análisis de ion selectivo y/o por cromatografía de gases.

En caso de encontrar y determinar concentraciones mayores a 50ppm, se deberán disponer las existencias en un almacén específico para PCBs, hasta su tratamiento y/o eliminación, en función de un análisis técnico económico.

En caso de determinar concentraciones menores a 50 ppm en el proceso de identificación, estas existencias serán tratadas y gestionadas como residuos peligrosos.

2.1.1 Existencias sospechosas de contener PCBs

Los equipos, aceites dieléctricos y desechos peligrosos sospechosos de contener PCBs, son aquellas que no cuentan con información de placa, información histórica o reportes de análisis químico, por lo cual requieren de análisis complementarios.

Fotografía 1. Existencias sospechosas de contener PCBs en diferentes empresas de Bolivia



Fuente: proyecto PCBs

En el levantamiento de información inicial de existencias con PCBs, se consideran existencias sospechosas a todo equipo fabricado hasta el año 1985.

En todos los casos debe considerarse las siguientes condiciones:

- Los equipos, aceites, desechos u otras existencias sospechosas de contener PCBs deben ser tratadas y gestionadas aplicando procedimientos específicos de Gestión Ambientalmente Adecuada (GAA).
- Deberá realizarse el análisis por cromatografía de gases en existencias sospechosas, para determinar la concentración de PCBs.
- Con los resultados de confirmación, por cromatografía de gases, las existencias deben gestionarse asegurando el tratamiento y/o eliminación como equipos, aceites y desechos con contenidos de PCBs, según corresponda.

2.1.2 Existencias con contenidos de PCBs

Los equipos, aceites dieléctricos, desechos y otras existencias con contenidos de PCBs, son aquellas que cuentan con información de placa que establece tanto el año de fabricación como el tipo de aceites dieléctricos, información histórica y/o reportes de análisis por cromatografía de gases.

Fotografía 2. Existencias con PCBs en diferentes empresas de Bolivia



Fuente: proyecto PCBs

- Es importante que cada responsable de equipos, aceites, desechos y otras existencias con contenidos de PCBs apliquen los procedimientos de Gestión Ambiental Adecuada hasta la eliminación y/o tratamiento de PCBs.
- Los equipos, aceites, desechos y otras existencias con contenidos de PCBs deben gestionarse asegurando el tratamiento o eliminación de los PCBs.

- c. Es necesario que los equipos, aceites, desechos y otras existencias con contenidos de PCBs estén debidamente registrados en una base de datos desde su identificación hasta su disposición final a través de un tratamiento y/o eliminación.

3. Procedimientos para el Muestreo

Los procedimientos de muestreo deberán aplicarse bajo medidas de seguridad y control de calidad, por lo cual es recomendable que las empresas e instituciones posean personal capacitado para la toma de muestras.

3.1 Toma de muestras de aceites dieléctricos con PCBs

El objetivo del muestreo es obtener una muestra representativa de aceite dieléctrico sospechoso de contener PCBs, para realizar el análisis químico que determine la cantidad del contenido de PCBs.

La toma de muestras de aceites dieléctricos se puede realizar en: equipos (transformadores, interruptores) que están en operación, fuera de operación y en contenedores donde se almacenan aceites.

Fotografía 3. Existencias sospechosas de contener aceites con PCBs



Fuente: proyecto PCBs

El muestreo debe ser realizado por un técnico/profesional capacitado de la empresa o institución responsable de PCBs o por una empresa especializada, aplicando protocolos específicos para la toma de muestras con contenidos de PCBs.

3.2 Personal calificado para la toma de muestras de aceite dieléctrico

El personal técnico/profesional para realizar el muestreo correspondiente debe ser capacitado y calificado, con conocimiento de los procedimientos de la gestión ambientalmente adecuada que involucra una adecuada manipulación de existencias con PCBs, dando cumplimiento a los procedimientos para la obtención de muestras representativa.

Se debe tomar en cuenta, para la toma de muestras de aceite dieléctrico lo siguiente:

3.3 Equipos fuera de Operación

Fotografía 4. Existencias con contenidos de PCBs fuera de operación



Fuente: proyecto PCBs

3.4 Equipos en Operación

Fotografía 5. Existencias con PCBs en Operación



Fuente: proyecto PCBs

Para equipos en operación, el personal calificado en la toma de muestras con PCBs, debe estar capacitado para trabajo, en alturas y redes energizadas.

3.5 Calidad de la muestra

Para obtener una muestra de aceite dieléctrico con PCBs, que sea representativa y de calidad para el análisis en laboratorio, es necesario tomar en cuenta los siguientes aspectos:

1. Condiciones climáticas del lugar donde se tomará las muestras: como el viento, lluvia, temperatura baja, temperatura alta
2. Tiempo de la toma de muestras: Es recomendable que sea inmediata para que no exista ningún tipo de contaminación cruzada al estar en contacto con el aire
3. Ruta de recorrido: Es la vía desde el lugar donde se toma las muestras hasta el laboratorio de análisis; se debe considerar las condiciones de la carretera, si es de tierra o asfalto para el tiempo de recorrido.
4. Los materiales desechables y las herramientas utilizadas específicas para PCBs, deben estar completamente libres de cualquier tipo de contaminante.
5. El equipo de protección personal para la persona que tome las muestras debe ser el adecuado y específico para PCBs.
6. La aplicación y cuidado de la cadena de custodia debe ser de tal manera que las muestras tomadas, deban ser almacenadas y transportadas correctamente, garantizando que las mismas lleguen al laboratorio para su análisis químico, sin alteración o contaminación.

3.6 Herramientas y materiales para la toma de muestras

Para la toma de muestras se utilizará las siguientes herramientas y materiales:

Fotografía 6. Herramientas y materiales para toma de muestras

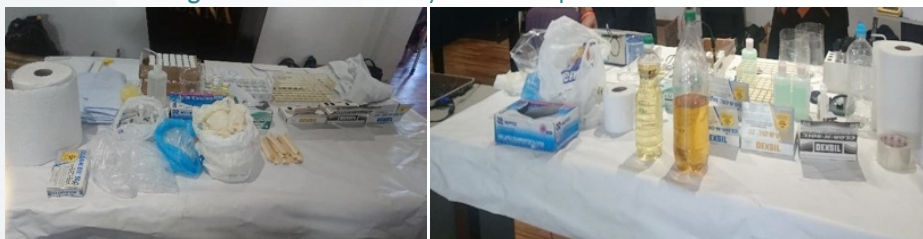


Fuente: <https://www.google.com/search?q=toma+de+muestras+de+pcb&rlz>

- Bandejas metálicas o de plástico para evitar derrames durante la purga.
- Baldes metálicos o de plástico para evitar derrames durante la purga y toma de muestras.
- Recipientes o frascos con tapa de 50, 100, 250 y 1000 ml, de acuerdo al volumen del muestreo y la fuente.
- Bolsa plástica con cierre hermético (ziploc), para los envases de vidrio con la muestra.
- Manguera de preferencia metálica, politetrafluoroetileno (PTFE o teflón) o plástico de polietileno, para evitar la contaminación de la muestra con sustancias químicas.
- Bombas para muestreo específicas para PCBs.
- Tubo sumergible (tubo rígido) o pipeta de PVC desechable, para cada muestra
- Jeringa desechable para muestreo de aceites con tubería resistente y llave de paso que conecta la válvula con la jeringa, preferiblemente de vidrio.
- Toalla de papel absorbente.
- Bolsa para basura.
- Contenedores para residuos peligrosos (sólidos y líquidos) generados en la toma de muestras.
- Kits para derrames.
- Botiquín para emergencias con PCBs.

3.7 Limpieza de Materiales y herramientas usados en el muestreo de aceites dieléctricos con PCBs.

Fotografía 7. Herramientas y materiales para toma de muestras

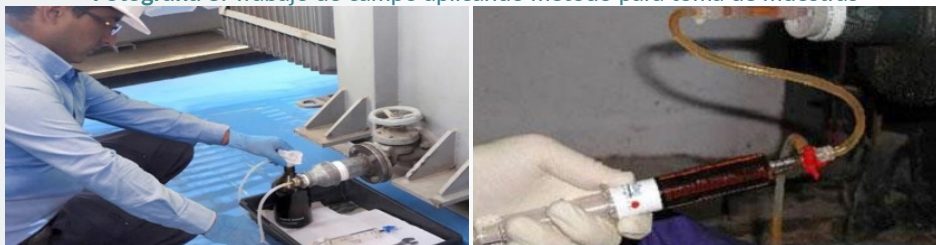


Fuente: proyecto PCBs

Las herramientas (alicates, llaves y otros), material de vidrio (probetas y/o vasos de precipitados) u otros materiales que se utilizaron en el muestreo de aceites dieléctricos con PCBs, que no son descartables o fungibles, deben inmediatamente ser limpiados, enjuagándolos al menos tres veces con acetona.

3.8 Métodos de muestreo

Fotografía 8. Trabajo de campo aplicando método para toma de muestras



Fuente: jorpa-ingenieria.com

En un transformador el muestreo de aceite dieléctrico debe realizarse por la válvula de salida, en caso de no existir la válvula de salida, se debe utilizar otra vía de acceso (válvula de sobrepresión u otros).

Los recipientes o frascos, para la toma de muestras deben ser de los siguientes materiales:

1. Teflón con tapa
2. Vidrio ámbar con tapa
3. Plástico con tapa y contratapa

Para el muestreo se describe las siguientes técnicas:

3.8.1 Para equipos fuera de operación o en desuso y aceites almacenados en contenedores

a. Por la válvula de salida.

Fotografía 9. Trabajo de campo aplicando método para toma de muestras de salida de la válvula



Fuente: 2ingenieria.com.ve

Para extraer la muestra representativa de aceite dieléctrico con PCBs, inicialmente se debe purgar por la válvula de salida el aceite hasta obtener un flujo lo más homogéneo posible. La purga se debe realizar utilizando una bandeja y un balde metálico para contener cualquier derrame que se puede producir.

Después de realizar la purga, la muestra de aceite dieléctrico se colecta en un frasco de vidrio color ámbar, que se coloca de manera inclinada debajo de la válvula de salida, asegurando un flujo suave y continuo, el frasco debe llenarse con aceite dieléctrico hasta $\frac{3}{4}$ de su volumen, posteriormente el frasco debe ser sellado herméticamente

b. Por otra vía de acceso.

Fotografía 10. Trabajo de campo aplicando método para toma de muestras por distintas vías de acceso



Fuente: youtube.com; procurement-notice.undp.org

Si el equipo no cuenta con una válvula de salida, el muestreo debe realizarse por otra vía de acceso (generalmente de la parte superior) utilizando un tubo rígido o pipeta y/o jeringas.

c. Con tubo rígido o pipeta.

Fotografía 11. Trabajo de campo aplicando toma de muestras con tubo rígido y pipeta



Fuente: youtube.com; procurement-notice.undp.org

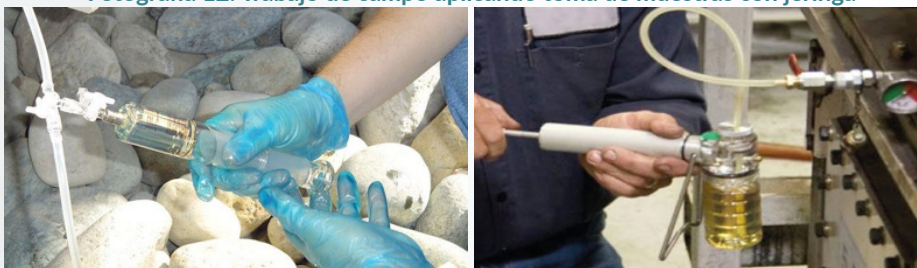
Para la toma de muestra de un equipo eléctrico fuera de operación o de contenedores de aceite dieléctricos con PCBs, se debe utilizar pipetas o tubos desechables (material PVC) que lleguen hasta el fondo del equipo eléctrico o contenedor, siguiendo los siguientes pasos:

1. Presionar el bulbo de la pipeta y sumergir el tubo hasta el fondo del equipo eléctrico o contenedor.
2. Succionar el aceite dieléctrico de la parte inferior disminuyendo la presión en el bulbo hasta obtener el volumen representativo.
3. Retirar la pipeta con la muestra obtenida del contenedor.
4. Purgar un volumen de aceite de la parte inferior de la pipeta presionando el bulbo, sobre una bandeja y un balde metálico o plástico para contener cualquier derrame que se puede producir.
5. Colocar la punta de la pipeta dentro del frasco de vidrio color ámbar y presionar para que el aceite fluya por la pared del frasco.
6. Repetir los puntos anteriores hasta obtener el volumen requerido de muestra.
7. Cerrar herméticamente el frasco
8. Rotular con una etiqueta el frasco que contiene la muestra obtenida.
9. Colocar el frasco con la muestra etiquetada en una bolsa con cierre hermético

Almacenar las muestras obtenidas en un contenedor específico a temperatura ambiente hasta el momento de su análisis químico.

d. Con jeringa.

Fotografía 12. Trabajo de campo aplicando toma de muestras con jeringa



Fuente: seamarconi.com; ciatras.jimdofree.com

En caso de no contar con un tubo rígido o pipeta, para el muestreo, se puede utilizar una jeringa desechable acoplada a una manguera o tubo resistente y a una llave de paso, siguiendo los siguientes pasos:

1. Introducir la manguera hasta el fondo del equipo eléctrico o contenedor con el embolo presionado de la jeringa.
2. Succionar el aceite dieléctrico de la parte inferior jalando el embolo de la jeringa hasta obtener el volumen representativo (20, 30 – 50 ml.), según considere el laboratorio.
3. Retirar la jeringa con la manguera y con la muestra obtenida del contenedor.
4. Purgar un volumen de aceite de la parte inferior de la manguera presionando el embolo de la jeringa, sobre un balde metálico o plástico colocado a su vez sobre una bandeja, para contener cualquier derrame que se pueda producir.
5. Colocar la punta de la manguera dentro del frasco de vidrio color ámbar y presionar el embolo de la jeringa para que el aceite fluya por la pared del frasco.

En caso de que la manguera sea muy larga:

- ✓ Cortar la manguera para tener aproximadamente 15 cm de largo y verter la muestra al frasco de vidrio ámbar directamente, o
 - ✓ Desconectar la jeringa de la manguera, para verter la muestra al frasco de vidrio ámbar directamente de la jeringa.
6. Cerrar herméticamente el frasco.
 7. Rotular con una etiqueta el frasco que contiene la muestra obtenida.
 8. Colocar el frasco con la muestra etiquetada en una bolsa con cierre hermético.
 9. Almacenar las muestras obtenidas en un contenedor específico a temperatura ambiente hasta el momento de su análisis químico.

3.8.2 Para equipos en operación

La toma de muestras para equipos en operación se debe realizar de acuerdo a los procedimientos que utiliza cada empresa, de acuerdo a Ley General de Higiene, Seguridad Ocupacional y Bienestar, Decreto Ley N° 16998.

A continuación, se detallan algunas recomendaciones básicas:

1. Utilizar elementos de protección personal: gafas, casco, guantes de nitrilo, respirador con cartuchos para vapores orgánicos, ropa de protección impermeable o resistente a la acción de los aceites.
2. Se debe verificar si el equipo se encuentra energizado, si fuese el caso la alimentación de energía debe suspenderse, considerando las medidas de precaución de riesgo eléctrico.
3. Evitar cualquier contacto o interacción con líquido aislante que es objeto de muestra.
4. La integridad de la muestra debe preservarse al máximo.
5. La luz directa, aumento de temperatura, generación de chispa o llama u otro tipo de alteraciones son condiciones que deben evitarse al máximo.
6. Se debe contar en las instalaciones, con equipo de seguridad fácilmente accesible en caso de derrames asimismo se debe contar con elementos de señalización de los riesgos presentes (etiquetas para muestras y residuos, cintas, conos).

3.9 Etiquetado de las muestras.

Los frascos de las muestras deben estar debidamente etiquetados y rotulados; así como los equipos y contenedores.

Fotografía 13. Trabajo de campo aplicando el etiquetado a las muestras



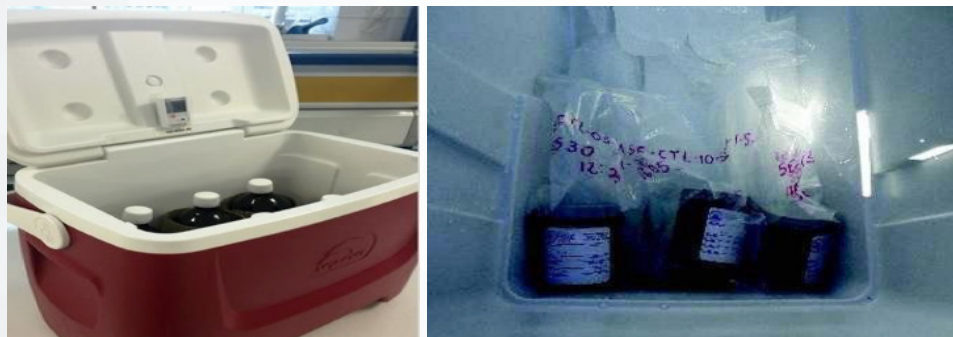
Fuente: seamarconi.com

El rotulo de la etiqueta debe tener como mínimo los siguientes datos:

- ✓ Fecha de toma de la muestra
- ✓ Número o código de identificación de la muestra
- ✓ Código de identificación del equipo que se muestreo
- ✓ Responsable del muestreo

3.10 Almacenamiento de las muestras

Fotografía 14. Trabajo de campo aplicando el etiquetado a las muestras



Fuente: envira.es - docplayer.es

Los frascos con las muestras tomadas deben ser colocados en contenedores (coolers) con la tapa hacia arriba, en bolsas ziploc, debidamente ordenados y asegurados, para evitar cualquier tipo de derrame o ruptura de los mismos. Si fuese necesario, colocar dentro del contenedor una mayor cantidad de frascos, se deberá instalar una plataforma en la primera fila con la finalidad de ubicar los frascos uno sobre otro. Después de ubicar las muestras en el cooler, se debe cerrar herméticamente y rotular mediante etiqueta para su posterior traslado.

El contenedor con las muestras debe estar ubicado con la tapa hacia arriba en el almacenamiento y el traslado, colocando una etiqueta con dos flechas hacia arriba.

Durante el traslado del contenedor con las muestras debe ser protegido de los rayos del sol y fuentes de calor, además de procurar que se mantenga un ambiente ventilado, seco y oscuro.

Se debe evitar colocar otros materiales, contenedores o paquetes encima del contenedor con muestras.

3.11 Cadena de Custodia.

Fotografía 15. Trabajo de campo aplicando la cadena de custodia de las muestras



Fuente: latitudsumnoticias.com.ar ; cyberspaceandtime.com

Es un registro de muestras que fueron tomadas, el cual garantiza la autenticidad, seguridad, e integridad de las mismas, este registro acompaña a la muestra hasta su análisis químico.

El registro detalla información sobre el responsable del muestreo, además del despacho, traslado, recepción y análisis de las muestras, entre otros datos

Cada responsable verificará: el tipo, cantidad, volumen, peso, etiqueta y estado de las condiciones de las muestras.

3.12 Disposición de residuos generados en la toma de muestras de aceites dieléctricos con PCBs.

Fotografía 16. Disposición de Existencias con PCBs



Fuente: Proyecto PCBs

Todo material sólido, líquido, herramientas u otros utilizados o generados en la toma de muestras, debe ser considerada como residuo peligroso, por lo tanto, se debe tratar, manejar y disponer como material y/o desecho peligroso. Los mismos que deben disponerse en contenedores específicos, aplicando los procedimientos de GAA para PCBs.

3.13 Análisis químico de PCBs

Para determinar el contenido de PCBs, el análisis químico deberá realizarse en laboratorios con procedimientos normalizados y/o acreditados a nivel nacional o internacional.

La determinación de PCBs se puede realizar mediante:

- Análisis químico cualitativo: Con este análisis se puede descartar o establecer la presencia de PCBs, en diferentes matrices sin determinar su concentración.

Fotografía 17. Análisis químico de aceites dieléctricos por método cualitativo



Resultado positivo de un análisis mediante clor-n-oil 50. Cada ensayo provee una hoja de instrucciones detalladas.

Fuente: Proyecto PCBs

El análisis químico cualitativo determina la presencia de PCBs en un rango mayor a 50 ppm, se realiza aplicando el Kit DEXSIL- CLOR - N - OIL - 50 (Método EPA 9079), que se constituye en un método rápido y preciso para identificar la presencia de PCBs en fluidos aislantes eléctricos, el tiempo de análisis requerido para cada muestra es aproximadamente de 5 minutos.

Si la concentración de PCBs es mayor a 50 ppm, las existencias se consideran sospechosas y se debe realizar análisis cuantitativo complementario.

El kit DEXSIL- CLOR - N - OIL - 50 puede aplicarse en tres rangos de concentración de PCBs: 20, 50 y 500 ppm.

- Análisis químico cuantitativo Con este análisis se puede determinar la concentración de PCBs presentes en los aceites dieléctricos.

La determinación se realiza aplicando el método electroquímico o por cromatografía de gases.

El método electroquímico, analiza los PCBs verificando el cloro total a través de un electrodo selectivo. El equipo L2000 DX - PCB es un equipo de uso portátil que cuantifica la presencia de Cloruro aplicando esta técnica. El tiempo de la prueba total es de 5 minutos por muestra, puede cuantificar PCBs en concentraciones de 3 ppm a 2000 ppm.

Fotografía 18. Análisis químico de aceites dieléctricos por método cualitativo



Fuente: tradelca.com Proyecto PCBs

Los resultados por este método no se consideran finales por la interferencia de Cloruros de fuentes inorgánicas que pudiera contener el aceite dieléctrico y que daría falsos contenidos de PCBs, misma limitación que afronta el análisis aplicando el kit DEXSIL-CLOR-N-OIL-50, por lo que los resultados de ambas técnicas indican existencias sospechosas de contener PCBs.

La cromatografía de gases con un detector de captura de electrones, es una técnica sensible para determinar compuestos orgánicos halogenados, es el método químico estándar específico que se utiliza para determinar la concentración de PCBs en aceites dieléctricos. Con este tipo de análisis podemos determinar con exactitud el tipo de PCBs que la componen y la cantidad.

Fotografía 19. Análisis químico de aceites dieléctricos por método cualitativo por cromatografía de gases



Fuente: steemit.com ; upc.edu

4. Recolección de datos

El objetivo de la recolección de datos de equipos, aceites y desechos con contenidos de PCBs, es determinar y establecer la cantidad de existencias que contienen Bifenilos Policlorados con concentraciones mayores a 50 ppm en territorio nacional. También es importante la recolección de información sobre los responsables de PCBs de los diferentes sectores como ser: energías, hidrocarburos, minería, y otros.

Para la recolección de datos se requiere de varias actividades, las cuales detallamos a continuación:

- a. a. Análisis e Inspección y análisis; de los documentos y las diferentes instalaciones, prestando atención a los lugares antiguos (o depósitos) y recabar información sobre la posible ubicación de existencias que contengan PCBs.
- b. b. Recolección de datos básicos que se encuentran en la placa del equipo como ser: serie del equipo, tipo, marca, origen, año de fabricación, potencia, tipo de aceite, volumen de aceite, peso del equipo, etc. Esta información permitirá determinar las existencias sospechosas y con contenidos de PCBs.

Asimismo, el personal técnico responsable de la empresa que realizará la recolección de información deberá estar capacitado para determinar la presencia de PCBs por:

- Información de placa
- Información del fabricante,
- Interpretación de registros,
- Interpretación de reportes de análisis químicos,
- Certificados de venta y certificación calidad de los equipos y/o aceites dieléctricos
- Registros de mantenimiento y/o activos de la empresa y/o institución

5. Registro de equipos, aceites y desechos con PCBs

El procedimiento de registro de equipos, aceites y desechos con PCBs debe ser registrada en una base de datos, donde se detalle la identificación de existencias con contenidos de Bifenilos Policlorados.

El registro debería comprender:

- Equipos fuera de operación y/o en operación.
- Aceites dieléctricos en desuso o almacenados.

- Desechos (aquellos materiales y/o sustancias que han estado en contacto con PCBs).
- Culmina con la confirmación de las existencias con PCBs, en función de los certificados de análisis químico o información de placa que establezca el nombre industrial del aceite (tipo de aceite o fluido aislante).

La información referida en la recolección debe ser introducida en una base de datos, para que posteriormente sea incorporada al Sistema de Información Nacional de PCBs, donde estará a disposición de todos los sectores interesados e involucrados tanto los resultados obtenidos, como los datos de cada Responsable de PCBs, e información sobre los avances en la eliminación y/o tratamiento de PCBs a nivel nacional.

5.1 Formato para el Registro de equipos con PCBs

Cada responsable solicitará al Programa Nacional de Contaminantes Orgánicos Persistentes – PRONACOPs, la creación de usuario y contraseña, para habilitar una cuenta en el Sistema Nacional de Información SIN - PCBs.

La estructura del Sistema de Información, considera el registro donde se incorporará información necesaria, hasta que finalmente, se establezcan las cantidades de “Existencias con Contenidos de PCBs” para su tratamiento y/o eliminación; el contenido de información a ser registrado será:

Tabla 1. Datos de registro de empresas, equipos, aceites y desechos

Identificación del Responsable	Descripción
Información de los Responsables	<ol style="list-style-type: none"> 1. Nombre o razón social de la Empresa o Institución 2. Nombre del Representante Legal 3. Documento de designación de Representante Legal (adjuntar) 4. Sector 5. Actividad 6. Dirección 7. Teléfono 8. Fax 9. Departamento 10. Fecha de Registro de Información 11. Nombre del Supervisor o Técnico que genera la información 12. Correo electrónico
Tipo de existencia sospechosa de contener PCBs	Descripción
Equipos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cantidad 2. Código, hasta 10 letras o números por Existencia 3. Tipo de equipo: Transformador, Capacitor, otro. 4. Número de Serie 5. Año de fabricación 6. Marca 7. País de origen 8. Ubicación de Almacén 9. Coordenadas geográficas (UTM) del almacén o lugar 10. Dimensiones (Ancho, Alto, Largo, Diámetro) 11. Peso (del aceite, de la carcasa, total) 12. Potencia (Voltaje) 13. Contenido de PCBs: ppm 14. Estado: En Operación, Fuera de Operación con aceite, Fuera de Operación y sin aceite, otros 15. Condiciones del Equipo (Excelente, Bueno, Regular, Malo Obsoleto) 16. Disposición (Almacenado o Intemperie) 17. Tipo de análisis químico (Sin análisis, colorimétrico, electroquímico, cromatográfico) 18. Observaciones.

Aceites	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cantidad 2. Tipo de contenedor (turril, bidón, otro) 3. Tipo de aceite 4. Código, hasta 10 letras o números por Existencia 5. Ubicación del Almacén 6. Coordenadas geográficas (UTM) 7. Volumen del Aceite (L) 8. Peso del aceite (Kg), Peso del contenedor (Kg) y Peso total (Kg) 9. Concentración de PCBs: ppm 10. Condiciones del Aceite (Bueno: Se puede reutilizar, Malo: Aceite quemado, no se puede reutilizar) 11. Disposición (Almacenado o Intemperie) 12. Tipo de análisis químico (Sin análisis, Colorimétrico, electroquímico, cromatografico) 13. Observaciones
Desechos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cantidad 2. Tipo de contenedor: (turril, bidón, otro) 3. Tipo de desecho (Suelo, madera, metal, material de bioseguridad, otros) 4. Código, hasta 10 letras o números 5. Ubicación de Almacén 6. Coordenadas geográficas (UTM) 7. Volumen del desecho (m3) 8. Peso del desecho (Kg), Peso del contenedor (Kg) y Peso total (Kg) 9. Concentración de PCBs: ppm 10. Condiciones del Contenedor (Apto: Turriles metálicos específicos para existencias con PCBs; No apto: Otro tipo de contenedor) 11. Disposición (Almacenado o Intemperie) 12. Tipo de análisis químico (Sin análisis, Colorimétrico, electroquímico, cromatografico) 13. Observaciones

Fuente: Proyecto PCBs

Tabla 1. Datos de registro de empresas, equipos, aceites y desechos

Identificación del Tipo de existencia con PCBs	Descripción
Equipos	<ol style="list-style-type: none"> a. Archivo fotográfico de la placa, almacén o lugar de operación, en caso de aplicar (PDF) b. Certificado químico cromatografico por existencia (PDF)
Aceites	<ol style="list-style-type: none"> c. Archivo fotográfico del contenedor y almacén (PDF) d. Certificado químico cromatografico por existencia (PDF)
Desechos	<ol style="list-style-type: none"> e. Archivo fotográfico del contenedor y almacén (PDF) f. Certificado químico cromatografico por existencia (PDF)

Fuente: Proyecto PCBs

En principio se debe registrar los datos del propietario o responsable de PCBs, en la base de datos.

Los responsables de PCBs, deberán implementar procedimientos de Gestión Ambiental Adecuada, después de la identificación de equipos, aceites dieléctricos y residuos sospechosos de contener PCBs o con contenidos de PCBs, concluyendo con el registro para el tratamiento y/o la eliminación de cada uno de los equipos, aceites dieléctricos y/o residuos con PCBs, finalmente esta información deberá estar respaldada por el certificado de tratamiento y/o eliminación de PCBs.

5.2 Registro Plan de Tratamiento y/o Eliminación de PCBs

Una vez identificados los equipos, aceites dieléctricos y/o residuos sospechosos de contener PCBs, los propietarios/responsables, deberán registrar en el SIN-PCBs un Plan de Tratamiento y/o Eliminación de PCBs, a través del cual los procedimientos de Gestión Ambiental Adecuada de PCBs.

El contenido mínimo del Plan de tratamiento y/o eliminación de PCBs debería contar con el siguiente contenido:

1. TITULO DEL PLAN
2. INTRODUCCIÓN
3. POLÍTICA AMBIENTAL
4. OBJETIVO GENERAL
5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS
6. DESCRIPCIÓN DE ÁREA O COBERTURA DE OPERACIÓN
7. GESTIÓN AMBIENTAL ADECUADA DE PCBs (GAA – PCBs)
 - 7.1. Identificación y Etiquetado de Existencias con PCBs
 - 7.2. Inventario de Existencias con PCBs
 - 7.3. Almacenamiento de Existencias con PCBs
 - 7.4. Transporte de Existencias con PCBs
 - 7.5. Mantenimiento de Equipos
 - 7.6. Prevención de Riesgos
 - 7.7. Control y Monitoreo de Existencias con PCBs
 - 7.8. Tratamiento y/o Eliminación de PCBs
8. INDICADORES SOBRE LA GAA-PCBs
9. MÉTODOS Y TECNOLOGÍAS DE TRATAMIENTO Y/O ELIMINACIÓN DE PCBs
 - 9.1. Métodos de pre-tratamiento
 - 9.2. Métodos de Tratamiento
 - 9.3. Tecnologías de Tratamiento y Eliminación
10. RESPONSABLES DE ACTIVIDADES
11. RECURSOS ECONÓMICOS ((destinados al tratamiento y/o eliminación de existencias con PCBs)
12. PLAN Y CRONOGRAMA DE TRABAJO
13. RESULTADOS ESPERADOS
14. ANEXOS

Una vez registrado y aprobado el Plan, el propietario y/o responsable deberá, informar de forma anual sobre el cumplimiento del plan, para la eliminación de las existencias con PCBs, como se indica en el siguiente cuadro.

Tabla 3. Procedimiento para cumplir informe anual

Tratamiento/Eliminación de Existencias con PCBs	Descripción
Nota al VMABCCGDF	Adjunto a la nota se debe presentar el informe del cumplimiento de las actividades del Plan de tratamiento y/o eliminación.
Plan de tratamiento y/o eliminación	Documento escaneado del Plan de tratamiento y/o eliminación en formato pdf.
Informe anual de cumplimiento	Documento escaneado en formato pdf. Donde se informe sobre el cumplimiento de las actividades contempladas en los plazos establecidos en el Plan de Tratamiento y/o Eliminación

Fuente: Proyecto PCBs

Tanto el plan de tratamiento y/o eliminación de PCBs, así como el informe anual de cumplimiento deber ir debidamente firmado por el Propietario o Responsable de PCBs, toda vez que será considerada como una declaración jurada.



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