

Guía sobre el manejo seguro de equipos contaminados con PCB

Gestión ambientalmente racional de contaminantes orgánicos persistentes, mercurio y otras sustancias peligrosas



Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Argentina

Programa Naciones Unidas para el Desarrollo -PNUD

Guía sobre el manejo seguro de equipos contaminados con PCB : proyecto PNUD ARG 20-G27 gestión ambientalmente racional de contaminantes orgánicos persistentes, mercurio y otras sustancias peligrosas en Argentina / coordinación general de Verónica Bernárdez; contribuciones de Cecilia Haissaguerre, Celeste Grimolizzi, Daissy Bernal, Facundo Codone, Gala Kreisler, Martina Ormaechea, Nenúfar Cyan Ripoll (L. R.), Priscila Mohr - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Programa Naciones Unidas para el Desarrollo -PNUD, 2024.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online
ISBN 978-631-90261-4-6

1. Ambiente. 2. Medio Ambiente. 3. Contaminación. I. Bernárdez, Verónica, coord. II. Título.
CDD 363.70526

El presente documento ha sido realizado a solicitud del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación (MAyDS) en el marco de la ejecución del Proyecto PNUD ARG 20/G27 sobre el “Gestión ambientalmente racional de contaminantes orgánicos persistentes, mercurio y otras sustancias peligrosas en Argentina”.

El análisis y las recomendaciones de políticas de esta publicación no reflejan necesariamente las opiniones del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, de su Junta Ejecutiva o de sus Estados Miembro.

Todos los derechos están reservados. Ni esta publicación ni partes de ella pueden ser reproducidas mediante cualquier sistema o transmitidas, en cualquier forma o por cualquier medio, sea este electrónico, mecánico, de fotocopiado, de grabado o de otro tipo, sin permiso escrito previo del editor. Hecho el depósito que establece la Ley N° 11.723.

Se agradecen las contribuciones de Alemania, Australia, Austria, Bangladesh, Bélgica, Brasil, Canadá, China, Costa de Marfil, República Checa, Dinamarca, Egipto, España, Estados Unidos, Finlandia, Francia, Grecia, India, Indonesia, Irlanda, Italia, Japón, Corea del Sur, Luxemburgo, México, Países Bajos, Nueva Zelanda, Nigeria, Noruega, Pakistán, Portugal, Rusia, Eslovaquia, Eslovenia, Sudáfrica, Suecia, Suiza, Turquía y Reino Unido al Fondo del Medio Ambiente Mundial.

Copyright © PNUD, 2023

Esmeralda 130, Piso 13, C1035ABD

Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina



Autoridades

Presidente de la Nación

Alberto Fernández

Vicepresidenta de la Nación

Cristina Fernandez de Kirchner

Jefe de Gabinete de Ministros

Agustín Rossi

Ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Juan Cabandié

Titular de Unidad de Gabinete de Asesores

Juan Manuel Vallone

Secretario de Control y Monitoreo Ambiental

Sergio Federovisky

Subsecretario de Fiscalización y Recomposición

Jorge Etcharrán

Director General de Proyectos con Financiamiento
Externo y Cooperación Internacional

Martín Manuel Illescas

Director nacional Sustancias y Residuos Peligrosos

Oscar Taborda

Coordinadora del Proyecto PNUD ARG 20/G27

Verónica Bernárdez

Índice

Prólogo	6
Siglas	7
Glosario	8
¿Para qué sirve esta guía?	10
¿Cómo está organizada la guía?	11
¿Cómo surgió esta guía?	12
Introducción	13
¿Qué son los PCB?	14
Efectos de los PCB en la salud y el ambiente	14
¿Cómo afectan la salud de las personas?	14
Antecedentes	16
¿Cómo se transportan los PCB en el ambiente?	18
Bioacumulación y biomagnificación	18
Marco regulatorio	20
Convenio de Estocolmo	20
Residuos peligrosos	20
Gestión de PCB	20
Seguridad e Higiene	22
Identificación	23
Posibles fuentes de contaminación con PCB	24
Equipos eléctricos	24
Transformadores	24
¿Por qué los transformadores pueden tener PCB?	25
¿Cómo saber si un transformador tiene PCB?	25

¿Qué información es importante distinguir en las placas identificadorias?	25
Capacitores o condensadores	29
Otras formas de contaminación con PCB: la contaminación cruzada	31
¿Cómo confirmar si un equipo tiene PCB?	32
Toma de muestra	33
Análisis de Aceite	34
Señalización de equipos	35
Manejo de equipos	38
Elementos de protección personal	39
Área de trabajo	40
Gestión	41
Buenas prácticas en la gestión de equipos	42
¿Cómo evitar la contaminación cruzada durante el mantenimiento?	44
Gestión de residuos contaminados con PCB	45
Inscripción en el Registro Nacional	45
Almacenamiento	45
Clasificación de residuos peligrosos contaminados con PCB	47
Tecnologías de tratamiento y eliminación disponibles	48
Reducción alcalina (declorinación)	48
Incineración avanzada	48
Acciones ante emergencias	49
Perspectiva de géneros y diversidad	52
Sustancias químicas y géneros	53
Consideraciones finales	54
Para más información	54
Bibliografía	55

Prólogo

El presente trabajo se elabora en el marco de las actividades del Proyecto PNUD ARG/20/G27 "Gestión ambientalmente racional de contaminantes orgánicos persistentes, mercurio y otras sustancias peligrosas en Argentina" de la Dirección Nacional de Sustancias y Residuos Peligrosos de la Subsecretaría de Fiscalización y Recomposición perteneciente a la Secretaría de Control y Monitoreo Ambiental del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación. Dicho proyecto tiene como objetivo minimizar el riesgo de los Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs), mercurio y otras sustancias químicas peligrosas para la salud de los seres vivos y el ambiente.

Una de las principales líneas de trabajo del Proyecto PNUD ARG 20/G27 se destina a apoyar la gestión ambientalmente racional de los residuos contaminados con bifenilos policlorados (PCB). En este marco, se elabora el presente documento que plantea lineamientos básicos para prevenir la exposición de los seres vivos y el ambiente a los PCB.

Aquí, se describen las características generales de los PCB, especialmente sus propiedades tóxicas y sus efectos sobre la salud. En base a ello, se desarrollan maneras de identificar la presencia de PCB en aparatos eléctricos, recomendaciones de manejo seguro de equipos y residuos contaminados, acciones ante emergencias tales como fugas o derrames y propuestas de mejores prácticas ambientales para evitar la contaminación cruzada. Esta guía pone énfasis en el reconocimiento de los riesgos y la prevención de la exposición como primeras etapas de la gestión.

Acrónimos

DNSyRP: Dirección Nacional de Sustancias y Residuos Peligrosos

EPP: Elementos de protección personal

MAyDS: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

PCB o BPC: Bifenilos Policlorados, las siglas provienen de su nombre en inglés

Polychlorinated biphenyls

POE: Procedimiento operativo estándar

ppm: Partes por millón

RENIPP: Registro Nacional Integrado de Poseedores de PCB

RES: Resolución

RRPP: Residuos Peligrosos

Glosario

Aceite dieléctrico: (o líquido aislante) aceite que presenta elevada constante dieléctrica, por lo cual es utilizado como aislante en una variedad de máquinas y equipos eléctricos. La mayoría de los equipos eléctricos utilizan aceites aislantes que son derivados del petróleo.

Altas concentraciones de PCB: a los fines de esta guía, se consideran aceites y sólidos contaminados con altas concentraciones de PCB a aquellos con concentración mayor a 5000 ppm. En nuestro país los equipos y residuos de estas características deben ser exportados para su tratamiento (puede variar según el caso).

Aparatos que contienen PCB: cualquier aparato que contenga o haya contenido PCB y que no haya sido descontaminado. Por ejemplo: transformadores, condensadores, recipientes que contengan cantidades residuales, entre otros. Si se presume que un aparato pudiera contener PCB, se considerarán contaminados a menos que se demuestre lo contrario (artículo 3º Ley N° 25.670).

Bajas concentraciones de PCB: a los fines de esta guía, se consideran aceites y sólidos contaminados con bajas concentraciones de PCB a aquellos con concentración menor a 5000 ppm. Este límite queda establecido en relación a las tecnologías de tratamiento y eliminación habilitadas en el país en la actualidad.

Bifenilos policlorados: BPC o PCB por sus siglas en inglés. Son un conjunto de sustancias formadas por dos anillos de benceno y que contienen cloro. El número y posición de los átomos de cloro determinan las propiedades de la sustancia. Existen 209 congéneres o tipos de PCB. Según la normativa nacional, se adopta el acrónimo “PCB” cuando el contenido de Bifenilos Policlorados¹ en la mezcla sea superior al 0,005% en peso (50 ppm).

Contaminación: en esta guía se refiere a la contaminación de un aceite dieléctrico, un transformador o algún otro elemento que es producida por PCB, siempre que la concentración sea superior a la establecida por la Ley N° 25.670 y/o por normas jurisdiccionales vigentes.

Contaminación cruzada: es la contaminación de equipos que originalmente se encontraban libres de PCB, sea por contacto con elementos o aceites que contienen PCB. De esa forma, se traslada el contaminante de un objeto a otro.

1. Específicamente a los policlorobifenilos (Bifenilos Policlorados), los policloroterfenilos (PCT), el monometil tetraclorodifenilmetano, el monometil diclorodifenilmetano, el monometil bromodifenilmetano, y a cualquier mezcla cuyo contenido total de cualquiera de las sustancias anteriormente mencionadas sea superior al 0,005% en peso (50ppm). (Art. 3 Ley 25670)

Descontaminación: conjunto de operaciones que permiten que los aparatos, objetos, materiales o fluidos contaminados por PCB puedan reutilizarse, reciclarse o eliminarse en condiciones seguras (artículo 3º Ley Nacional N° 25.670).

Efecto agudo o toxicidad aguda: la toxicidad aguda de una sustancia química se refiere a los efectos adversos que se manifiestan después de la exposición a un contaminante, en un lapso de tiempo corto, generalmente de 4 a 24 horas.

Efecto crónico: aquel que se manifiesta posterior a la exposición, luego de un período prolongado de tiempo, mayor a horas (pueden ser días, meses o años).

Eliminación: operaciones de tratamiento y/o disposición final por medios aprobados por la normativa aplicable sobre residuos peligrosos (Artículo 3º Ley N° 25.670).

Equipos contaminados: aparatos, tales como transformadores, capacitores, resistencias, inductores, condensadores, arrancadores, equipos con fluidos termoconductores y recipientes con cantidades residuales, que contienen o han contenido PCB en concentraciones por encima de 0,005% (o 50 ppm) determinado según norma ASTM D 4059 u otra equivalente reconocida a nivel internacional.

Ex situ: “fuera del lugar”. En este documento, generalmente se refiere a las operaciones que se realizan sobre el equipo cuando está fuera del sitio en el que se encuentra instalado.

In situ: “en el lugar”. En este documento, generalmente se refiere a las operaciones que se realizan sobre el equipo en el sitio en el que se encuentra instalado.

Poseedor: persona física o jurídica, pública o privada, que esté en posesión de PCB o de aparatos que contengan PCB (Artículo 3º Ley N° 25.670).

ppm: abreviatura de “partes por millón”. Equivale a miligramos (mg) de sustancia por cada (kg) de muestra. Es una unidad de concentración comúnmente utilizada para los PCB.

Presupuestos mínimos de protección ambiental: toda norma que define condiciones mínimas de protección ambiental, comunes para todo el territorio nacional (Art. N° 6 de la Ley General del Ambiente N° 25.675). Está expresamente mencionado en el artículo N° 41 de la Constitución Nacional y le corresponde a las provincias dictar las normas necesarias para complementarlos, pero nunca ir en detrimento de éstos.

Residuo peligroso: todo residuo que pueda causar daño, directa o indirectamente, a seres vivos o contaminar el suelo, el agua, la atmósfera o el ambiente en general (Artículo N°2 Ley 24.051).

Sólidos contaminados: superficies no porosas de equipos (cubeta o carcasa metálica, el núcleo de acero magnético y bobinas de cobre, entre otras), suelo, material de muestreo, equipos de protección personal y/o cualquier otro elemento que haya entrado en contacto con PCB.

¿Para qué sirve esta guía?

Esta guía tiene como objetivo brindar lineamientos de gestión de equipos, aceites y residuos potencialmente contaminados con bifenilos policlorados (llamados comúnmente PCB, por sus siglas en inglés) en el marco de las competencias establecidas en el art. 11 de la Ley 25.670 y el decreto reglamentario 853/2007.

Aquí se plantean algunos criterios para identificar la presencia de PCB en equipos eléctricos. También se recomiendan prácticas de manejo seguro de equipos potencialmente contaminados con PCB y equipos que contengan aceites en general. Además, se proponen mejores prácticas ambientales para la gestión en talleres de mantenimiento de equipos, principalmente para evitar la contaminación cruzada. Por último, se brindan pautas de prevención de riesgos y actuación ante contingencias (derrames, fugas, entre otras).

¿Cómo está organizada la guía?

Introducción

En esta sección se describen los efectos de los PCB en la salud de los seres vivos y el ambiente. También, están resumidas las leyes y resoluciones que puedan ser útiles para las personas encargadas del mantenimiento y gestión de equipos contaminados con PCB.

Identificación

Aquí se definen las características que podrían ayudar a detectar la presencia de PCB en un equipo eléctrico y también pautas generales para realizar un muestreo y análisis del aceite.

Manejo de equipos

Recomendaciones para manipular equipos eléctricos (elementos de protección personal, entre otros aspectos), focalizadas en equipos para la manipulación de equipos potencialmente contaminados.

Gestión

Descripción de algunas medidas generales para el tratamiento de equipos que ingresan a un taller de mantenimiento y la gestión asociada a residuos contaminados con PCB. Se incluyen las etapas del proceso para la eliminación o descontaminación de los equipos y/o residuos contaminados con PCB.

Acciones ante emergencias

Pautas para actuar ante una emergencia, por ejemplo derrames, fugas o incendios.

Perspectiva de géneros y diversidad

Breve introducción a la gestión de las sustancias químicas con inclusión de la perspectiva de género.

¿Cómo surgió esta guía?

Desde la creación del Programa Nacional de Gestión Integral de los PCB (Res.N° 849/2015), con apoyo del Proyecto PNUD ARG 20/G27, se realizaron distintas actividades que tuvieron como objetivo principal la identificación y gestión de residuos contaminados con PCB. Se efectuaron relevamientos, se brindó asesoramiento técnico-administrativo y se generaron mecanismos de articulación entre la Nación, las provincias, los poseedores y operadores de residuos peligrosos. Cuando fue posible, además se financió la eliminación de los residuos identificados.

A lo largo de este recorrido, se hizo evidente la necesidad de fortalecer las capacidades institucionales en la prevención de riesgos asociados a la manipulación de equipos potencialmente contaminados con PCB y a la gestión integral de sus residuos. Ello incluye la identificación de la presencia de PCB en los equipos eléctricos, el conocimiento de los cuidados básicos a tener en cuenta durante el mantenimiento y los riesgos de la exposición, la gestión adecuada de los residuos y los procedimientos existentes para su tratamiento junto con la realización exitosa de procedimientos administrativos, entre otros aspectos.

Cabe aclarar que, si bien se encuentra prohibida la producción, importación, comercio y uso del PCB, en nuestro país aún existen equipos eléctricos que contienen dicha sustancia y que, por lo tanto, puede existir riesgo por exposición. Es importante resaltar que quienes tienen una mayor exposición son las personas que manipulan equipos eléctricos, en general trabajadores y trabajadoras. Desde un enfoque con inclusión de la perspectiva de géneros, se pudo identificar que la población de trabajadores/as en talleres de mantenimiento se encuentra masculinizada. Sin embargo, debido al efecto diferencial de los PCB en mujeres, infancias y diversidades, se definió como prioritario incorporar la perspectiva en las herramientas de prevención a generar. El trabajo realizado contó con la colaboración de distintos organismos públicos y privados y es resultado de acciones integradas y coordinadas por el MAyDS como autoridad de aplicación de la normativa nacional.

Introducción

Características generales de
los PCB y sus efectos en la salud
y el ambiente

¿Qué son los PCB?

Los bifenilos policlorados (PCB, por sus siglas en inglés) forman parte de una familia de compuestos químicos orgánicos, denominados hidrocarburos clorados. Estos compuestos están formados por átomos de carbono, hidrógeno y cloro.

Los PCB son sintéticos, es decir, fueron creados por el ser humano. Se estima que entre las décadas de 1930 y 1980 se sintetizaron en el mundo alrededor de un millón y medio de toneladas de PCB.

Fueron utilizados en un amplio rango de aplicaciones debido a sus propiedades físico-químicas, ya que presentan bajos niveles de inflamabilidad, volatilidad y solubilidad en agua. Tienen excelentes propiedades dieléctricas, es decir, son buenos aislantes, y son altamente estables químicamente.

Estas características los hicieron ideales para ser utilizados en equipos eléctricos tales como transformadores, rectificadores, capacitores y otros aparatos industriales. Como cualquier aceite aislante, contribuyen a evitar el recalentamiento de los equipos y por lo tanto a disminuir el riesgo de fugas y explosiones. Sin embargo, debido a sus propiedades tóxicas, actualmente su uso se encuentra prohibido.

Efectos de los PCB en la salud y el ambiente

¿Cómo afectan la salud de las personas?

Los PCB tienen propiedades tóxicas y afectan la salud de los seres vivos y el ambiente. Los seres humanos pueden estar expuestos a los PCB por contacto directo con la piel, la inhalación de aire contaminado de ambientes cerrados o abiertos y por la ingestión de alimentos contaminados (por ejemplo carne, leche, pescado).



Entre los efectos agudos que produce la exposición a los PCB podemos mencionar: cloracné, erupciones en la piel, trastornos en el hígado, daños en los ojos, elevación de la presión arterial y aumento de triglicéridos y colesterol.

Por otro lado, la exposición a los PCB puede causar efectos crónicos y afectar la respuesta inmune y al aparato reproductor, ya que generan efectos especialmente adversos en la reproducción y el desarrollo. Por ejemplo, pueden mobilizarse desde las personas gestantes al embrión a través de la placenta, y a niñas y niños por medio de la leche materna. Como consecuencia de la exposición al PCB, se ha registrado disminución del peso al nacer y nacimientos prematuros. También se ha observado menor producción de espermatozoides en varones. Los PCB, además, producen efectos neurológicos tales como disminución del reconocimiento visual, daño de la memoria de corto plazo y déficit en el aprendizaje. También son disruptores endocrinos, ya que provocan cambios en los niveles de las hormonas tiroideas, claves en la regulación del crecimiento y desarrollo.

A su vez, los PCB fueron clasificados por la IARC como cancerígenos para humanos.

Los PCB son sustancias tóxicas y cancerígenas para los seres humanos



Antecedentes

A nivel mundial, existen antecedentes de exposición masiva de población al PCB que generaron efectos adversos en la salud. Pueden mencionarse casos en Japón, China, Estados Unidos y Bélgica. Algunos de ellos se muestran en los cuadros 1 y 2.

“Yusho”, Japón (1968) y “Yu-Cheng”, China (1979)

Los casos “Yusho” en Japón y “Yu-Cheng” en China, trascendieron por la masividad de los efectos generados en la salud de miles de personas (cloracné, dermopigmentación, entre otros). Tiempo después se descubrió que fueron ocasionados por la ingesta de aceite de arroz contaminado con PCB. A partir de ello, quedó clara la necesidad de tomar medidas para prevenir la exposición de las personas a los PCB.



Imagen tomada de: <https://www.jstor.org/stable/4311964>

Nueva York - Río Hudson, EEUU

Entre 1947 y 1977 la empresa General Electric vertió casi 600 Tn de PCB al Río Hudson. Como resultado, las concentraciones de PCB en agua y sedimentos actualmente superan los límites establecidos por la USEPA². La población se encuentra expuesta principalmente por la ingesta de pescado contaminado. Además, se ha observado un aumento del riesgo de contraer cáncer.



2. Human Health and Ecological Risk Assessment- USEPA (1999)

En Argentina también existen antecedentes importantes: en el año 2000 hubo una serie de denuncias por casos de cáncer que vinculaban las causas a la exposición de estas personas al PCB. Puntualmente, el caso de Nahuel Lorenzo, hijo de Mabel Bastías, propició un fuerte avance en materia de legislación y gestión ambiental.

La lista de Mabel

“[...] –Mabel, nos llaman de Lisandro de la Torre, entre Santa Cecilia y Santa Celia, ¿tenemos algún caso ahí? –pregunta Guillermo Lorenzo, en un impasse de su conversación telefónica.

–Sí, ahí también explotó un transformador –confirma su mujer. Por un momento su cara se tensa y sus ojos saltones se agrandan más aún. Esa llamada implica que un nuevo nombre se agrega a su lista, el de una persona enferma de cáncer o leucemia. Mabel Bastías es docente y catequista. Cuando se enteró de que su hijo de cuatro años tenía leucemia, decidió dejar las lágrimas para otro momento y encontrar el factor contaminante que provocó la enfermedad. Así se enteró de que un vecino tenía cáncer y que otro de más allá se había muerto por el mismo motivo y que la señora de la vuelta también y que el nene de la otra cuadra... Todos vivían a menos de 60 metros de un transformador de energía eléctrica. Entonces empezó a confeccionar una lista que se engrosó hasta tomar proporciones irracionales en un par de meses: ya perdió la cuenta, pero los casos en la zona superan los 100. La empresa Edenor acaba de anunciar que va a revisar sus 12 mil transformadores para descartar que estén contaminados.

La relación con el cáncer no la estableció Mabel: un análisis realizado por la Secretaría de Política Ambiental de la Provincia de Buenos Aires determinó que la tierra de Villa del Carmen, en Del Viso, está contaminada con PCB [...]”



Fuente: Sonia Santoro, *Para saber qué le está pasando a la tierra*, año 2000, [Página 12](#).

¿Cómo se transportan los PCB en el ambiente?

Los PCB forman parte de un conjunto de sustancias denominadas Compuestos Orgánicos Persistentes (COPs). Los COPs son **tóxicos resistentes a la degradación, se bioacumulan y son transportados** por el aire, el agua y las especies migratorias a través de las fronteras de los países, por lo que pueden depositarse lejos de su lugar de liberación. Por ello, los PCB están presentes en todos los compartimentos ambientales (agua, suelo, aire y biota).

En el ambiente, se transportan por:

- ▶ el aire, a través de material particulado contaminado;
- ▶ el agua, por transporte de partículas suspendidas;
- ▶ en los tejidos de especies migratorias.

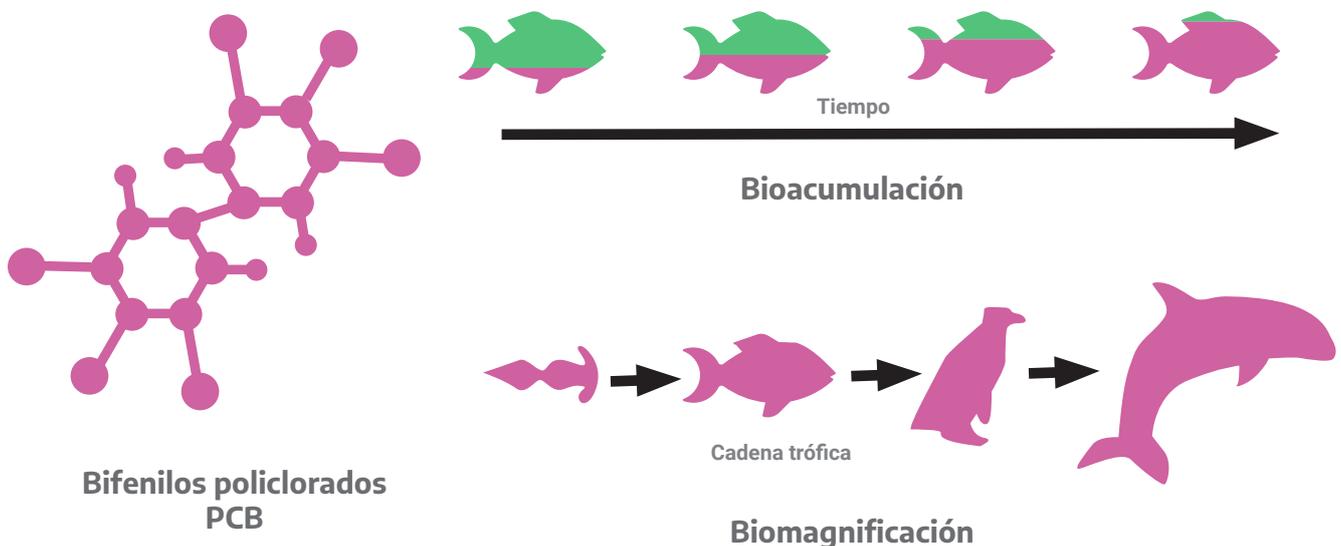
Se debe aclarar que los PCB son prácticamente inmóviles en el suelo. En los cuerpos de agua se transportan adheridos a las partículas suspendidas y se acumulan en el sedimento.

Bioacumulación y biomagnificación

Al ingerir materia contaminada, los organismos vivos concentran PCB en sus tejidos grasos y lo acumulan. Este proceso se llama **bioacumulación**.

A su vez, si un individuo se alimenta de otros individuos que están contaminados, incrementa la concentración de PCB en su organismo. De esta manera, el PCB se concentra a lo largo de la cadena alimentaria. A este proceso se lo llama **biomagnificación**.

Procesos de bioacumulación y biomagnificación



Los seres humanos pertenecen a los últimos eslabones de la cadena alimentaria, por lo que podemos estar expuestos a altas concentraciones de PCB al ingerir alimentos contaminados



Marco regulatorio

En nuestro país, los PCB están regulados por normativa nacional y local. A continuación se resumen los principales instrumentos.

Convenio de Estocolmo

En el año 2005, nuestro país adhirió al Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes, a través de la sanción de la [Ley Nacional N°26.011](#). Esta normativa tiene como objetivo reducir o eliminar las liberaciones de los COPs mediante prohibiciones y restricciones a su fabricación y uso, para proteger la salud humana y el ambiente.

Entre las sustancias que regula, se pueden encontrar pesticidas (como el aldrín o el DDT), sustancias generadas de manera no intencional (como las dioxinas y furanos) y productos que se han utilizado en industria (como los PCB). En particular, para los PCB establece que se deben adoptar medidas para eliminarlo a nivel mundial a más tardar en el año 2025.

Residuos peligrosos

En el año 1991 Argentina sancionó la [Ley Nacional N°24.051](#) sobre Residuos Peligrosos, que se reglamentó en 1993 por el [Decreto reglamentario 831/1993](#). Esta normativa define a un residuo peligroso como “todo residuo que pueda causar daño, directa o indirectamente, a seres vivos o contaminar el suelo, el agua, la atmósfera o el ambiente en general”³.

Esta ley define qué residuos deben controlarse y los agrupa en distintas categorías identificadas con la letra Y acompañada de un número. La categoría Y10 incluye a las sustancias y artículos que contengan o estén contaminados con PCB. Adicionalmente, también se considera como residuo peligroso a todo el material y/o elemento contaminado con PCB, cuya categoría corresponde a **Y10/Y48**.

Gestión de PCB

En el año 2002 nuestro país sancionó la [Ley Nacional N° 25.670](#), que establece los presupuestos mínimos de protección ambiental para la gestión de los PCB.

Entre otras cosas, esta ley:

- ▶ Prohíbe la producción, comercialización y el ingreso al país de los PCB.
- ▶ Define que todos aquellos equipos o residuos que presenten una concentración superior a las 50 ppm deben ser eliminados o descontaminados.

3. Quedan excluidos los residuos domiciliarios, los radiactivos y los de las operaciones de los buques.

Se debe aclarar que las leyes de presupuestos mínimos establecen estándares de cumplimiento obligatorio en todo el país. Esto quiere decir que cada jurisdicción puede establecer mayores restricciones, pero nunca menores. Tal es el caso de la Provincia de Buenos Aires que, a través de la Resolución 1118/02 de la entonces Secretaria de Política Ambiental establece que los fluidos con una concentración mayor a las 2 ppm deben ser eliminados o descontaminados.

Además, la ley nacional define la figura del “poseedor” como la “persona física o jurídica, pública o privada, que esté en posesión de PCB, PCB usados o de aparatos que contengan PCB”. También, en el artículo 21 establece infracciones y sanciones para aquellos que utilicen equipos contaminados.

Actualmente, los poseedores deben inscribirse en el Registro Nacional Integrado de Poseedores de PCB (RENIPP). Según lo establecido por el MAyDS en su [Resolución 355/2020](#), en el RENIPP deben informar la cantidad de residuos contaminados, sus características y presentar un plan de eliminación o descontaminación. En el registro, se inscriben tanto los establecimientos, como los aparatos que contienen PCB.

Vale remarcar que la eliminación o descontaminación también alcanza a los materiales y recipientes que hayan estado en contacto con los PCB ([Decreto reglamentario N° 853/2007](#)).

Como objetivo de gestión prioritario para el país, desde el año 2015 funciona bajo la órbita del MAyDS el Programa Nacional de Gestión Integral de los PCB ([Resolución 840/2015](#)), que tiene como objetivo apoyar la eliminación de los residuos y articular esta gestión entre las provincias.

También, en el MAyDS se encuentra en ejecución el Proyecto ARG 20/G27 “Gestión de contaminantes orgánicos persistentes, mercurio y otras sustancias peligrosas”, que tiene como objetivo apoyar la eliminación de 5000 Tn de PCB en el país.



Seguridad e Higiene

La Resolución [369/1991](#) del entonces Ministerio de Trabajo y Seguridad Social estableció las normas para el uso y manipulación de los PCB. Cabe aclarar que, si bien es una normativa vigente, es un instrumento que se publicó antes que la Ley Nacional 25.670, que prohíbe el uso de los PCB a nivel nacional.

Esta norma define pautas a seguir en caso de manipular equipos contaminados con PCB. Establece el uso obligatorio de elementos de protección personal, los controles médicos anuales y la capacitación del personal afectado. Además, prohíbe que las personas gestantes o lactantes trabajen en lugares en los que puedan estar expuestas a los PCB.

Resumen de normativa aplicable a los PCB en el país		
Norma	Año	Descripción
Ley Nacional n° 24.051 y su Decreto reglamentario 831/1993	1991	Marco normativo nacional para la regulación de residuos peligrosos. En el Anexo I se encuentran las corrientes de residuos peligrosos sometidas a control, entre las que se clasifica a los PCB con la Y10.
Ley Nacional N° 25.670 y su Decreto reglamentario n° 853/2007	2002	Establece los presupuestos mínimos de protección ambiental para la gestión de los PCB en el territorio nacional. Establece sanciones.
Ley Nacional n°26.011	2002	Aprueba el Convenio de Estocolmo que regula el uso de los Contaminantes Orgánicos Persistentes, entre los que se encuentra el PCB.
Resolución n° 840	2015	Crea el Programa Nacional de Gestión Integral de PCB bajo la órbita de la autoridad ambiental nacional de mayor rango, actualmente el MAyDS
Resolución n° 355	2020	Establece la estructura del Registro Nacional Integrado de Poseedores de PCB (RENIPP) (conformado por establecimientos y aparatos que contienen PCB), administrado por la Dirección Nacional de Sustancias y Residuos Peligrosos del MAyDS. Contiene anexos con recomendaciones sobre el manejo de residuos contaminados con PCB, toma de muestra y acopio.

Identificación

**Indicadores de posible presencia
de contaminación con PCB
en un equipo**

Posibles fuentes de contaminación con PCB

Como se mencionó antes, debido a sus propiedades aislantes, los PCB fueron ampliamente utilizados para la fabricación de aceites de uso en transformadores eléctricos, capacitores, motores, artefactos de iluminación, fluidos hidráulicos e inclusive en cables.

Los PCB también tuvieron aplicación en lubricantes, adhesivos, aditivos de pinturas, aceites de corte, plaguicidas (para aumentar el volumen), agentes antipolvo, pirorretardantes, entre otras.

Equipos eléctricos

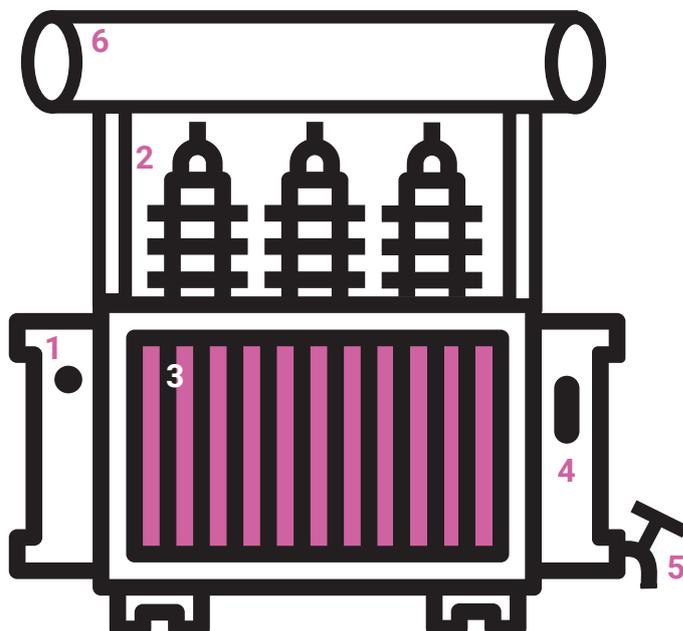
Transformadores

Los transformadores son equipos capaces de convertir la potencia eléctrica de un voltaje a otro. Los equipos que utilizan aceite como refrigerante tienen, en general, el mismo diseño básico:

- ▶ Cuba metálica
- ▶ Núcleo de acero magnético (láminas ensambladas)
- ▶ Bobinas de cobre, cubiertas con una capa aislante de resina o papel
- ▶ Aislantes sólidos (papel, cartón, madera)
- ▶ Tanque aliviador
- ▶ Aceite dieléctrico (material aislante o no conductor)

En la siguiente imagen se puede observar un esquema básico de un transformador. El aceite, estará contenido en la caja principal y en el tanque aliviador de la parte superior.

Esquema general de los componentes de un transformador



1. Indicador de nivel
2. Buje o boquilla de alto voltaje
3. Radiadores de refrigeración
4. Placa de características
5. Válvula de drenaje y muestreo líquido
6. Tanque aliviador

Dentro del equipo se encuentran:

- ▶ Núcleo de acero
- ▶ Bobinas de cobre
- ▶ Aislante sólido (papel, cartón, madera)

Estos equipos están adaptados según su uso, por lo que pueden presentarse en distintos tamaños, ya que pueden ser utilizados para modificar grandes voltajes y corrientes o para suministrar energía a un sólo usuario u hogar. Por eso, varían mucho en cuanto a tamaño y forma. Generalmente podemos verlos en la vía pública o en usinas eléctricas.

¿Por qué los transformadores pueden tener PCB?

Durante la modificación del voltaje se genera mucho calor. Para disiparlo, habitualmente se utiliza aceite, que debe ser a la vez un buen refrigerante y un buen aislante eléctrico. Esto evita que se produzcan cortocircuitos o chispazos que eventualmente puedan derivar en explosiones.

Por su baja inflamabilidad y gran capacidad aislante, el uso del PCB como aceite dieléctrico en transformadores fue muy común, sobre todo en aquellos que se destinaron a instalaciones al aire libre. Sin embargo, como se ha visto, los PCB dejaron de usarse desde hace varias décadas por su cualidad tóxica y cancerígena.

En la actualidad, los transformadores contienen otro tipo de aislantes dieléctricos, tales como el producto YPF Transformador 64, incluso existen tecnologías que no requieren del uso de aceite.

¿Cómo saber si un transformador tiene PCB?

A pesar de su prohibición, en la actualidad, existen evidencias de la presencia de PCBs en equipos. Por ello, aún se destinan esfuerzos para identificarlos. Sin embargo, existen indicios que nos permiten presumir la existencia de PCB en un equipo. Por ejemplo, la placa identificatoria nos puede dar información para suponer la presencia de PCB en un transformador. En la placa se encuentran las características más relevantes del transformador.

Para saber si un transformador tiene PCB, se debe tomar una muestra de aceite y realizar un análisis. Este es el único método confirmatorio

¿Qué información es importante distinguir en las placas identificatorias?

Las empresas fabricantes de transformadores deben colocar una placa de identificación en el equipo en la que se detallan sus características. No todas las placas son iguales ya que han cambiado a lo largo de los años. Sin embargo, todas tienen información básica que puede ser útil para asumir un potencial riesgo de presencia de PCB en un equipo.

Antigüedad de los equipos

La antigüedad de los equipos eléctricos puede indicar el tipo de aceite dieléctrico que es probable que contengan. Los PCB dejaron de producirse durante la década de 1980 (algunos se fabricaron hasta la década de 1990). Actualmente no se fabrican equipos que contengan PCB, por lo que en aquellos transformadores fabricados antes de 1986 es más factible encontrar PCB.

Se puede decir que los transformadores y/o capacitores fabricados antes o durante la década de 1980 tienen altas posibilidades de contener aceite con PCB



Placa de transformador

Nº FAB		2850	
TRANSFORMADOR			
TIPO		ENTREGADO	
22241		3/78	
Nº		HERTZ	
500/15		50	
FASES		3	
POTENCIA NOMINAL		SERVICIO NOMINAL	
500 KVA		CONTINUA	
PRIMARIO		SECUNDARIO	
VOLTIOS		EN CARGA	
1 13850		380	
2 13530		400	
3 13200		223	
4 12870		231	
5 12540			
AMPERAJE NOMINAL		721.5	
21.87			
TENSION DE C.C.		GRUPO DE CONEX.	
4.7 %		DY11	
LIQ. AISL.		SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	
CLOPHEN		ONAN	
LITROS		AISLACION CLASE	
548			
PESO CUBA		NORMA	
387 KGS.		URAM	
PESO TOTAL			
2570 KGS.			
INDUSTRIA ARGENTINA			

Podemos identificar la marca del equipo en la parte superior, debajo se puede ver el año de fabricación y en la parte inferior, el tipo de aceite aislante.

Líquido aislante

Un transformador puede contener el aceite puro o una mezcla de líquidos aislantes, que pueden contener o no PCB.

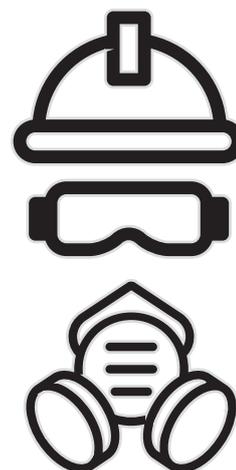
El PCB es un fluido muy viscoso, incluso en algunas fugas o derrames puede verse como una sustancia parecida al caramelo. Para disminuir la viscosidad y por lo tanto aumentar la fluidez, se solía incorporar a la mezcla triclorobenceno y/o tetracloroetileno, lo que le daba un olor característico a la mezcla. Con ello se facilitaba la circulación del líquido por los conductos de enfriamiento y se elevaba así la eficiencia de enfriamiento.

Generalmente, la placa identificatoria indica el tipo de líquido aislante que lleva el transformador y el nombre de marca comercial. A continuación se brindan algunos ejemplos:

Nombres comerciales de aceites que contienen PCB, marcas y países de origen.

Marca comercial	Fabricante	País de origen
Aroclor	Monsanto	EEUU
Askarel	-	Reino Unido EEUU
Clophen	Bayer	Alemania
Inerteen	Westinghouse Electric	EEUU
Phenoclor	Prodelec	Francia
Pyralene	Prodelec	Francia
Pyranol	Gral. Electric	EEUU
Santotherm	Mitsubishi	Japón
Kanechlor	Kanegafuchi	Japón

Para conocer otras marcas y nombres comerciales, consultar la [Res. N° 369/1991](#)



¿Sabías qué...?

Anteriormente se recomendaba el uso de equipos eléctricos con PCB en algunas instalaciones como faenas mineras, plantas industriales y hospitales debido a que, en caso de incendio, no ardían con facilidad.

En otros casos, el sistema de refrigeración se informa en las placas mediante cuatro letras, de acuerdo a lo siguiente:

La primera letra corresponde al refrigerante primario y su punto de inflamación en alguna de las siguientes combinaciones:

O: De la palabra “oil” en inglés. Hace referencia a aceites minerales con un punto de inflamación menor o igual a 300 °C. Estos equipos en principio no contendrían PCB.

K: Aceites o líquidos aislantes no minerales (siliconados, sintéticos o naturales) con un punto de inflamación superior a los 300 °C. Estos equipos en principio no contendrían PCB.

L: Líquidos con punto de inflamación no medible. Generalmente, esta característica es la que presentan los PCB. Por lo tanto, es probable que estos equipos contengan PCB. Por ejemplo si una placa informa “LNAN”, podemos asumir que el equipo contiene PCB.

La segunda letra corresponde al modo de circulación del refrigerante interno, que puede ser natural (N), por ventilación forzada (F) o por circulación dirigida (D).

La tercera letra indica el medio de refrigeración externo, el cual puede ser aire (A), agua (W) o gas (G).

La cuarta letra indica el modo de circulación del refrigerante externo que, nuevamente, puede ser natural, por ventilación forzada o circulación dirigida.

Placa de un transformador cuyo tipo de aceite está informado con una serie de letras

TRANSFORMADOR TRIFASICO

POTENCIA KVA ORDEN N°
TENSIONES V CONST. N°
FRECUENCIA: 50 Hz PESO Kg
TENSION DE CORTOCIRCUITO % FECHA

NORMA IRAM

LIQUIDO AISLANTE LITROS

SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

SOBRE TEMPERATURA PARA PLENA CARGA Y SERVICIO CONTINUO °C

ARROLLAMIENTO	TENSION DE LINEA V	CORRIENTE DE LINEA A	POSICION DEL COMUTADOR	
ALTA TENSION	12540	21.2	1	
	12970	20.7	2	
	13200	20.2	3	
	13530	19.7	4	
	13860	19.2	5	
		6		
			7	
BAJA TENSION	2300	200.8	DV 11	

Al accionar el conmutador el transformador debe estar desconectado de las líneas

INDUSTRIA ARGENTINA



¿Sabías qué...?

Algunos transformadores con PCB como líquido aislante se fabricaron como unidades herméticas selladas. Estos equipos no contaban con válvulas de drenaje ni dispositivos de acceso debido a su estabilidad y escasa necesidad de mantenimiento. Por esta razón, los equipos sellados fabricados antes o durante la década de 1980, tienen altas probabilidades de contener PCB.

Aunque la placa no lo informe, igualmente hay posibilidad de que el equipo esté contaminado con PCB por eventos de contaminación cruzada

Capacitores o condensadores

Los capacitores o condensadores son aparatos que pueden acumular y mantener una carga eléctrica. Un capacitor se compone principalmente de placas conductoras de electricidad (láminas metálicas delgadas) separadas por un material dieléctrico, es decir, no conductor. Este material suele ser un fluido, que puede o no contener PCB.

Los capacitores son estructuras selladas. A este tipo de estructuras se les denomina comúnmente aplicaciones cerradas. Por eso, el mantenimiento no representa gran problema, siempre y cuando el condensador se encuentre en buen estado y no tenga fugas.

Como su nombre lo indica, cuando una aplicación es cerrada, no hay manera de acceder directamente al aceite dieléctrico. Si se presume que un equipo en estas condiciones está contaminado con PCB, tomar una muestra de aceite para analizarla implica perforar el equipo y esto implicaría un alto riesgo de exposición. Por ello, en estos casos y de manera preventiva, se suele asumir que estas aplicaciones cerradas tienen altas concentraciones de PCB y no se realiza la toma de muestra.

En muchos casos, si bien existen transformadores que están completamente sellados, es común que cuenten con canillas u otros dispositivos de acceso al aceite dieléctrico.

Por otra parte, si la placa identificatoria de un capacitor informa que el fluido que contiene es “impregnante sintético no inflamable”, eso es un indicador de presencia de PCB.

Placa de un capacitor



Los transformadores y capacitores no son los únicos aparatos que pueden contener PCB.

También pueden contenerlo equipos tales como seccionadores, llaves, cables con refrigerante, entre otros

Otras formas de contaminación con PCB: la contaminación cruzada

En Argentina, al igual que en en otros países de América Latina⁴, los datos demuestran que aún existe una cantidad significativa de transformadores con bajas concentraciones de PCB distribuidos en el país⁵. Es altamente probable que esto se deba a eventos de **contaminación cruzada**.

Un equipo libre de PCB puede ser contaminado durante las operaciones de filtrado o recambio de aceite

La contaminación cruzada es la contaminación de equipos que originalmente se encontraban libres de PCB a través del contacto con otros elementos, tales como herramientas, dispositivos o aceites que contienen PCB.

Cabe aclarar que la presencia de PCB generalmente no afecta el funcionamiento de un equipo desde el punto de vista operativo. Sin embargo, como ya hemos mencionado, es fundamental considerar su presencia desde el punto de vista de la salud y el ambiente. Durante la manipulación de un equipo y en caso de sospechar contaminación por PCB, se deben tomar las precauciones referidas en esta guía.

La única manera de confirmar si un transformador tiene PCB es realizar un análisis del aceite que contiene.



4. Exposiciones durante el Taller Regional para Compartir Experiencias sobre la Gestión de PCB y Sustancias Químicas en Centro América y Suramérica. Cali, Colombia, 14 al 17 octubre 2014. Organizado por PNUD, Proyecto PCB Colombia.

5. Aceites y sólidos contaminados con PCB en concentración menor a 5000 ppm. Este límite queda establecido en relación a las tecnologías de tratamiento disponibles en el país.

¿Cómo confirmar si un equipo tiene PCB?

Toma de muestra

Es importante aclarar que el muestreo debe ser realizado por **personal capacitado**.

La exposición al PCB, así como a cualquier sustancia química peligrosa, representa un riesgo. Por ello debemos prevenir y evitar el contacto. Para mayor detalle, consultar la sección “elementos de protección personal”.

A continuación, se enumera la secuencia general de pasos a tener en cuenta a la hora de hacer un muestreo de aceite de un equipo.

Antes de muestrear

1. Colocarse los elementos de protección personal adecuados.
2. Tener al alcance todos los materiales que se utilizarán durante el muestreo (paños, frascos, rotuladores, etiquetas, guantes, bolsas, bandejas, etc.)
3. Prepararse ante posibles fugas o derrames: cubrir el suelo con material absorbente y tener cerca el kit antiderrames.

Durante el muestreo

4. Registrar el equipo y rotular el frasco en el que se van a colocar las muestras⁶.
5. Limpiar con un paño o papel la válvula o tapón que se abrirá para tomar la muestra.
6. Colocar una bandeja debajo de la válvula o tapón.
7. Abrir la válvula o tapón y tomar la muestra en el frasco⁷. Cerrar inmediatamente la válvula o colocar el tapón.

Después de tomar la muestra

8. Limpiar el área, asegurarse de que no queden derrames. Todos los residuos generados (trapo o papel utilizado para limpiar, elementos de protección personal contaminados, etc.) durante el muestreo deben ser rotulados y descartados como residuos peligrosos.
9. Colocar un cartel que indique que el equipo ha sido muestreado.

Se recomienda la lectura de la **Resolución 355/2020** del MAyDS, en la que se incluye un anexo con “Procesos Operativos Estándar” para la gestión de los residuos, el muestreo y análisis de aceite. Allí también encontrarán modelos de cartelera que pueden utilizar según sea el caso.

6. Revisar resolución 355/2020 del MAyDS para una correcta identificación.

7. Generalmente, los primeros mililitros, se reservan en un frasco aparte y se descartan luego. El análisis se realiza sobre la siguiente fracción de líquido.

Equipo muestreado

Dimensiones: 10 cm (alto) X 20cm (ancho)
Fondo: color Naranja. Letras: color Negro

Todo el personal involucrado en el muestreo del aceite debe estar capacitado sobre el manejo seguro de los PCB. En todo momento debe evitarse el contacto directo con el aceite

Una vez que se ha tomado una muestra de aceite dieléctrico y se ha enviado al laboratorio para la determinación de PCB, no manipular el equipo hasta tener el resultado



Análisis de aceite

Una vez realizado el muestreo, el aceite se analiza en un laboratorio mediante la técnica analítica llamada cromatografía gaseosa. La cromatografía de gases es una técnica de laboratorio que requiere el uso de equipamiento y conocimientos específicos, por lo cual solo puede ser realizada por personal capacitado. Se recomienda la técnica establecida en norma ASTM D 4059.

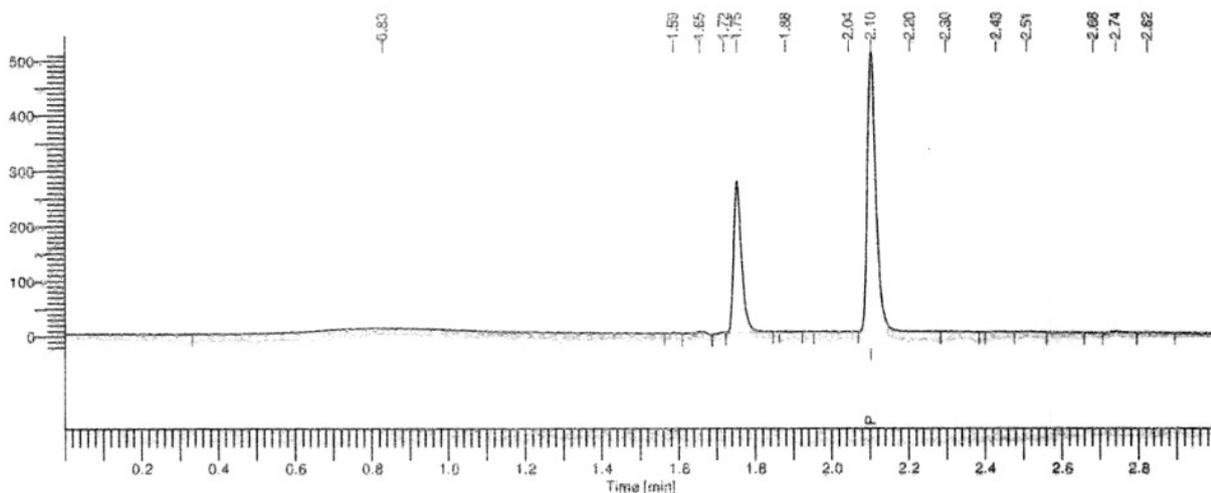
Cromatografía gaseosa

Es una técnica de análisis que permite conocer qué sustancias están presentes en una mezcla. Requiere del uso de un equipo llamado cromatógrafo. Para hacer el análisis se necesitan unos pocos mililitros. El equipo arroja resultados como los que pueden verse en la imagen. Esos resultados se comparan con una sustancia “patrón”, es decir una sustancia que tiene un solo tipo de PCB conocido. De esta manera y por un proceso medianamente complejo, se pueden conocer los diferentes tipos de PCB que componen la mezcla.

Equipo de cromatografía gaseosa



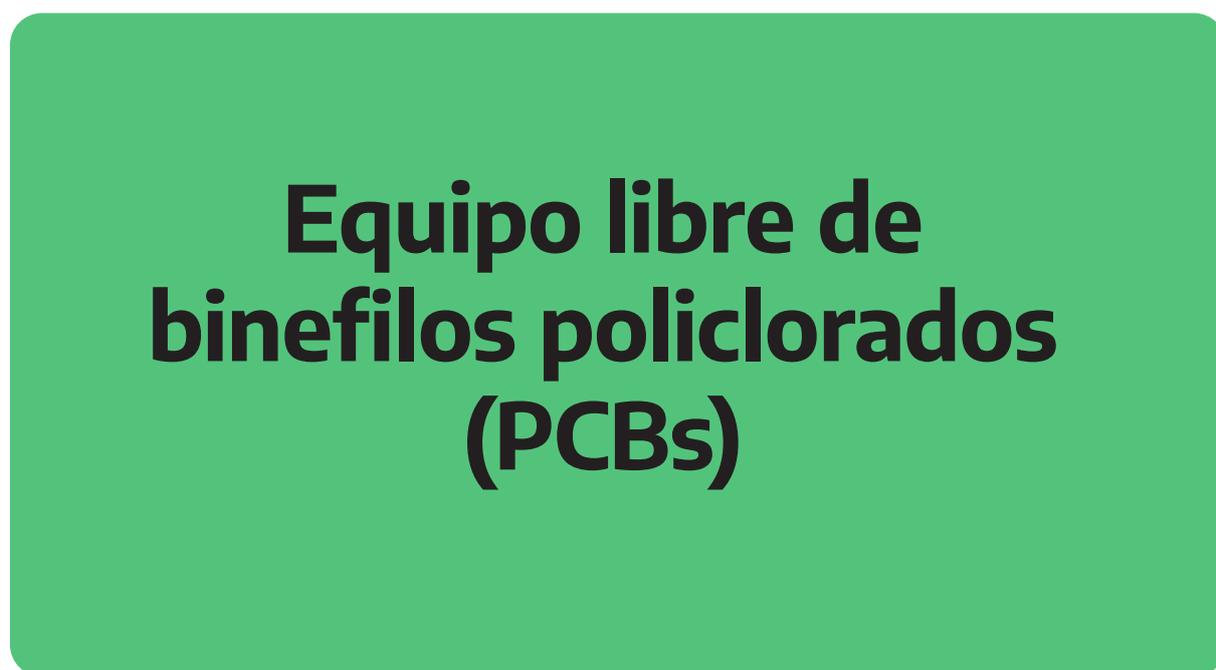
Cromatograma



Señalización de equipos

De acuerdo con los resultados del análisis, el equipo debe rotularse correctamente. Si el equipo está libre de PCB, colocar un cartel color verde que así lo indique tal como se muestra en el ejemplo:

Cartel recomendado en el Anexo 3 de la Res. 355/2020 para equipos libres de PCB



Dimensiones: 10 cm (alto) X 20cm (ancho) Fondo: color verde. Letras: color Negro.

Si el equipo está contaminado con PCB debe colocarse un cartel de color amarillo que especifique que el equipo representa un peligro.

Cartel recomendado en el Anexo 3 de la Res. 355/2020 para equipos contaminados con PCB



Dimensiones: 25 cm (alto) X 25 cm (ancho). Fondo: color blanco.

Cartel recomendado en el Anexo 3 de la Res. 355/2020 para equipos contaminados con PCB



Dimensiones: 25 cm (alto) X 35 cm (ancho). Fondo: color amarillo. Letras: color negro.

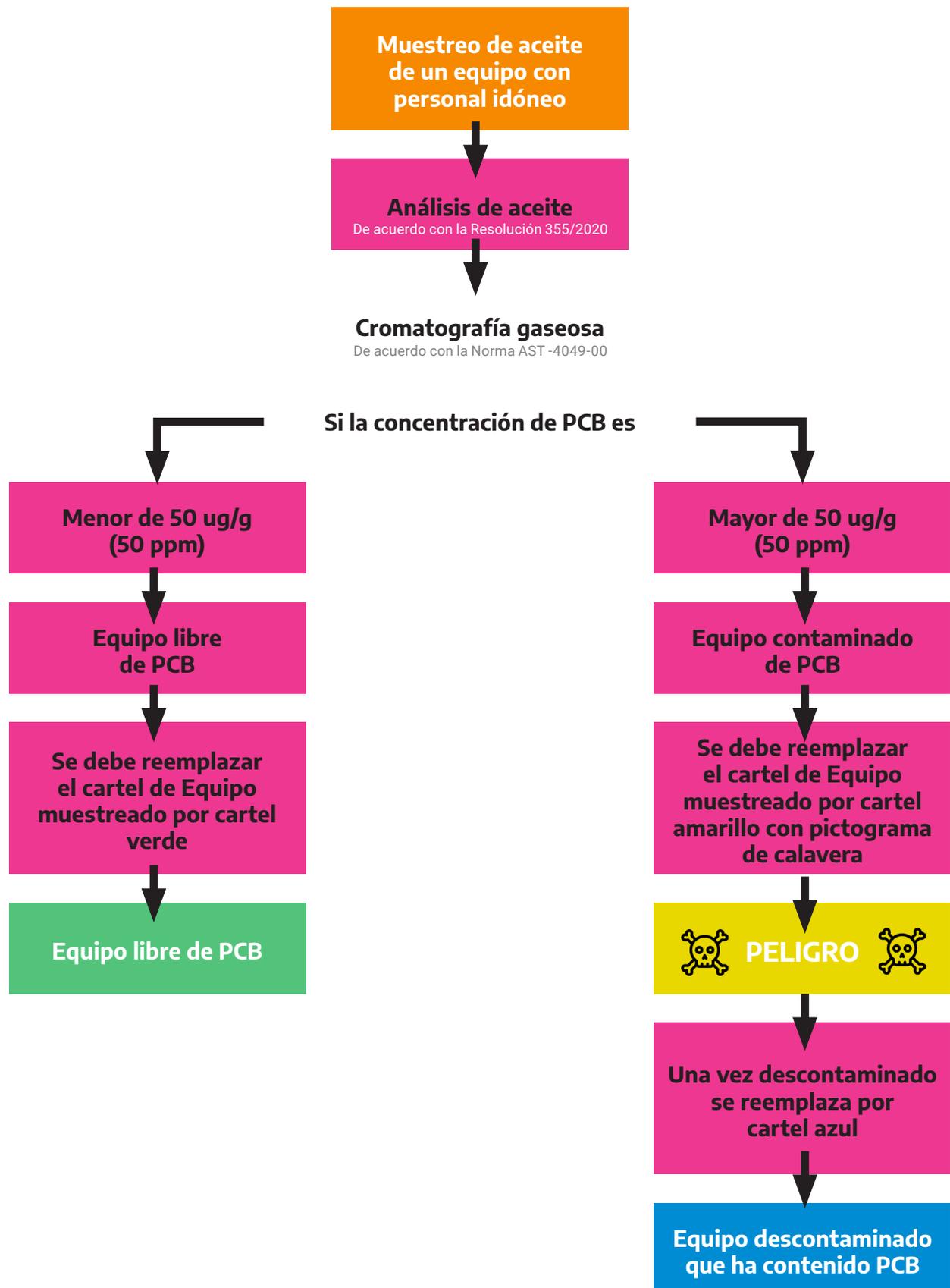
Si el equipo fue descontaminado, colocar un cartel azul que lo indique.

Cartel recomendado en el Anexo 3 de la Res. 355/2020 para descontaminados



Dimensiones: 10 cm (alto) X 20cm (ancho) Fondo: color azul. Letras: color Negro.

Esquema de los pasos a seguir para realizar un análisis del aceite de los equipos y confirmar la presencia o no de PCB



Manejo de equipos

**Pautas para evitar riesgos durante
el trabajo con equipos**

Elementos de protección personal

Durante las tareas de manipulación de equipos o residuos en general, es necesario usar **sin excepción, elementos de protección personal**.

Es importante aclarar que si se sospecha que el equipo/aceite a manipular está contaminado con PCB, **la recomendación es evitar su intervención**. La manipulación de aceite contaminado con PCB solo puede ser realizada por un operador habilitado según normativa vigente.

En caso de que sea necesario realizar algún tipo de tarea, solo podrán realizarse aquellas de mínimo contacto.

Tareas de mínimo y alto contacto y los elementos de protección personal que se deben usar en cada caso.

Tareas	Elementos de protección personal
De mínimo contacto: Son las que no implican la manipulación de los equipos, por ejemplo: inspección visual, limpieza exterior de un equipo sin fugas, entre otras tareas.	<ul style="list-style-type: none">▶ Guantes de PVC o acrilonitrilo▶ Anteojos de seguridad▶ Casco▶ Ropa de trabajo▶ Calzado de seguridad con suela PVC
De alto contacto: Son las que implican la manipulación de los equipos. <i>Esta tarea solo puede ser realizada por personal con conocimiento específico en el manejo de sustancias peligrosas.</i>	<ul style="list-style-type: none">▶ Guantes de PVC o acrilonitrilo▶ Anteojos de seguridad▶ Casco▶ Ropa impermeable tipo Tyvek▶ Máscaras respiratorias con filtro para vapores orgánicos▶ Calzado de seguridad con suela de PVC

Recomendación: No usar calzado con suela de goma ni guantes de goma ya que los PCB se adhieren con facilidad a este material

Área de trabajo

- ▶ Realizar una inspección visual para descartar la existencia de fugas o derrames.
- ▶ Verificar que exista buena ventilación.
- ▶ No fumar ni consumir alimentos ni bebidas.
- ▶ Evitar el contacto. La exposición a PCB puede causar intoxicaciones y problemas en la salud a largo plazo.
- ▶ El espacio debe estar ordenado. La zona en la que se encuentra el equipo/residuo con PCB tiene que estar despejada, de manera tal que se garantice un fácil acceso o salida ante algún tipo de contingencia.

Los PCB no son volátiles, sin embargo, pueden trasladarse adheridos a partículas de polvo. Por lo tanto, el lugar debe estar limpio para reducir las posibilidades de contacto.

- ▶ El área donde se encuentran equipos o residuos con PCB debe estar señalizada.

Carteles que pueden ser utilizados como señalización de ingreso a sectores que tienen equipos contaminados con PCB



**ENTRADA PROHIBIDA
A PERSONAS NO
AUTORIZADAS**

**ÁREA
RESTRINGIDA
SÓLO PERSONAL
AUTORIZADO**

 PELIGRO 	
SOLAMENTE PERSONAL AUTORIZADO DIFENILOS POLICLORADOS	
ENVASE O EQUIPO CONTENIENDO DIFENILOS POLICLORADOS (DPC)	EN CASO DE CONTACTO ACCIDENTAL:
AGENTE TOXICO - CONTAMINANTE	OJOS: LAVESE CON AGUA DURANTE 15 MINUTOS.
UTILIZAR SOLAMENTE CON ADECUADA VENTILACION Y PROTECCION PERSONAL	PIEL: LAVESE CON AGUA FRIA Y JABON NEUTRO.
NO PONER EN CONTACTO CON LA PIEL, LOS OJOS Y/O LA ROPA	INHALACION: RESPIRE AIRE FRESCO, DE SER NECESARIO APLIQUE OXIGENO.
NO INHALAR NI INGERIR	INGESTION: TOME UNA CUCHARADA SOPERA DE VASELINA LIQUIDA.
	EN TODOS LOS CASOS ACUDA AL MEDICO DE INMEDIATO



**Es indispensable evitar o reducir
la incorporación de PCB al
ambiente**

Gestión

**Buenas prácticas para la gestión de equipos,
con el objetivo de evitar la contaminación
cruzada y de residuos contaminados con PCB**

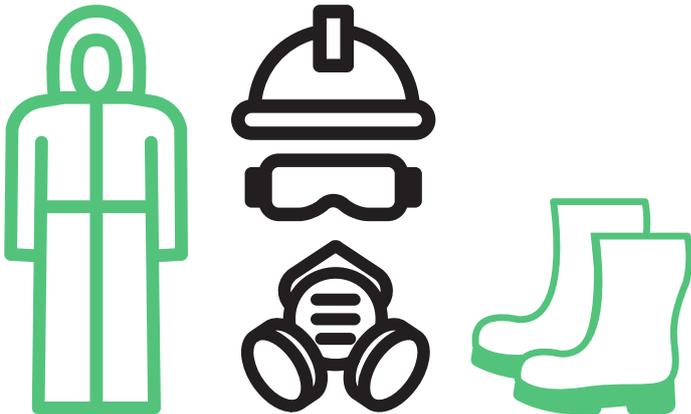
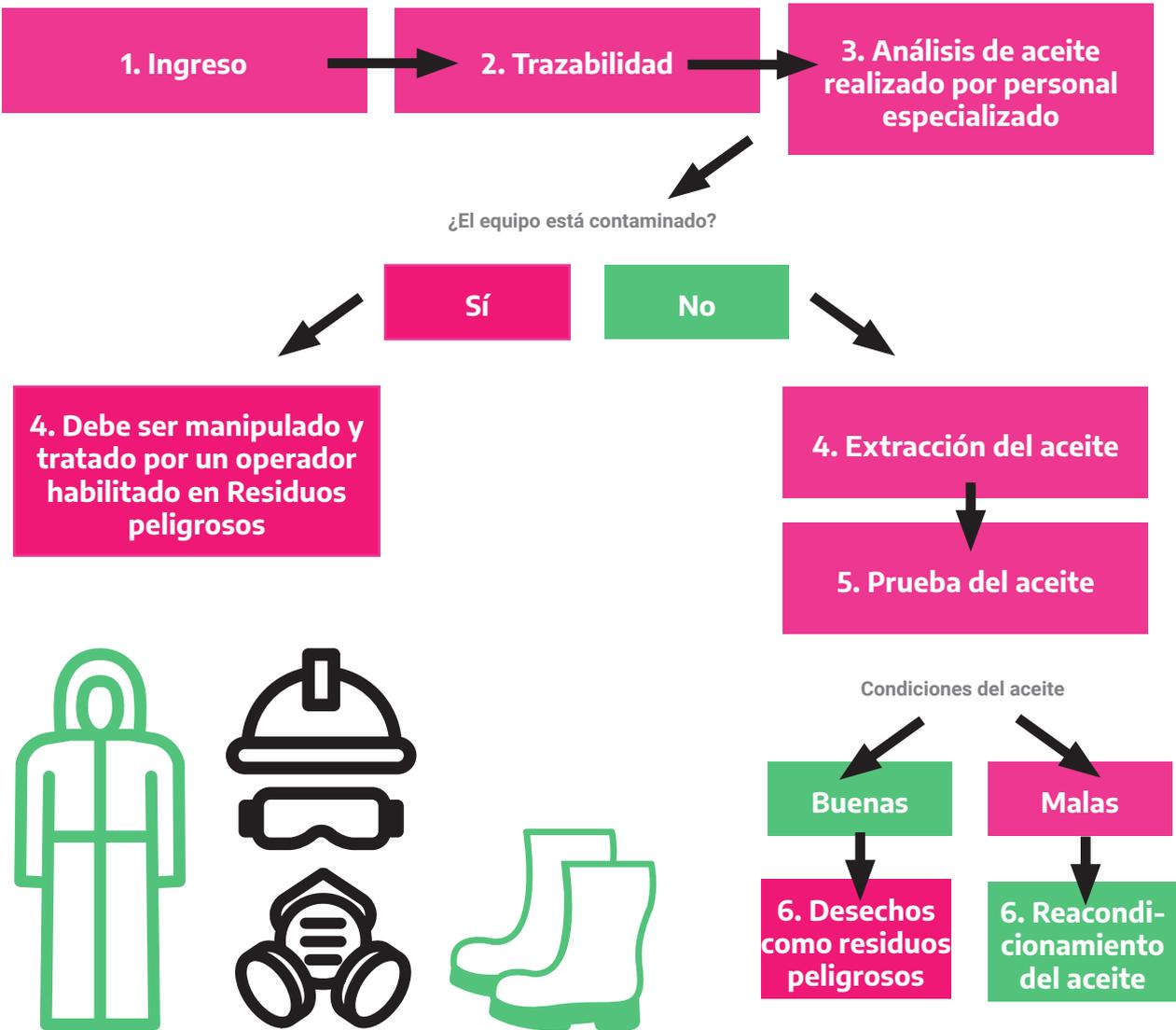
Se entiende por gestión de PCB a las acciones que incluyen la identificación, el almacenamiento seguro, las prácticas de prevención, los procedimientos administrativos y la eliminación de los residuos contaminados con PCB, entre otras prácticas.

Buenas prácticas en la gestión de equipos

En esta sección se abordan las prácticas de prevención de la contaminación cruzada de PCB en talleres de mantenimiento y reparación de equipos (*ex situ*). Estas sugerencias también pueden ser aplicadas durante tareas generales de mantenimiento *in situ*.

Es importante aclarar que estas recomendaciones deben adaptarse a la realidad de cada taller y considerar lo establecido en la reglamentación vigente. En el siguiente esquema, se enumeran los pasos generales para ingresar un transformador al taller.

Esquema general de pasos a seguir en el mantenimiento de transformadores



Las 4 a 6 etapas corresponden al mantenimiento rutinario de aceite dieléctrico no contaminado

1. Ingreso

Al inspeccionar un transformador, debemos realizar una **inspección visual** inicial y registrar las condiciones observadas, tales como las características del equipo y cualquier otro dato relevante. En la siguiente tabla se muestra un modelo de ficha de registro que puede ser de utilidad:

Ficha de registro para transformadores o equipos eléctricos

Fecha de recepción	Número de orden de trabajo	Datos del cliente
Identificación del equipo: datos de la placa (número de serie, marca, fabricante, fecha de fabricación). Si no hay placa, identificarlo de acuerdo a sus características de manera tal que pueda reconocerse fácilmente.		
Situación operativa: si está en uso o no; sitio en el que se encuentra.	Características del equipo: potencia, volumen de aceite, peso del equipo con aceite, de potencia ó de distribución, monofásicos o trifásico; si contiene aceite o está vacío; tipo de aceite dieléctrico	
Comentarios del cliente o del taller: falla detectada; historia del equipo; urgencia de reparación; imágenes; etc.		

En caso de realizar una inspección in situ, es decir, en el lugar en el que se encuentra instalado el transformador, se debe llevar un registro lo más completo posible de las características del equipo, su historial de funcionamiento y mantenimiento, momento de recambio del aceite, etc.

2. Trazabilidad

En un taller de mantenimiento, una de las cuestiones más relevantes a tener en cuenta es que se debe generar un **sistema de seguimiento** del equipo y sus partes desde que ingresan al taller, hasta su salida. Esto se denomina **trazabilidad**.

Es importante identificar unívocamente los equipos. Esto implica que su nombre/número de registro debe ser único e irrepetible.

Esta afirmación también es válida para aquellos equipos que no se mueven de la usina, tienen que estar debidamente identificados.

3. Análisis de aceite

Antes de intervenir cualquier equipo es necesario conocer si tiene PCB o no. Por lo tanto, se debe solicitar una copia del análisis o, si no existe, proceder a realizarlo. **De lo contrario, el equipo no puede manipularse.**

Si el resultado del análisis indica que tiene PCB por encima de lo establecido en la normativa vigente, **debe ser manipulado y tratado por un operador de residuos peligrosos habilitado.** Si, por otro lado, según el resultado del análisis el equipo no tiene PCB, se procede a realizar las pruebas normales de diagnóstico general del equipo y del aceite.

¿Cómo evitar la contaminación cruzada durante el mantenimiento?

La primera medida de prevención es la información. El personal de mantenimiento debe conocer si los equipos están contaminados con PCB (**en ese caso, se debe evitar manipularlos**) o si se sospecha de algún evento de contaminación.

Para evitar o reducir eventos de contaminación cruzada con PCB se recomienda seguir estas recomendaciones:

1. Utilizar elementos de protección personal adecuados y evitar contacto con el aceite. Esta consideración es válida para la manipulación de equipos en general, estén o no contaminados.
2. Lavar cualquier elemento no descartable que haya estado en contacto con un equipo, antes de utilizarlo en otro.
3. Identificar debidamente todo aquel objeto que se considere potencialmente contaminado con PCB.
4. Disponer los objetos que hayan entrado en contacto con PCB como **residuos peligrosos** y almacenarlos en un depósito acorde, debidamente señalizado, **separados de otros tipos de residuos.**
5. **Toda maquinaria, herramientas, objetos y elementos de protección personal que se hayan contaminado con PCB, no podrán ser reutilizados en otros equipos.**

Gestión de residuos contaminados con PCB

Cuando un equipo libre de PCB finaliza su vida útil, es posible recuperar algunos materiales y partes previo a la disposición final como equipamiento obsoleto. Caso contrario aquellos equipos contaminados con PCB, deben disponerse como residuos peligrosos y almacenarse transitoriamente en un depósito. Esto también aplica a todos aquellos elementos que se hayan contaminado con aceite (trapos, paños, elementos de protección personal), por lo que deben disponerse como residuos peligrosos.

Inscripción en el Registro Nacional

Una vez que se confirma la presencia de PCB en un equipo, el poseedor (por ejemplo una empresa o institución) debe inscribirlo en el Registro Nacional Integrado de Poseedores de PCB (RENIPP) según lo establece la Res. 355/2020, y en el registro local en caso de que la jurisdicción así lo requiera.

El RENIPP está compuesto por dos registros: por un lado, el registro del establecimiento y por otro, el de los equipos. El trámite se realiza de manera virtual a través del sistema Trámites a Distancia (TAD). Para poder completarlo se deben conocer las características del residuo a inscribir, principalmente la concentración de PCB que presenta y su peso aproximado. Adicionalmente se puede incluir toda aquella información que se encuentra en la placa del equipo (tipo de fluido, número de serie, año de fabricación, entre otras). Además, se requiere de la presentación de un plan de eliminación de los aparatos y residuos contaminados con PCB.

Almacenamiento

Como se mencionó anteriormente, los residuos contaminados con PCB son residuos peligrosos. Los residuos peligrosos deben almacenarse de manera adecuada a su clasificación.

A continuación, se enumeran algunas características generales que debe cumplir un depósito de residuos peligrosos.

1. Estar separado del sitio de almacenamiento de otros residuos, por ejemplo los residuos sólidos urbanos, con un espacio claramente delimitado e identificado con carteles que especifiquen acceso restringido
2. Piso o base impermeable.
3. Techado o al resguardo de las condiciones meteorológicas.
4. Con sistema de ventilación adecuado.
5. Con sistema de captación y contención de posibles derrames sin vinculación con desagües pluviales o cloacales, ni suelo permeable. Esto se puede aplicar a todo el taller, incluidos los depósitos transitorios de equipos/maquinaria, las áreas donde se realiza el recambio de aceite o donde se encuentra instalado un transformador.
6. Dimensiones acordes a la tasa de generación de residuos peligrosos y a la periodicidad de los retiros.
7. El acopio de los residuos peligrosos deberá efectuarse en recipientes estancos.
8. Los recipientes deberán estar rotulados e informar: descripción del residuo, categorización (Y), característica de peligrosidad (H) y nombre del generador.
9. Los residuos peligrosos deberán disponerse con un ordenamiento que permita su sencilla contabilización, dejando a su vez pasajes de un (1) metro de ancho como mínimo, para acceder a verificar su estado.
10. Ante la necesidad de manipulación, deben utilizarse los elementos de protección personal adecuados.

El depósito de residuos contaminados con PCB debe estar separado de cualquier otro depósito de residuos peligrosos

Si bien es poco volátil, el PCB incrementa su evaporación cuando aumenta la temperatura y el movimiento del aire. Sus vapores son considerablemente más pesados que el aire, por lo tanto tienden a descender, pudiendo resultar ineficaces algunos sistemas de ventilación

Clasificación de residuos peligrosos contaminados con PCB

Clasificación de residuos peligrosos contaminados con PCB de acuerdo a la Ley N° 24.051

Residuos peligrosos	Concentración	Clasificación
Aceite mineral que no contiene PCB	Menor de 50 ppm	Y8
Aceite que contenga PCB	Mayor a 50 ppm	Y10
Carcasas de transformadores y otros equipos contaminados. Trapos, papeles, absorbentes, elementos de protección personal contaminados con PCB	-	Y48/Y10

Para una clasificación más exhaustiva de los residuos, se recomienda consultar la Resolución 263/2021 del MAyDS.



Tecnologías de tratamiento y eliminación disponibles para el tratamiento de los PCB

Reducción alcalina (decloración)

Es el tratamiento de los residuos con metales o bases que reaccionan con el cloro presente en los PCB. En este proceso se generan como productos principales una sal (por ejemplo cloruro de sodio) y el aceite sin cloro. En nuestro país esta tecnología se ha empleado para el tratamiento de fluidos con concentraciones de PCB menores a 5.000 ppm.

Una vez descontaminado, el aceite puede ser reutilizado. En Argentina esta tecnología se encuentra habilitada y disponible.

Incineración avanzada

Este tratamiento consiste en someter los residuos sólidos y líquidos con PCB a temperaturas superiores a los 850 °C en hornos rotatorios. Estas condiciones de tratamiento evitan la formación de dioxinas y furanos⁸. La incineración requiere de un alto nivel de control de emisiones.

En la actualidad en Argentina esta tecnología no se encuentra habilitada, es por ello que hasta ahora, todos aquellos residuos que presenten una concentración superior a las 5.000 ppm de PCB **deben ser exportados** para su tratamiento en el exterior.



⁸. Compuestos orgánicos persistentes altamente tóxicos que se forman generalmente en procesos de combustión incompleta o quema ineficiente.

Acciones ante emergencias

Algunas pautas sobre cómo actuar en casos de derrame, fugas e incendio en lugares donde se encuentren equipos contaminados con PCB

¿Cuáles son las medidas o acciones recomendadas para prevenir accidentes?

- ▶ Realizar una inspección visual.
- ▶ Observar periódicamente el estado de la carcasa, sellos y juntas.
- ▶ Llevar un registro actualizado de las inspecciones realizadas.
- ▶ Elaborar un plan de contingencia ante emergencias con equipos contaminados con PCB, conocido por todo el personal.

¿Qué hacer ante una fuga y/o derrame?

En primer lugar, es pertinente aclarar que el personal capacitado en higiene y seguridad debe diseñar un plan de contingencia acorde al lugar, a los y las trabajadores/as y las tareas que se desarrollan en el establecimiento.

Por otro lado, en términos generales, ante una fuga o derrame se debe actuar de la siguiente manera:

- ▶ Ubicar el origen de la fuga y detener el derrame. Contenerlo con material absorbente.
- ▶ Eliminar fuentes de calor cercanas y cortar el suministro eléctrico.
- ▶ Dar inmediato aviso al responsable a cargo.
- ▶ Priorizar atención de las personas. Si hubo contacto con ojos o piel, lavar con abundante agua durante 20 minutos y luego concurrir a la atención médica.
- ▶ Delimitar el área afectada.
- ▶ Evitar que el derrame llegue a cloacas, ductos pluviales, desagües para minimizar los posibles impactos en la salud y el ambiente.



¿Qué hacer ante un incendio?

- ▶ Evacuar inmediatamente a todas las personas del lugar.
- ▶ Dar lugar al plan de contingencia con los avisos correspondientes.
- ▶ Avisar a los bomberos explicando la posible presencia de PCB.
- ▶ Avisar a la autoridad ambiental.

Evacuar el área debido a la posibilidad de emisión de sustancias altamente tóxicas, tales como dioxinas y furanos

¿Qué hacer ante un derrame?



Ubicar el origen de la fuga y detener el derrame



Eliminar fuentes de calor cercanas



Priorizar la atención de personas afectadas por salpicaduras



Comunicar el accidente al responsable a cargo



Ubicar el origen de la fuga y detener el derrame



Contener el derrame con materiales absorbentes

Perspectiva de géneros y diversidad

**Breve introducción sobre la inclusión
de la perspectiva de géneros en el
manejo de sustancias químicas peligrosas**

Sustancias químicas y géneros

Tanto en América Latina como en otras regiones del mundo que cuentan con altos niveles de pobreza y desigualdad, hay segmentos de la población que se encuentran más expuestos que otros a las sustancias químicas. Esto se denomina exposición diferencial y ocurre, por ejemplo, en los barrios subalternizados de las ciudades que están cerca de zonas industriales, debido a los vertidos irregulares de desechos, quema ilegal de residuos y la dificultad en el acceso seguro al agua.

En Argentina, en lo que respecta a las sustancias químicas peligrosas, no existen prácticamente datos oficiales sensibles al género. Son escasos los estudios que dan cuenta de la participación de las mujeres y personas LGBTTTIQ+ en su gestión, así como del impacto en la vida y salud de este sector de la población.

No obstante, es sabido que las personas se ven afectadas por las sustancias químicas peligrosas de diferente manera según su género. Debido a los roles sociales, las mujeres, niñas e identidades feminizadas están expuestas de manera diferente a los productos químicos en la vida cotidiana, por ejemplo, por el hecho de ser quienes manipulan productos de limpieza, desinfectantes e insecticidas hogareños o domosanitarios. También debido a la desigual distribución de las tareas de cuidado en el hogar, las mujeres son muchas veces quienes se ocupan por ejemplo de lavar la ropa y utensilios que utilizan los hombres en sus lugares de trabajo. A diferencia de ellos, no siempre reciben instrucciones para manipular elementos que pueden estar contaminados sin correr riesgos para su salud.

Por otra parte, la susceptibilidad fisiológica a los efectos de la exposición a los productos tóxicos en los hombres, las mujeres y los niños y niñas es diferente. Como se mencionó anteriormente, sustancias como el PCB pueden ingresar al organismo a través de alimentos, agua, aire o contacto con la piel y acumularse en los tejidos. Como son difíciles de eliminar, pueden trasladarse al embrión a través de la placenta o niñas y niños a través de la leche materna. Debido a la relación con su peso corporal y sus períodos dinámicos de crecimiento, los niños y niñas tienen una mayor sensibilidad a estos contaminantes y corren un riesgo diferencial.

Incorporar los recaudos necesarios a la hora de manipular sustancias químicas peligrosas, sumado a la repartición equitativa de las tareas de cuidado minimizan la exposición de mujeres y personas LGBTTTIQ+. De esta manera, cuidaremos tanto la salud humana, como la ambiental y la de todos los seres vivos.

Consideraciones finales

En el marco de lo establecido por la normativa nacional, el MAyDS tiene la obligación de establecer pautas y recomendaciones en la gestión de los PCB, para promover su gestión integral.

De esta manera, el presente material fue elaborado con la intención de brindar herramientas para prevenir la exposición de las personas y el ambiente a los PCB.

Se espera que contribuya al manejo responsable de equipos y elementos contaminados, para alcanzar su eliminación definitiva en el mediano plazo.



Para más información

Página web del Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible

<https://www.argentina.gob.ar/ambiente>

Sección página web de la Secretaría de Control y Monitoreo Ambiental del MAyDS

<https://www.argentina.gob.ar/ambiente>

Página web del Convenio de Estocolmo, Convenio de Rotterdam y Convenio de Basilea

<https://www.pops.int/default.aspx>

Bibliografía

- Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer perteneciente a la Organización Mundial de la Salud (2023). List of classifications. <https://monographs.iarc.who.int/list-of-classifications>
- Bolados García, P y Sánchez Cuevas, A. (2017). Una ecología política feminista en construcción: El caso de las "Mujeres de zonas de sacrificio en resistencia", Región de Valparaíso, Chile. *Psicoperspectivas*, 16 (2), 33-42. <https://dx.doi.org/10.5027/psicoperspectivas-vol16-issue2-fulltext-977>
- Chen-Chin Hsu (1994). The Yu-cheng Rice Oil Poisoning Incident. Cap. 20. Schecter A. (ed.), *Dioxins and Health*.
- Codone, F. (2020). "Exportación de fluidos y artefactos que contienen PCBs. Alcances y limitaciones de la gestión y el marco normativo durante el período 2015-2021 en Argentina" [Tesis de grado, Universidad Nacional de Hurlingham]
- Convenio de Basilea. Actualización de las directrices técnicas para el manejo ambientalmente racional de desechos consistentes en bifenilos policlorados (PCB), terfenilos policlorados (PCT) o bifenilos polibromados (PBB), que los contengan o estén contaminados con ellos. <https://www.basel.int/Portals/4/Basel%20Convention/docs/pub/techguid/pcbs/s.pdf>
- Comp.: Marulanda, C., V.; Pinzón Rincón, F.; Quattrini, C. (2015). Manejo ambientalmente racional de equipos y desechos contaminados con PCB [recurso electrónico]. Bogotá, D.C. Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible .
- Comp.: Rincón Pinzón, F. (2015). Mantenimiento de equipos con aceites dieléctricos. Bogotá, D.C, Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 58p. – (Serie : Manual para la Gestión Integral de Bifenilos Policlorados – PCB)
- INTI-Ambiente. (2015). Condiciones e instructivo para la toma de muestra, preservación, transporte y retiro de líquidos aislantes destinados a la determinación de PCB.
- Lorenzo, M. (2012). La lista de Mabel, mi mamá. *Pilar A Diario*. <https://www.pilaradiario.com/informacion-general/2012/11/20/lista-mabel-mam-31699.html>
- Masuda Y. (1985) Health status of Japanese and Taiwanese after exposure to contaminated rice oil. *Environ. Health Perspect.* 60:321-5
- Ministerio del Ambiente, Dirección General de Calidad Ambiental (2016) Procedimiento de manejo de PCB durante el mantenimiento de equipos. Lima. 46 p.
- PNUMA-IOMC. (1999) Guidelines for the identification of PCB and materials containing PCB.
- PNUMA. (2002). Transformadores y condensadores con PCB: desde la gestión hasta la reclasificación y eliminación.
- Resolución 355/2020 (Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible de la Nación). Derogación de decretos anteriores respecto del RENIPP y reorganización del mismo. 24 de noviembre de 2020. Anexos I, II y III.
- Roa Rivera, R. (2020) Guía de respuesta en caso de emergencia.
- Secretariado del convenio de Basilea, Rotterdam y Estocolmo, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2019). Consolidated Guidance on PCB in Open Applications. Ginebra, Suiza.
- Santoro, S. (2000). Para saber qué le está pasando a la tierra. Página 12. <https://www.pagina12.com.ar/2000/00-09/00-09-14/pag19.html>

Agradecimientos

Para la realización de esta guía fue fundamental el aporte del Instituto Nacional de Tecnología Industrial, la Corporación del Mercado Central de Buenos Aires, y la Subgerencia de Higiene, Seguridad y Medio Ambiente de Trenes Argentinos Operaciones S.E.



Ministerio de Ambiente
y Desarrollo Sostenible
Argentina

