



2008

ANEXO B

Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente Centro de Estudios y Control de Contaminantes Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

Proyecto: "Asistir al Gobierno de Honduras a cumplir con sus obligaciones bajo el convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs)" – No. 00048974

Consultoría: "Primer Inventario Nacional de Bifenilos Policlorados (PCBs), identificando las fuentes, condiciones y existencias.

Consultora: Dra. Ana Gabriela
Ramírez Salgado.

Asesor: Dr. Alex Padilla MSc.

Tegucigalpa, M.D.C., Honduras, C.A.

Julio 2008



CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO	3
LISTA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS	6
GLOSARIO DE TERMINOS	7
INTRODUCCION	9
I. ANTECEDENTES DE LOS BIFENILOS POLICLORADOS (PCBs)	10
II. METODOLOGIA	17
III. RESULTADOS DEL INVENTARIO NACIONAL DE PCBs	19
IV. CONCLUSIONES	37
V. RECOMENDACIONES	38
BIBLIOGRAFIA	40
ANEXOS	41
Anexo 1. Cuestionario para Inventario de PCBs	41
Anexo 2. Sitios visitados por Departamento según sector y cuestionarios aplicados	45
Anexo 3. Clasificación de los sitios visitados y evaluados del sector público y privado por rubros de actividad	49
Anexo 4. Nombre del fabricante y país de origen de los equipos evaluados.	50
Anexo 5. Imágenes.	53
Anexo 6. Informe de visitas de campo. Zona Norte de Honduras.	55
Anexo 7. Trifolio "Directrices Técnicas para el Manejo Ambientalmente Racional de los PCBs. PNI-COPs, Honduras 2008".	56

Lista de gráficos y tablas

Gráficos

Gráfico 1.	Sectores productivos evaluados en el Inventario Nacional de PCBs.	20
Gráfico 2.	Nombre del fabricante de los equipos.	21
Gráfico 3.	Tipo de equipos evaluados.	22
Gráfico 4.	Año de fabricación de los transformadores de distribución.	23
Gráfico 5.	Año de fabricación de los transformadores de potencia.	23
Gráfico 6.	Peso total de los equipos.	25
Gráfico 7.	Tipos de transformadores contaminados con PCBs.	26
Gráfico 8.	Contenido de PCBs del líquido según tipo de equipo.	26
Gráfico 9.	Masa total estimada de equipos contaminados con PCBs.	27
Gráfico 10.	Situación operativa del equipo del equipo contaminada con PCBs	28
Gráfico 11.	Tipo de instalaciones en donde se localiza el equipo evaluado.	29

Tablas

Tabla 1.	Descripción y ejemplos de los usos de los PCBs.	13
Tabla 2.	Residuos que contienen PCBs.	15
Tabla 3.	Total de sitios visitados por Departamento según sector y número de cuestionarios aplicados.	20
Tabla 4.	Voltaje o potencia y fecha de fabricación de otros equipos encontrados.	24
Tabla 5.	Sitios que poseen equipos con PCBs.	32
Tabla 6.	Resultados de análisis de PCBs en suelos superficiales por sitios visitados.	37

Imágenes

Imagen 1.	Transformadores de distribución en desuso y desmantelados.	28
Imagen 2.	Instalaciones de la Tela Raliroad Company, La Lima, Cortés. Transformadores de distribución General Electric, año 1966, contaminados con PCBs.	31
Imagen 3.	Fuga en barril con aceite dieléctrico posiblemente contaminado con PCBs, ubicado en subestación del Hospital Escuela.	34
Imagen 4.	Cilindros dispuestos a la intemperie, conteniendo cloro gas.	34
Imagen 5.	Residuos encontrados en los sitios visitados.	35
Imagen 6.	Residuos sólidos y transformador vaciado y dispuesto en el suelo.	36
Imagen 7.	Equipo de protección personal utilizado.	53
Imagen 8.	Explicación del método utilizado para la determinación de PCBs en campo.	53
Imagen 9.	Aplicación del Cuestionario para Inventario Nacional de PCBs, PNUMA 2002.	53
Imagen 10.	Etiqueta para la identificación de equipo contaminado con PCBs	54

Mapas

Mapa 1	Mapa de sitios visitados y analizados según Departamento.	33
---------------	---	----

RESUMEN EJECUTIVO

El Centro de Estudios y Control de Contaminantes (CESCCO) de la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA), en el marco del proyecto de "Asistencia al Gobierno de Honduras a cumplir con sus obligaciones bajo el Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs)", realizó el Inventario Nacional de PCBs, con el objetivo de localizar y cuantificar los tipos de equipos y residuos susceptibles de contener PCBs, con el propósito de establecer alternativas para una gestión ambientalmente racional de estos compuestos en el país.

A modo de antecedente, los bifenilos policlorados o PCBs son una subserie de los productos químicos orgánicos de síntesis denominados hidrocarburos clorados, que se forman mediante la sustitución por cloro de una o más de las diez posiciones de la molécula del bifenilo, existiendo un total de 209 congéneres de PCBs posibles, de los cuales 130 pueden encontrarse en productos comerciales.

Los PCBs por sus excelentes propiedades físicas y químicas, que incluyen alta estabilidad frente al calor, resistencia al fuego e insolubilidad en agua, han sido utilizados ampliamente como aislantes eléctricos en transformadores y condensadores. Sin embargo, la misma estabilidad química dificulta su degradación, pudiendo permanecer por largos períodos en el ambiente, ocasionando impactos en los ecosistemas y salud humana.

En Honduras, la información científica de las fuentes de liberación, concentraciones ambientales, comportamiento ambiental, poblaciones expuestas y ecosistemas afectados por los PCBs, es escasa, sólo existe un estudio efectuado en 1990, el cual estuvo limitado a los residuos de PCBs en muestras de filete de pescado en la Isla de Utila, en el Departamento de Islas de la Bahía y muestras de aceite dieléctrico, aserrín y suelo superficial del taller electromecánico de la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE) en Tegucigalpa.

Frente a las serias limitaciones de información existentes en el país sobre los PCBs, el Inventario Nacional, se presenta como una fuente de información primaria confiable que contribuye a solventar las deficiencias de información y a convertirse en una herramienta útil para los tomadores de decisiones en cuanto a la problemática de estos compuestos.

En este contexto, el Inventario Nacional de PCBs, se desarrolló desde su concepción hasta su finalización bajo un esquema metodológico que permitió cumplir con las obligaciones establecidas en los Convenios de Basilea y Estocolmo. Durante la fase preliminar, que comprendió de octubre de 2004 a diciembre de 2006, el inventario fue realizado por el CESCCO con el apoyo de la ENEE, en coordinación con el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y el Secretariado del Convenio de Basilea (SCB), como parte del proyecto "Preparación de Inventarios y Planes Nacionales para el Manejo Ambientalmente Racional de PCBs y Equipo que Contenga PCBs en América Central".

Posteriormente, en continuidad al proceso iniciado por el CESCCO y bajo los lineamientos del Convenio de Estocolmo, siguió la fase de finalización del inventario que abarcó el período de noviembre de 2007 a enero de 2008, la cual fue realizada por un equipo de consultores nacionales que trabajaron coordinadamente con personal del CESCCO-SERNA, ENEE, Secretaría de Salud y Cuerpo de Bomberos.

El equipo de consultores nacionales, se ocupó de consolidar la información generada en la fase preliminar del inventario, identificar y seleccionar los sitios a visitar, capacitar al equipo de trabajo interinstitucional, aplicar los cuestionarios para inventario de PCBs del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y realizar la toma de muestras para análisis de PCBs con el método rápido semicuantitativo CLOR – N – OIL 50[®]. Encargándose además de codificar, tabular, revisar, analizar, interpretar y resumir toda la información generada en el inventario.

En síntesis, el Inventario Nacional de PCBs, incluyó 119 sitios localizados en 13 de los 18 Departamentos del país, 60% públicos y 40% privados. El 47% del subsector eléctrico nacional, 35% del sector industrial y 18% del sector de servicios públicos. En los sitios visitados se aplicaron 1,459 cuestionarios a equipos eléctricos en uso y desuso. Los transformadores de distribución y potencia, representaron 93.8% de los equipos y el 6.2% restante otros tipos de equipos eléctricos.

La masa estimada de los equipos evaluados totalizó 7,621,177 Kg. Los transformadores de potencia ocuparon 88% de esa masa y los de distribución 10%. Por su parte, el volumen estimado de aceite sumó 2,352,661 Kg. Los transformadores de potencia ocuparon 89% de ese volumen y los transformadores de distribución 8.6%. Hay que destacar que la masa total estimada de equipos contaminados con PCBs alcanzó 196,196 Kg, equivalente al 2.57% de la masa total de los equipos y el volumen total de aceite contaminado sumó 61,074 kg, correspondiente al 2.59% del volumen total de aceite.

Asimismo, los análisis de PCBs a aceites dieléctricos, realizados con la prueba rápida colorimétrica semicuantitativa CLOR – N – OIL 50[®], a una muestra de 418 equipos eléctricos en uso y desuso, resultaron positivas (mayor de 50 ppm) en 63 equipos (15%), correspondiente a 4.32% del total de equipos evaluados.

Los equipos con PCBs se encuentran diseminados en 23 (19%) de los 119 sitios visitados, de los cuales 16 (70%) son instalaciones de la ENEE, 6 (26%) de empresas privadas y 1 (4%) un centro hospitalario del sector público. De los 63 equipos, 78% (49) pertenecen al sector público, siendo la ENEE la propietaria del mayor número con 46 equipos y el Hospital Escuela de Tegucigalpa de tres equipos, respectivamente. El 22% (14) restante pertenecen a distintas empresas del sector privado. De estos equipos, 87% (55) son transformadores de distribución, 11% (7) transformadores de potencia y 2% (1) un reclosed. Alrededor del 71% (45) de los equipos estaban fuera de servicio, ya sea por mantenimiento o porque estaban desmantelados. Únicamente, 29% (18) están en condición de uso y alrededor del 13% (8) presentaban filtraciones de aceite dieléctrico al entorno aledaño. El 86% se encuentran en instalaciones al aire libre y 14% en recintos cerrados.

En total se identificaron 18 marcas comerciales de transformadores con PCBs, siendo las más frecuentes la General Electric de los EUA (31,7%), Westinghouse Electric Corporation de los EUA (25,4%) y Allis Chalmers (14,3%).

De los 23 sitios que poseen equipos con PCBs, el taller electromecánico de la ENEE en Tegucigalpa, es donde se encontró el mayor número de equipos contaminados, 14 de 248, equivalente al 5.64%, seguido por el Almacén de la ENNE, Ceiba Oeste con 7 de 15 equipos evaluados (47%) y la Tela Railroad Company de la Lima, Cortés, con 6 de 252 equipos (2.38%).

En los sitios visitados se encontraron almacenados o dispuestos al aire libre diversos tipos de residuos sólidos y líquidos susceptibles de contener PCBs, que requieren evaluaciones exhaustivas para conocer si tienen algún grado de riesgo ambiental o para la salud.

En conclusión, los resultados obtenidos del Inventario Nacional de PCBs, son preliminares y ofrecen un panorama general de la situación de estos compuestos en el país. El subsector eléctrico nacional público y privado, es uno de los principales usuarios y poseedores de equipos y residuos susceptibles de contener PCBs. Los equipos eléctricos contaminados con PCBs representaron 4.31% de la muestra total de equipos evaluados. El mayor porcentaje de los equipos con PCBs, están fuera de servicio, sin embargo, algunos transformadores de potencia de mediana y gran capacidad están en condición de uso. Ninguno de los sitios visitados cuenta con planes de acción para el manejo de residuos sólidos y líquidos conteniendo PCBs.

A partir de los resultados del Inventario Nacional de PCBs, se desprende la necesidad de realizar un análisis más detallado de los sectores usuarios y poseedores de equipos contaminados con PCBs en el país, ampliando el tamaño de la muestra para completar el sector eléctrico e identificar otras aplicaciones o usos de los PCBs en el país. Asimismo, es necesario crear un registro legal sistemático y automatizado de usuarios y poseedores de equipos eléctricos contaminados o potencialmente contaminados con PCBs a nivel nacional y estructurar un plan de acción piloto para el manejo de equipos y residuos susceptibles de contener PCBs, partiendo de los resultados del Inventario Nacional. Este podría efectuarse en las instalaciones de la ENEE, en donde reparan equipos en uso y almacenan cantidades importantes de equipos desmantelados, así como residuos sólidos y líquidos que necesariamente requieren manejo diferenciado, así como gestiones para su eliminación.

Siglas y abreviaturas

CESCCO	Centro de Estudios y Control de Contaminantes
COPs	Contaminantes Orgánicos Persistentes
ENEE	Empresa Nacional de Energía Eléctrica
EUA	Estados Unidos de América
GEF	Global Environment Fund (Fondo para el Medio Ambiente Mundial)
GIS	Sistema de Información Global
GPS	Sistema de Posicionamiento Global
PBBs	Bifenilos polibromados
PCBs	Bifenilos policlorados
PCTs	Terfenilos policlorados
PNA	Plan Nacional de Acción
PNI	Plan Nacional de Implementación
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
SCB	Secretariado de la Convención de Basilea
SERNA	Secretaría de Estado en los Despachos de Recursos Naturales
SPSS	Programa Estadístico para Ciencias Sociales
UCP	Unidad Coordinadora de Proyecto
USEPA	Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América
UVA	Unidad de Vigilancia Ambiental del CESCCO

Unidades de Medida

Kg	Kilogramos
Kg/L	kilogramos/Litro
L	Litros
KVA	Kilovoltio Amperio
MVA	Megavoltio Amperio
KVAR	Kilovoltio Amperio Reactivo
ppm	Partes por millón

GLOSARIO DE TERMINOS

Aceite dieléctrico: aceite de origen mineral, utilizado en los transformadores de energía eléctrica por su alta resistencia a la oxidación, estabilidad química, baja viscosidad y por sus propiedades aislantes.

Bioacumulación: se refiere a la acumulación neta, con el paso del tiempo, de metales u otras sustancias persistentes en un organismo a partir de fuentes tanto bióticas (otros organismos) como abióticas (suelo, aire y agua).

Biomagnificación: tendencia de algunos productos químicos a acumularse a lo largo de la cadena trófica, presentando concentraciones sucesivamente mayores al ascender el nivel trófico. La concentración del producto en el organismo consumidor es mayor que la concentración del mismo producto en el organismo consumido.

Congéneres: en química, cualquier compuesto que pertenece a la misma familia química. Se refiere a una de las numerosas variantes o configuraciones de una misma estructura química.

COPs: por contaminantes orgánicos persistentes (POP, por sus siglas en inglés) se conoce al grupo de sustancias o familias de sustancias -dentro del gran conjunto de sustancias orgánicas- que presentan en forma combinada características de toxicidad, persistencia, bioacumulación y capacidad de transportarse a largas distancias desde donde se emitieron o utilizaron.

Global Positioning System (GPS): Sistema de Posicionamiento Global (GPS, por sus siglas en inglés), es un Sistema Global de Navegación por Satélite, el cual permite determinar en todo el mundo la posición de un objeto, una persona, un vehículo o una nave.

Kilovoltio Amperios (KVA): Potencia Aparente. Voltio Amperios (VA) es calculada multiplicando los valores eficaces de tensión e intensidad. Es una medida de la capacidad total de la potencia eléctrica en un sistema de distribución o en una instalación.

Kilovoltio Amperios Reactivos (KVARs): Potencia Reactiva. VARs es la componente reactiva de VA (Potencia Aparente), causada por un desfase entre la intensidad y la tensión en inductancias (bobinas) y condensadores.

Persistencia: para considerar una sustancia o compuesto como persistente se evalúa su capacidad de permanecer en el ambiente períodos de tiempo prolongados, por ser resistentes a la degradación química y biológica. El criterio utilizado por el Convenio de Estocolmo para considerar una sustancia como persistente es que su tiempo de vida media en agua sea mayor a 2 meses o que su tiempo de vida media en suelo o sedimentos sea mayor a 6 meses. El tiempo de vida media ($t_{1/2}$) es el tiempo en que una sustancia disminuye a la mitad su concentración inicial.

Sitio contaminado: predio donde existe acumulación de sustancias tóxicas persistentes o residuos que las contienen, provocado por el uso, depósito, enterramiento, infiltración o vertido, en forma planificada o accidental, lo cual ha ocasionado el aumento de su concentración en el suelo y/o agua por encima de niveles de seguridad recomendados para un determinado uso.

Sitio potencialmente contaminado: predio donde en base a las actividades en el pasado o la presencia de productos tóxicos muy probablemente existe acumulación de sustancias tóxicas persistentes o residuos que las contienen, provocado por el uso, depósito, enterramiento, infiltración o vertido, en forma planificada o accidental, lo cual ha ocasionado el aumento de su concentración en el suelo y/o agua por encima de niveles de seguridad recomendados para un determinado uso.

Toxicidad: una sustancia o compuesto es tóxico si es capaz de producir efectos adversos a un organismo vivo. La toxicidad se evalúa en función de la magnitud y tipo de efectos que ocasiona, de las dosis necesarias para producir esos efectos y de las vías y tiempo de exposición. El Convenio de Estocolmo tiene en cuenta para este parámetro tanto los efectos adversos demostrados como los resultados del perfil de riesgo de las sustancias.

Transformador: es un dispositivo electromagnético utilizado para aumentar o disminuir el voltaje y la intensidad de una corriente alterna. Está conformado por dos bobinas acopladas magnéticamente entre sí, más sus conexiones de entrada y salida. El transformador contiene además una cantidad importante de aceite dieléctrico (puede ser PCBs), que cumple la función de medio aislante y refrigerante.

INTRODUCCION.

El Gobierno de la República de Honduras, a través del Centro de Estudios y Control de Contaminantes (CESCCO), Dirección de la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA) y Punto Focal delegado del Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs), Decreto 24-2004 y Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación, Decreto 31-95, inició acciones específicas orientadas al cumplimiento de las obligaciones establecidas en ambos Convenios.

Entre las acciones iniciadas, destaca la adopción de medidas para reducir o eliminar las liberaciones derivadas de la producción no intencional de productos químicos. El Artículo 5, apartado a) inciso i) del Convenio de Estocolmo, estipula que el Gobierno elaborará un plan de acción, que incluirá entre otros elementos "una evaluación de las liberaciones actuales y proyectadas, incluida la preparación y el mantenimiento de inventarios de fuentes y estimaciones de liberaciones, tomando en consideración las categorías de fuentes que se indican en el anexo C".

Es importante indicar que el anexo C, relativo a la producción no intencional, en su parte I, identifica a los Bifenilos Policlorados (PCBs), como uno de los COPs liberados de forma no intencional a partir de fuentes antropógenas. La parte II y III, define detalladamente las categorías de fuentes de donde se forman y liberan estos compuestos. El numeral 1, apartado a) de La parte IV, ofrece una definición de PCBs, en el entendido de que son "compuestos aromáticos formados de tal manera que los átomos de hidrógeno en la molécula bifenilo (2 anillos bencénicos unidos entre sí por un enlace único carbono-carbono) pueden ser sustituidos por hasta diez átomos de cloro".

En este contexto y en el marco del proyecto de "Asistencia al Gobierno de Honduras a cumplir con sus obligaciones bajo el Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs)", ejecutado por el CESCCO – SERNA, financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF, por sus siglas en inglés) y administrado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), se realizó el inventario nacional de PCBs, con el objetivo de localizar y cuantificar los tipos de equipos y residuos susceptibles de contener PCBs, identificar los propietarios, evaluar las condiciones de almacenamiento y el riesgo de contaminación ambiental potencial de los sitios, a fin de definir alternativas de gestión ambientalmente racional de estos compuestos en el país.

El inventario incluyó, en primer lugar, las instalaciones pertenecientes al subsector eléctrico nacional en las etapas de generación, transmisión y distribución de energía, que figuran como las principales usuarias y poseedoras de equipos susceptibles de contener PCBs en el país. Y en segundo lugar, incluyó instalaciones industriales, comerciales y de servicios del sector público y privado.

El presente documento detalla los antecedentes internacionales y nacionales de los PCBs, la metodología utilizada, las etapas y procedimientos de análisis de la información recopilada, los resultados obtenidos, las conclusiones y recomendaciones que servirán de insumo para el Plan Nacional de Acción frente a los PCBs y Plan Nacional de Implementación de Honduras (PNI), que será desarrollado por el CESCCO durante el 2008.

I. ANTECEDENTES DE LOS PCBs.

1.1 Historia y antecedentes de los PCBs en el mundo.

Los bifenilos policlorados o PCBs constituyen una subserie de los productos químicos orgánicos de síntesis denominados hidrocarburos clorados. La fórmula química es $C_{12}H_{(10-n)}Cl_n$, en la que n representa el número de átomos de cloro entre 1 y 10. La clase incluye a todos los compuestos con una estructura de bifenilo, es decir, dos anillos de benceno enlazados entre sí, que están clorados en grados diversos (Véase figura 1). En teoría existe un total de 209 congéneres de PCBs posibles, pero sólo unos 130 pueden encontrarse en productos comerciales (PNUMA, 1999:2; 2002:9; 2004b:3; Martínez y cols., 2005:43).

El número de registro CAS (Chemical Abstracts Service) de los PCBs es 1336-36-3 (MAC, 2008) y el número de registro de las Naciones Unidas corresponde al 2315 (PNUMA, 2004b:3; MTAS, 2008).

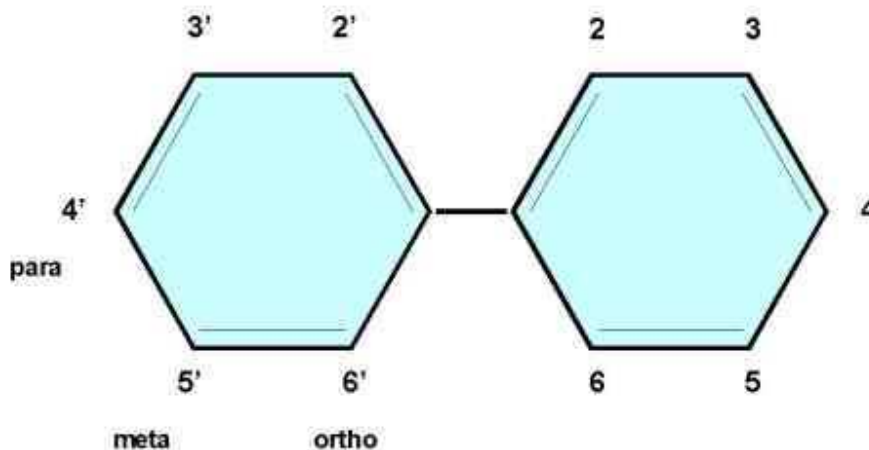


Figura 1. Estructura molecular de los PCBs.

Fuente: PNUMA, 1999:2.

En 1881 se describió por primera vez la síntesis de estos compuestos, por lo que se trata de productos sintéticos, no conociéndose fuentes naturales. A nivel comercial los PCBs se han distribuido en formulaciones compuestas por mezclas de diferentes congéneres, siendo conocidas por sus nombres comerciales, tales como Aroclor o Askarel entre otros. Su producción comercial empezó a fines de la década de 1920, manufacturados y comercializados por Anniston Ordnance Company, en Anniston, Alabama, EE.UU (PNUMA, 2002:9; 2004b:3).

En 1930, la Anniston Ordnance Company cambió su nombre a Swann Chemical Company. En 1933, una veintena de los trabajadores de esta compañía tuvieron problemas de salud. Entre otros problemas, sufrieron cloracné, tanto en el cuerpo como en sus caras, pérdida de energía y falta de apetito. Estos síntomas son conocidos como primer signo de exposición a PCBs (Cárcamo, 2005).

En 1935, Swann Chemical Company fue vendida a Monsanto (Industrial Chemical Company of St. Louis, Missouri). Monsanto produjo PCBs en sus plantas de Sauget, Illinois y Anniston, Alabama hasta 1977. Posteriormente, Monsanto otorga la licencia a distintas industrias para producirlo. Desde esa fecha los PCBs han sido producidos en Italia (Caffaro), Francia (Protolec), Japón (Kanegafuchi Chemical Co.) y Alemania (Bayer) (Cárcamo, 2005).

Se estima que desde los años 1930 se han producido un millón de toneladas de PCBs en todo el mundo. Una cantidad considerable ha penetrado en el ambiente, y los efectos a largo plazo de estos compuestos son motivo de preocupación (PNUMA, 2002:9).

Desde 1936, los científicos han constatado distintos efectos en la salud y en el ambiente vinculados al uso y fabricación de PCBs. En 1966, el Dr. Soren Jensen en el Laboratorio Ahrrenius de la Universidad de Estocolmo, Suecia, puso en evidencia que los PCBs producidos masivamente por años, principalmente para su uso en transformadores eléctricos y capacitores, tenían la capacidad de bioacumularse en los tejidos grasos. A partir de esa fecha se han acumulado datos que advierten del riesgo que estas sustancias representan para la salud humana y el medio ambiente, lo que llevó a que en las décadas de los 70 y 80 las mayores empresas cesaran su producción mundial (PNUMA, 2004b).

Con la entrada en vigencia del Convenio de Estocolmo, se establece que los PCBs son altamente tóxicos y pasan a formar parte de los doce COPs (Cárcamo, 2005). El Convenio establece entre otras obligaciones, la prohibición de producción y comercialización de PCBs. El año 2025 es el plazo máximo para que los países eliminen el uso de equipos que contienen PCBs (PNUMA, 2004a:28).

Los PCBs se encuentran entre los compuestos químicos más estables que se conocen, por lo que son utilizados industrialmente, en virtud de sus excelentes propiedades físicas y químicas. Entre sus atributos figuran la resistencia al fuego, escasa conductividad eléctrica, resistencia elevada a la descomposición térmica, elevado grado de estabilidad química y, resistencia a muchos oxidantes y otras sustancias químicas. Son insolubles en agua pero se disuelven fácilmente en grasas, hidrocarburos y otros compuestos orgánicos (PNUMA, 1999:3; 2002:9).

Los PCBs, han sido ampliamente utilizados en equipos eléctricos como transformadores y condensadores y pueden estar presentes en productos como barnices, parafinas, resinas sintéticas, pinturas epóxicas y marinas, recubrimientos, lubricantes para cortes, fluidos intercambiadores de calor y fluidos hidráulicos, entre otros (PNUMA, 2002:9).

A continuación se describen los sectores de aplicación de los PCBs, considerando su presencia en sistemas cerrados, parcialmente cerrados y abiertos. Estas designaciones hacen referencia a la facilidad con que un producto que contenga PCBs puede pasar al entorno (PNUMA, 1999:8; 2004b:17).

- **Aplicaciones cerradas.**

Se consideran aplicaciones cerradas aquellas en las que estos compuestos están encerrados por completo dentro de un equipo. En condiciones normales no puede darse el caso de que el usuario o el medio ambiente pueden verse expuestos a los PCBs. En cambio, si pueden producirse emisiones de PCBs durante las reparaciones de equipo y cuando dejen de utilizarse, o como resultado de algún daño. Los ejemplos más significativos de aplicaciones cerradas de

PCBs son los capacitores y transformadores eléctricos (Véase Tabla 1).

En el caso de los transformadores, estos se componen de distintos tipos de circuitos eléctricos desde los de pequeña señal hasta sistemas de transmisión de alto voltaje. Las dimensiones y formas de los transformadores varían desde los que no son más grandes que un garbanzo hasta los que alcanzan el tamaño de una pequeña casa (PNUMA, 1999:9).

La principal estructura del transformador consiste en una o más bobinas eléctricas unidas magnéticamente por un circuito o núcleo magnético. Los transformadores de mayor tamaño (de potencia) están totalmente llenos de un líquido dieléctrico (con frecuencia un aceite que puede contener PCBs) que aumenta el aislamiento entre las bobinas y las refrigera. Por consiguiente, cualquier daño que sufra la caja exterior puede provocar una pérdida de líquido con PCBs. Es importante advertir que aunque no se ponga intencionalmente aceite mineral con PCBs en un transformador, éste con frecuencia se contamina por el uso de equipos de llenado comunes por llenados de mantenimiento con aceites usados reciclados (PNUMA, 1999:9).

Los transformadores de menor tamaño (de distribución) suelen encontrarse en la parte más alta de los postes del tendido eléctrico, sirviendo para reducir el voltaje para su distribución al tendido doméstico. Los aceites sintéticos con PCBs se utilizan con frecuencia cuando se necesitan transformadores resistentes al fuego, como en el interior de los edificios (PNUMA, 1999:9).

El capacitor es un dispositivo que acumula y mantiene una carga de electricidad. Normalmente un capacitor que contiene PCBs, es una aplicación cerrada que consiste en una caja metálica totalmente sellada de la que salen dos polos o contactos eléctricos. En general toda la caja está llena de un líquido que contiene PCBs. Puede ser difícil localizar los capacitores que contienen líquidos dieléctricos con PCBs, ya que con frecuencia se sitúan en lugares de difícil acceso (PNUMA, 1999:9).

- **Aplicaciones parcialmente cerradas.**

Se consideran aplicaciones parcialmente cerradas aquellas en las que el aceite con PCBs no queda directamente expuesto al ambiente, pero podría estarlo periódicamente durante una utilización normal. Estos tipos de aplicaciones pueden también dar lugar a emisiones de PCBs, mediante salidas a la atmósfera o al agua. Entre los ejemplos de sistemas parcialmente cerrados figuran los sistemas de termotransferencia e hidráulicos y las bombas de vacío (Véase Tabla 1).

- **Aplicaciones abiertas.**

Las aplicaciones abiertas son aplicaciones en las que los PCBs se encuentran en contacto directo con su entorno y, por consiguiente, pueden pasar con facilidad al medio ambiente. Este tipo de aplicaciones de prestan más al contacto directo de los PCBs con el ambiente que las cerradas.

Los plastificantes constituyen el más importante grupo de las aplicaciones abiertas y se utiliza con los PVC (cloruro de polivinilo), el neopreno y otros cauchos clorados. Además, los PCBs, se han utilizado en otras aplicaciones abiertas como, por ejemplo, en las pinturas como retardantes de llama, en los adhesivos como plastificantes y en los revestimientos de superficie como retardantes de llama (Véase Tabla 1).

Tabla 1. Descripción y ejemplos de los usos de los PCBs.		
Usos	Descripción	Ejemplos
Sistemas Cerrados	Son unidades selladas o cerradas, donde los PCBs se mantienen dentro del equipo. En condiciones normales de estos sistemas, los usuarios o el medio ambiente no se encuentran expuestos a los PCBs. Las emisiones de PCBs pueden ocurrir en actividades de mantenimiento y reparación o como resultado de un daño del equipo (incendio).	PCBs como fluidos dieléctricos en: - Capacitores eléctricos - Transformadores eléctricos - Motores eléctricos - Magnetos eléctricos
Sistemas parcialmente cerrados	Son sistemas en los cuales los PCBs no están expuestos directamente al medio ambiente; sin embargo, pueden llegar a liberarse periódicamente por el uso del equipo.	PCBs como aceites en: - Líquidos de termotransferencia - Líquidos hidráulicos - Bombas de vacío - Interruptores - Reguladores de voltaje - Cables eléctricos rellenos con líquido - Disyuntores rellenos con líquido
Sistemas abiertos	En este caso, los PCBs son constituyentes de otros productos que se encuentran fácilmente en contacto con el medio ambiente y el ser humano.	- Lubricantes: aceites para corte, lubricantes - Ceras para colada - Revestimientos de superficie: pinturas, etc - Adhesivos - Plastificantes - Tintas - Materiales aislantes
Fuente: PNUMA, 1999:8-11; MAC, 2007:18.		

- **Residuos que contienen PCBs.**

Aunque la fabricación, procesamiento, distribución y uso de los PCBs están extensamente prohibidos, aún existen diferentes actividades que generan residuos con PCBs, incluyendo exenciones otorgadas a ciertos usos de PCBs, la producción accidental de PCBs, las operaciones de reciclado y las cantidades mantenidas mientras los equipos se encuentran en servicio (Véase Tabla 2) (PNUMA, 2004b:23).

A continuación se presentan ejemplos de actividades que generan residuos de PCBs:

- PCBs en aceites usados. Como los PCBs se utilizaron en equipos que siguen en uso, los aceites de desecho procedentes de estos equipos contienen con frecuencia concentraciones detectables de PCBs. Los aceites usados contaminados por PCBs proceden sobre todo de fuentes industriales y automovilísticas, así como de equipos eléctricos. Las fuentes industriales consisten sobre todo en plantas y fábricas donde el aceite se utilizó como líquido de sistemas hidráulicos y de termotransferencia. El aceite usado y con PCBs procedente de transformadores se ha mezclado con frecuencia con aceites minerales usados de operaciones de reciclado, de manera que con frecuencia se encuentran bajas concentraciones de PCBs en aceites reciclados que se utilizan en camiones y automóviles. Las fuentes automovilísticas suelen ser las estaciones de servicio de gasolina y los parques de vehículos comerciales que recogen el aceite contenido en el cárter de los motores, las transmisiones, los radiadores y otros sistemas propios de los vehículos (PNUMA, 1999:12, 2004b:23).

- Dragado de vías de navegación que contienen aguas y sedimentos contaminados por PCBs. A lo largo de los años grandes cantidades de PCBs se han ido evacuando a los diversos medios acuáticos, ríos, lagos y estuarios. Los sedimentos absorben con fuerza a los PCBs. Así pues, el dragado de los fondos para facilitar la navegación puede generar residuos de sedimentos contaminados con concentraciones de PCBs superiores a 50 ppm (Véase Tabla 2).
- Reparación y desecho de equipos. Las reparaciones y mantenimiento de equipos que contienen PCBs constituyen una fuente de residuos tóxicos. Por ejemplo, en caso de avería los transformadores son reparados tanto por el fabricante como en talleres, de lo que resulta que en esos lugares se crean residuos que contienen PCBs. Entre otras fuentes importantes de PCBs pueden figurar los materiales de residuos producidos durante la limpieza de pérdidas de líquidos dieléctricos en instalaciones industriales y la explosión o el sobrecalentamiento de transformadores y capacitores. Además, los equipos que contienen PCBs que se desechan pueden liberar PCBs al ambiente, con frecuencia en forma de pelusa (residuos que contienen restos de tapicerías, almohadillas y materiales aislantes procedentes del desguace de automóviles y aparatos eléctricos). Dado que transformadores y capacitores tienden a tener una vida de servicio relativamente larga (menor de 40 años), los PCBs utilizados en estos aparatos seguirán planteando problemas de eliminación hasta bien entrado el siglo XXI (PNUMA, 1999:13).
- Derribo de edificios. El derribo de edificios suele dar lugar a grandes cantidades de residuos. Entre estos se encuentran PCBs en los materiales de relleno de juntas de estructuras de hormigón, revestimientos retardantes de llama en paneles del techo (o en las tejas), reactores de encendido de luces fluorescentes, revestimientos de muebles, tratamiento de superficie de textiles, revestimientos adhesivos de pared resistentes al agua, pinturas, materiales aislantes, masillas sellantes y capacitores grandes y pequeños (PNUMA, 1999:13).
- Volatilización y lixiviado a partir de terraplenes. Lo más probable es que los PCBs que se evacuan vayan a parar a terraplenes, sean municipales, industriales o de lodos de alcantarilla (PNUMA, 1999:13).
- Operaciones de reciclado. Mediante las diversas operaciones de reciclado los PCBs terminan reincorporándose a la corriente comercial. Por ejemplo, papeles desechados (papel de calco sin carbón) pueden reciclarse como papel o cartón que se utilicen como materiales para el embalaje de alimentos. Otra vía importante de exposición ambiental a los PCBs pasa por el reciclado de chatarra y aceite desechado (PNUMA, 1999:13).
- Incineradores. La incineración de desechos industriales y municipales (por ejemplo, incineradores de basura y de lodos de alcantarilla) puede dar lugar a emisiones de PCBs.
- Producción inadvertida durante la fabricación de productos químicos orgánicos y uso en las industrias. En cierto número de procesos industriales en los ramos de los pigmentos orgánicos, los plaguicidas, los productos químicos y el refinado de aluminio se pueden producir inadvertidamente materiales cargados de PCBs (PNUMA, 1999:13).

Tabla 2. Residuos que contienen PCBs.		
N	Actividad / fuentes	Localización típicas
1	Pelusa	Terraplenes municipales e industriales
2	Producción inadvertida por plantas químicas	Sitios de evacuación de los desechos industriales. Salidas de agua de desechos industriales
3	Dragado para la navegación	Aguas dragadas y sus sedimentos
4	Pérdidas durante transferencias	Suelos o aguas próximos a terraplenes o sitios industriales y a lo largo de las carreteras entre las localizaciones
5	Accidentes / incendios	Redes de distribución de energía (por ejemplo, transformadores) Sitios industriales Materiales de edificios incendiados
6	Agua de refrigeración o condensación de bombas de vacío	Sitios de evacuación de aguas y derrames
7	Desechos de limpieza de suelos y equipos	Terraplenes Vertederos industriales
8	Equipos reparados o inutilizados	Terrenos de talleres de reparaciones Sitios de evacuación de desechos Lugares de reparación o depósito de equipos inutilizados Terrenos de instalaciones industriales
9	Derribo de edificios	Terraplenes Sitios de evacuación de desechos
10	Diversas operaciones de reciclado Prácticas de reutilización de aceite	Aceite reciclado en equipos Plantas industriales Preparaciones de plaguicidas Reparación de jabón blando Conductos de gas natural (desde compresores) Estaciones de servicio de automóviles
Fuente: PNUMA, 1999:31.		

- **Impactos ambientales y riesgos para la salud.**

La estabilidad química y térmica de los PCBs que les otorga aptitudes para aplicaciones industriales, produce considerables impactos sobre el ambiente, ecosistemas y salud humana.

Los PCBs ingresan al aire, agua y al suelo durante su uso y disposición, como consecuencia de derrames accidentales o escapes durante su transporte y por escapes o incendios de productos que contenían PCBs (PNUMA, 2004b:71; Martínez y cols., 2005:45).

No se degradan fácilmente por lo que pueden permanecer inalterados en el ambiente por largo tiempo. Su estabilidad permite que puedan viajar largas distancias en el aire y ser depositados en áreas distantes del lugar de liberación, antes de ser asimilados o degradados (PNUMA, 2004b:8; Martínez y cols., 2005:45).

En agua, la mayor parte de los PCBs son relativamente insolubles y los congéneres con alto contenido de cloro tienden a ser más insolubles. Se adhieren a partículas orgánicas y a sedimentos del fondo de los ríos, lagos o mares, por lo que pueden ser consumidos en cantidades importantes por especies que se alimentan del lecho marino y así ingresar a la cadena trófica (biocumulación). Las aves predatoras que consumen gran cantidad de peces afectados pueden sufrir trastornos. Uno de los efectos más importantes es la fragilidad de los huesos por inhibición de la deposición de calcio durante el desarrollo de la cáscara. Otro efecto perjudicial es la afectación de la capacidad reproductiva de los machos de algunas especies de aves y otros animales (PNUMA, 2004b:8,72; Martínez y cols., 2008:45).

En los humanos las principales vías de exposición y de ingreso de PCBs al organismo son la inhalación y la ingesta, sobre todo en alimentos propensos a la contaminación como pescados y mariscos, ya que estos compuestos poseen gran adhesión en el agua y organismos acuáticos. Los PCBs, una vez ingeridos, se acumulan principalmente en tejidos ricos en lípidos, como el tejido adiposo, el cerebro e hígado, etc. También se produce una transferencia de la madre al feto durante la gestación, y esta contaminación del feto puede dar lugar a disminuir el desarrollo neurológico y afectar a la función tiroidea al situarse en receptores específicos para estas hormonas (PNUMA, 1999:4; 2002:9; 2004b:69).

La exposición aguda a niveles elevados de PCBs se ha asociado con erupciones cutáneas, prurito, quemaduras, irritación de los ojos, cambios pigmentarios de piel y uñas, trastornos de la función hepática y del sistema inmunológico, irritación del tracto respiratorio, cefaleas, mareos, depresión, pérdida de memoria, nerviosismo, fatiga e impotencia. Entre los efectos crónicos de exposiciones a PCBs a bajo nivel figuran trastornos hepáticos, efectos sobre la reproducción y el desarrollo y, posiblemente cáncer (PNUMA, 1999:4; 2004b:70; Martínez y cols., 2005:4).

1.2 Situación de los PCBs en Honduras.

No existen antecedentes de fabricación de PCBs en Honduras. Las aplicaciones que contienen estos compuestos fueron importados en distintos períodos por diversos usuarios, entre los que figura la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE) (CESCCO/SERNA, 2007:19).

Por otra parte, los antecedentes anecdóticos o científicos sobre los impactos ambientales y riesgos para la salud ocasionados por los PCBs en el país son limitados, encontrándose sólo un estudio realizado en 1990 por Ferrary y Rodríguez, con el objetivo de determinar residuos de plaguicidas organoclorados y PCBs en muestras de filete de pescado (n=49) procedentes de la Bahía de la Isla de Utila en el litoral Atlántico del país, en las cercanías de una Subestación de la ENEE. En este mismo trabajo, se analizaron residuos de PCBs (Aroclor 1254, Aroclor 1260) en aceites de transformador (n=10), material adsorbente para contener derrames (aserrín), procedentes de un taller electromecánico de la ENEE en la ciudad de Tegucigalpa y suelo superficial (10 cm de profundidad; n=3) en el predio del taller electromecánico referido (CESCCO/SERNA, 2007:36, Ferrary, 2007:13).

Este estudio no evidenció la presencia de PCBs en las muestras de filete de pescado analizadas, sin embargo, las muestras de suelo y el aserrín utilizado en el taller electromecánico, reportó niveles de 0.016 y 0.048 ppm de PCBs respectivamente, expresados como Aroclor (CESCCO/SERNA, 2007:36).

II. METODOLOGIA.

Como parte de las actividades del inventario nacional de PCBs, se realizó un proceso metodológico, que abarcó acciones sistemáticas de planificación, ejecución, análisis e interpretación de la información recopilada, las cuales son descritas a continuación:

1. Planificación.

Las acciones de planificación se realizaron del 1 al 16 de noviembre de 2007. En ese período, se recopiló toda la información disponible relativa a la primera etapa del inventario nacional de PCBs, desarrollada por el Centro de Estudios y Control de Contaminantes (CESCCO) de la SERNA, entre octubre de 2004 y diciembre de 2006.

Dentro de este período, el día 8 de noviembre de 2007, se llevó a cabo una reunión de trabajo, la cual contó con la presencia de los consultores contratados por la Unidad del proyecto (UCP), Dra. Ana Gabriela Ramírez y Dr. Alex Padilla, además de la contraparte institucional, Lic. Sara Ávila, Coordinadora de la UCP y el Br. Luis Zamora de la Unidad de Vigilancia Ambiental (UVA) del CESCCO. También, estuvo presente el Ing. Fernando Laínez, Jefe del Departamento de Distribución de Energía de la ENEE.

La reunión tuvo varios objetivos, entre ellos:

- a) Planificar detalladamente las actividades a realizar a lo largo del proceso de finalización del inventario;
- b) Determinar la metodología de evaluación de los sitios a visitar, basada principalmente en los lineamientos del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la experiencia acumulada por el CESCCO en la primera etapa del inventario;
- c) Identificación y selección de aéreas geográficas, sectores y sitios específicos a visitar y evaluar;
- d) Integrar el equipo de trabajo interinstitucional (CESCCO/SERNA, ENEE, Secretaría de Salud, Cuerpo de Bomberos);
- e) Capacitar al equipo interinstitucional en el llenado del cuestionario para inventario de PCBs del PNUMA, primera versión agosto de 2002 y análisis de PCBs mediante el método rápido semicuantitativo CLOR – N – OIL 50[®] (Dexsil, 2007)y;
- f) Determinar la logística necesaria para la consecución del inventario.

En cumplimiento a estos objetivos, se preparó el Plan de Trabajo para iniciar las actividades de finalización del Inventario Nacional de PCBs, efectuándose además una jornada de inducción y capacitación al equipo de trabajo interinstitucional en la temática relacionada con los PCBs.

2. Ejecución.

La ejecución de actividades (trabajo de campo) para recopilar, analizar e interpretar información, se realizó del 19 de noviembre de 2007 al 25 de enero de 2008 e incluyó las siguientes acciones:

- a) Integración del equipo de trabajo interinstitucional, capacitado previamente en el llenado del cuestionario para inventario de PCBs del PNUMA y análisis de PCBs con el método rápido semicuantitativo CLOR – N – OIL 50[®].

- b) Identificación de los sectores potenciales a visitar y evaluar. En este punto, se seleccionó y priorizó las instalaciones de la ENEE que quedaron pendientes de evaluar en la primera etapa del inventario, incorporándose además instalaciones del sector privado e institucional, no incluidas previamente en el inventario. Sobre esta base se preparó un listado de los sitios o instalaciones a cubrir en las diferentes regiones geográficas del país, a partir del cual se diseñó un cronograma detallando la ruta crítica a seguir.
- c) Luego de definidos los sitios o instalaciones a visitar y evaluar, cuando fue posible se procedió a establecer contacto telefónico con los encargados o responsables de estos, con el propósito de obtener anuencia para que el equipo interinstitucional pudiese acceder al sitio y recabar la información pertinente. Es importante mencionar, que el personal de la ENEE asignado como contraparte institucional de la consultoría, apoyó en el trabajo de campo, en particular, en la toma de muestras de aceites dieléctricos.
- d) Una vez en el sitio, se georreferenció la instalación, se localizaron y seleccionaron los equipos, aplicándose a cada equipo el cuestionario para inventario de PCBs del Programa de las Naciones para el Medio Ambiente (PNUMA), primera versión agosto de 2002 (Véase anexo 1). A continuación, personal de la ENEE, extrajo una muestra de aceite dieléctrico de los transformadores seleccionados, a fin de analizar -in situ- el contenido de PCBs con el método rápido semicuantitativo CLOR – N – OIL 50[®], propuesto por el PNUMA. Los equipos en los que se detectó la presencia de PCBs arriba de 50 ppm, fueron identificados y rotulados con etiquetas de advertencia de color rojo, utilizando la nomenclatura internacional para el transporte de materiales peligrosos de las Naciones Unidas, para facilitar su localización y manejo posterior, de acuerdo a los alcances del PNA (Véase anexo 5, imagen 10).

3. Análisis.

Una vez recopilada la información, a cada cuestionario llenado se asignó un número correlativo (codificación) para sistematizarlo e incorporarlo en la base de datos creada en el Programa Estadístico SPSS 11.0. Como control de calidad, cada cuestionario fue revisado previamente y luego ingresado en la base de datos.

Con la información tabulada, se hizo análisis descriptivo de cada variable incorporada en la base de datos, según lo establecido en el cuestionario estandarizado del PNUMA, utilizando para ello gráficos y tablas con frecuencias absolutas y relativas (%).

Los mapas de los sitios georreferenciados con el Sistema de Posicionamiento Global (GPS), fueron elaborados con el Programa ArcView GIS 3.2.

Finalmente, de los resultados obtenidos del presente inventario derivan las conclusiones y recomendaciones del Inventario Nacional de PCBs, que servirá de base para el PNA y PNI.

III. RESULTADOS DEL INVENTARIO NACIONAL DE PCBs.

A continuación se presenta los resultados del inventario nacional de PCBs, realizado a partir de una muestra representativa no probabilística de 1,459 equipos eléctricos en uso y desuso pertenecientes a diferentes propietarios a nivel nacional.

Cabe destacar, que en la primera etapa del Inventario Nacional de PCBs, realizada por el CESCO del 19 de junio al 19 de diciembre de 2006, se evaluó 59 sitios poseedores de equipos eléctricos, 86% (51) del sector público. Complementariamente, en la etapa de finalización del inventario desarrollada del 19 de noviembre de 2007 al 25 de enero de 2008, fueron evaluados 61 sitios adicionales, 67% (41) del sector privado.

En suma, el número total de sitios incorporados de manera independiente al Inventario Nacional de PCBs entre el 19 de junio de 2006 al 25 de enero de 2008, fue 119. El taller electromecánico de la ENEE, localizado en la ciudad de Tegucigalpa, resultó el único sitio visitado en dos ocasiones consecutivas en el período especificado.

Con el propósito de sistematizar y hacer coherente los resultados del Inventario Nacional de PCBs, se analizó integralmente la información consolidada de los 119 sitios visitados en el período señalado. Como se mencionó en párrafos precedentes, para el análisis de la información se siguió los lineamientos propuestos en el cuestionario para inventario de PCBs del PNUMA (Véase anexo 1), cuyos resultados más relevantes se presentan a continuación.

3.1. Sitios visitados.

Con respecto a la ubicación de los 119 sitios visitados, la tabla 3 muestra que la cobertura geográfica del Inventario Nacional de PCBs fue amplia, en vista de que abarcó 13 de los 18 Departamentos del país. Hay que destacar que 73% (87) de los sitios se concentraron en los Departamentos de Francisco Morazán, Cortés, Atlántida y Yoro, que figuran entre los más poblados y de mayor actividad productiva del país (Véase anexo 2).

En lo relativo al sector al que pertenecen los sitios visitados, el mayor porcentaje fueron públicos (60%) y un porcentaje menor privados (40%). En el sector público se identificó y clasificó 9 tipos de actividades productivas, especialmente de servicios institucionales. En este orden, el subsector eléctrico nacional que comprende la generación, transmisión y distribución de energía, junto con almacenes y talleres y que tiene como referente la ENEE, resultó el más visitado y evaluado (73.3%), seguido por las actividades del sector salud (12.7%) (Véase anexo 3).

Por su parte, en el sector privado se identificó y clasificó 15 diferentes tipos de actividades productivas, particularmente, industriales, ocupando los mayores porcentajes, la industria bananera (22.91%), de alimentos (20.8%) y camaronera (12.5%), respectivamente (Véase anexo 3).

El elevado porcentaje de sitios pertenecientes a la ENEE, incluidos en el inventario nacional de PCBs, fue producto de la priorización dada a este subsector, partiendo de la suposición de que es uno de los principales usuarios y poseedores de equipos eléctricos susceptibles de contener PCBs en el país, sin excluir al resto de los sectores potencialmente usuarios de estos equipos.

Tabla 3.
Total de sitios visitados por Departamento según sector y número de cuestionarios aplicados.
Inventario Nacional de PCBs, PNI- COPS Honduras, 2008.

No	Departamento	Sector		Total sitios visitados	Número de cuestionarios aplicados
		Privado	Público		
1	Atlántida	6	4	10	96
2	Choluteca	5	1	6	30
3	Colón	2	5	7	29
4	Comayagua	2	2	4	29
5	Copán		1	1	1 ⁽¹⁾
6	Cortés	16	18	34	539
7	El Paraíso		2	2	17
8	Francisco Morazán	11	24	35	527 ⁽²⁾
9	Lempira		1	1	6
10	Olancho		1	1	8
11	Santa Bárbara	1	2	3	27
12	Valle	3	4	7	63
13	Yoro	2	6	8	89
Total		48	71	119	1,459
%		40	60	100	-

Notas: ⁽¹⁾ en el almacén y plantel de distribución de energía de la ENEE ubicado en Santa Rosa de Copán y ⁽²⁾ en el almacén de esta misma empresa ubicado detrás del IHMA en la colonia Kennedy de Tegucigalpa, no se aplicaron cuestionarios a los equipos existentes, por lo tanto el número neto de cuestionarios llenados resultó en 1,459.

El gráfico 1 condensa los sectores a los cuales pertenecen los 119 sitios incluidos en el Inventario Nacional de PCBs. En ese sentido, el subsector eléctrico nacional público y privado mostró un fuerte predominio (47%) con respecto al sector industrial (35%) y de servicios públicos (18%).

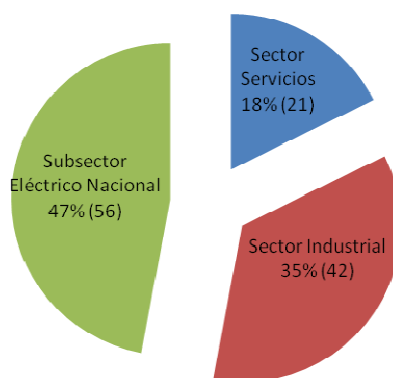


Gráfico 1.
Sectores productivos evaluados. Inventario Nacional de PCBs, PNI-COPs,
Honduras 2008.

3.2. Equipos susceptibles de contener PCBs.

La placa original con el nombre del fabricante (si la hay y si es legible), además de algunos detalles de construcción, pueden ser de gran utilidad para la identificación de los equipos susceptibles de contener PCBs (PNUMA, 2002:14).

En el caso particular del Inventario Nacional de PCBs, se encontró que 1404 equipos, es decir, un alto porcentaje (96.2%), tenían en la placa el nombre y país de origen del fabricante. En suma, se identificaron 107 marcas comerciales de equipos eléctricos, siendo catorce las más frecuentes como por ejemplo la marca General Electric de los Estados Unidos de Norte América (EUA) con 24% del total de equipos, seguido de la marca Westinghouse Electric Corporation de los EUA con 14%, la marca ABB de diferentes países con 12.5%, Cooper de los EUA (8.9%) y PROLEC de México (7.3%) (Véase gráfico 2 y anexo 4).

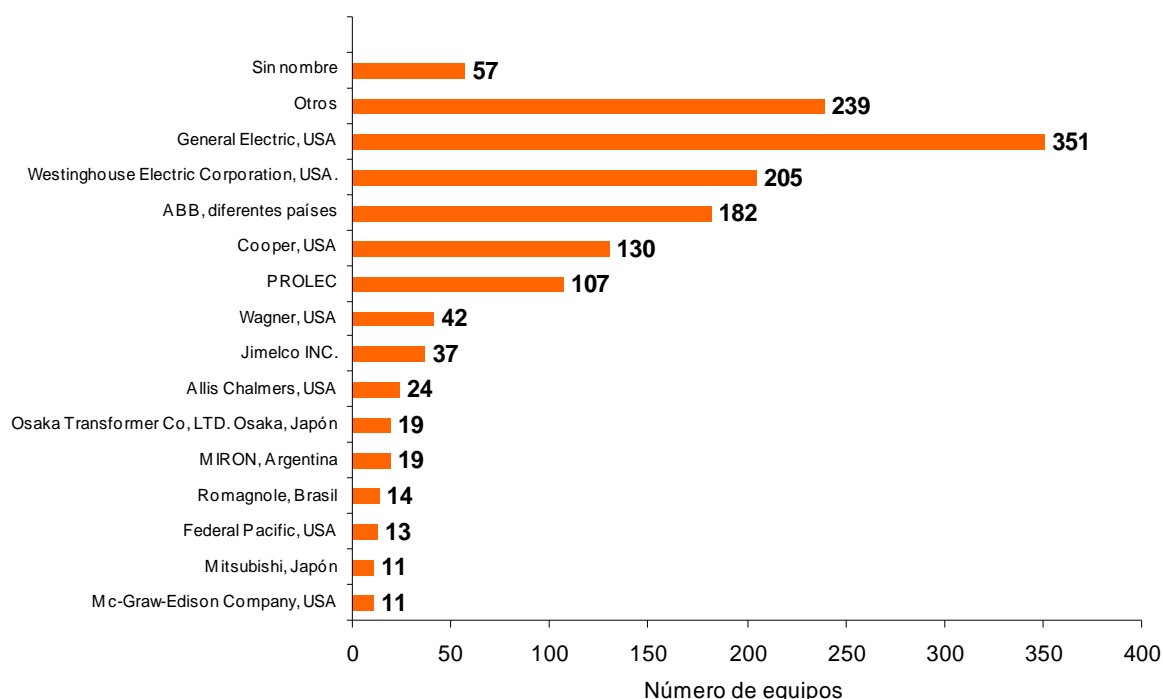


Gráfico 2.
Nombre del fabricante de los equipos. Inventario Nacional de PCBs.
PNI-COPs Honduras, 2008.

3.3. Clasificación de los equipos evaluados.

Los 1,459 equipos eléctricos en uso y desuso evaluados, fueron clasificados en 10 tipos o categorías principales. Un alto porcentaje de estos correspondió a transformadores de distribución, 83.8% (1,223) y transformadores de potencia, 10% (146) (Véase gráfico 3). Los ocho tipos de equipos restantes, representaron, únicamente, 6.2% (90) del total, siendo estos los siguientes: reguladores de voltaje, transformadores secos de distribución, capacitores, transformadores de potencial, reclosed, caja de medición de potencia, interruptores y transformadores de corriente.

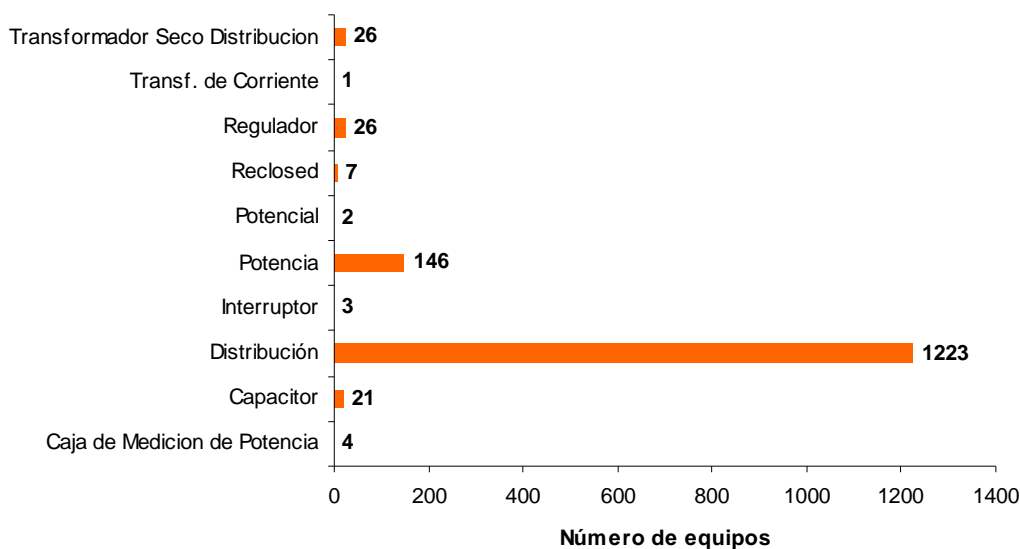


Gráfico 3.
Tipo de equipos evaluados.
Inventario Nacional de PCBs, PNI-COPs, 2008.

3.4. Tipos de equipos evaluados.

Usualmente, los equipos eléctricos tienen fijada en la placa del fabricante la potencia o voltaje. La importancia de esta especificación consiste en que indica, por sí misma, el tamaño del equipo. En los transformadores de distribución de menor tamaño, el voltaje se mide en kilovoltio (kV) y en los transformadores grandes, la potencia se mide generalmente en Megavoltio Amperio (MVA). En otros equipos, generalmente pequeños, el voltaje se mide en kilovoltio (interruptores, cajas de medición y de potencial) y en los capacitores el voltaje se expresa en Kilovoltio Amperio Reactivos (kVAR).

3.4.1. Transformadores de distribución.

Los transformadores de distribución son los que se encuentran en la parte alta de los postes del tendido eléctrico y son utilizados para reducir el voltaje para su distribución al tendido doméstico (PNUMA, 1999:9). Otras variantes de diseño, se encuentran en los grandes centros comerciales, hospitales grandes, etc., instalados a nivel del piso, pero totalmente encapsulados por aspectos de seguridad. También, se pueden encontrar en los talleres de mantenimiento o en almacenes como chatarra.

En lo que respecta al Inventario Nacional de PCBs, se encontró que de los 1,223 transformadores de distribución evaluados, 97.7% (1,195) tenían especificada la potencia en la placa (hasta 2,500 kVA). Aproximadamente, 68.7% (840) de los equipos fueron fabricados entre 1945 y 2007, de los cuales 28.6% (240) eran anteriores a 1986 (Véase gráfico 4). Un alto porcentaje (31.3%) no tenían año de fabricación. Según el Programa de Productos Químicos del PNUMA, conocer el dato del año de fabricación es importante, porque puede ser de utilidad en la identificación de los equipos que puedan contener PCBs, particularmente aquellos que fueron fabricados antes de 1986 (PNUMA, 2002:11).

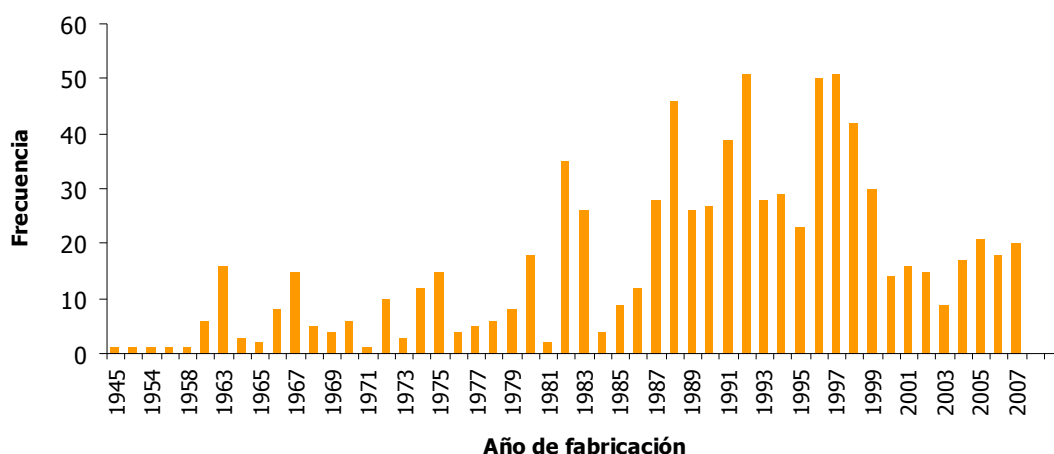


Gráfico 4.
Año de fabricación de los transformadores de distribución.
Inventario Nacional de PCBs.
PNI-COPs. Honduras 2008.

3.4.2. Transformadores de potencia.

Los transformadores de potencia son los que normalmente se encuentran en las subestaciones eléctricas, en las que se instalan con equipo auxiliar adicional, sirviendo para disminuir o reducir el nivel de voltaje de la corriente eléctrica producida en las centrales generadoras que luego se distribuye a los usuarios finales (PNUMA, 2002:12).

De los 146 Los transformadores de potencia incluidos en el Inventario Nacional de PCBs, 87.7% (128), tenían especificada la potencia en la placa con rangos que oscilaron de 2,500 a 150,000 kVA, equivalente a 2.5 y 150 MVA, respectivamente. Los transformadores más frecuentemente encontrados tenían potencias de 25 MVA (16.32%) y 50 MVA (12.2%). Alrededor del 80% (118) fueron fabricados entre 1957 y 2004, de los cuales 46.6% (55) eran anteriores a 1986. Cerca del 20% no tenían el año de fabricación (Véase gráfico 5).

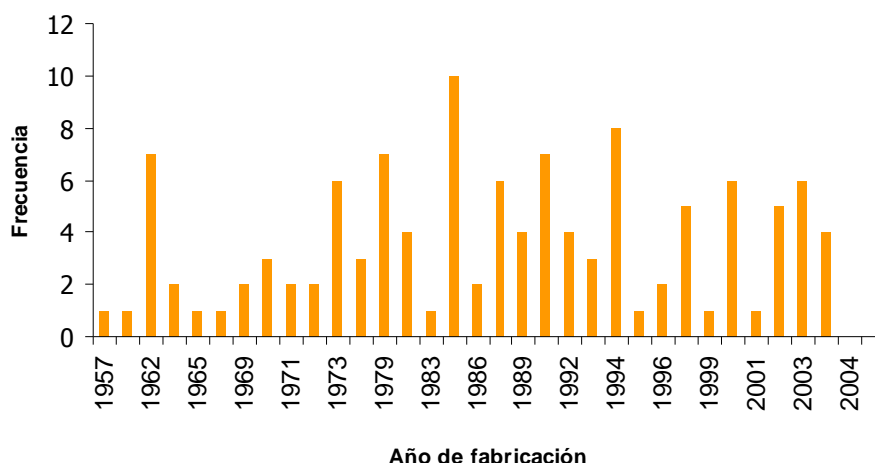


Gráfico 5.
Fecha de fabricación de los transformadores de potencia.
Inventario Nacional de PCBs, PNI-COPs, Honduras 2008.

3.4.3. Otros equipos.

En la tabla 4, se presenta resumidamente el voltaje y fecha de fabricación de los 8 tipos de equipos restantes identificados durante el inventario. El voltaje de los equipos fue inferior a 5,000 kV y la potencia menor a 1,000 kVA. Alrededor de 61% (55) de estos equipos fueron fabricados después del año 1986 y 6% (5) antes de esa fecha. Más del 33% (30) carecían de fecha de fabricación.

Tabla 4.				
Voltaje o potencia y fecha de fabricación de otros equipos encontrados.				
Inventario Nacional de PCBs. PNI-COPs. Honduras 2008.				
Tipo de equipo		Voltaje o potencia	Fecha de fabricación	No. Equipos
1	Caja de medición	1,200- 5,000 kV ⁽¹⁾	1983 – 1993	4
2	Capacitores	10 - 20 kVAR ⁽²⁾	1982 – 1992	21
3	Interruptores	150 KVAR	1961 – 1979	3
4	Transformadores de potencial	230 KV	1984 – 1992	2
5	Reclosed	14 – 300 KV	1996 – 1999	7
6	Reguladores de voltaje	10 – 3,300 KVA	2002 – 2007	26
7	Transformador de corriente	-	-	1 ⁽³⁾
8	Transformador seco de distribución	10 - 1,000 kVA	1986 – 2007	26 ⁽⁴⁾
Total				90

Nota: ⁽¹⁾ kV = Kilovoltio; ⁽²⁾ kVAR=kilovoltio Amperio Reactivos; ⁽³⁾ no contaba con especificaciones en la placa; ⁽⁴⁾ Estos equipos no son susceptibles de contener PCBs.

3.5. Peso total de los equipos.

El peso total del equipo se estimó a partir de las especificaciones grabadas en la placa, y es la sumatoria del peso seco en Kilogramos (Kg) más el contenido de aceite/líquido, expresado en Kg. En el caso del equipo que no contiene aceite con PCBs, el peso en Kg del aceite dieléctrico contenido en el equipo, se calculó multiplicando el volumen del aceite en litros (L) por la densidad relativa del Aceite Mineral (0.9 Kg/L). Cuando el equipo contiene aceite con PCBs, se multiplicó el volumen del aceite en litros (L) por la densidad relativa de los PCBs (1.5 Kg/L).

En este sentido, se obtuvo el peso total en 63.74% (930) de los 1,459 equipos identificados y evaluados conforme a lo fijado en las placas, quedando un margen de incertidumbre alto de 36.26% (529). De tal manera, que para estimar la sumatoria del peso total sólo se consideró el 63.74% de los equipos, el cual resultó en 7,621,177 Kg. Los transformadores de potencia, ocuparon 88% de la masa total, mientras que los transformadores de distribución y otros equipos, constituyeron un escaso 12% de la masa total (Véase gráfico 6).

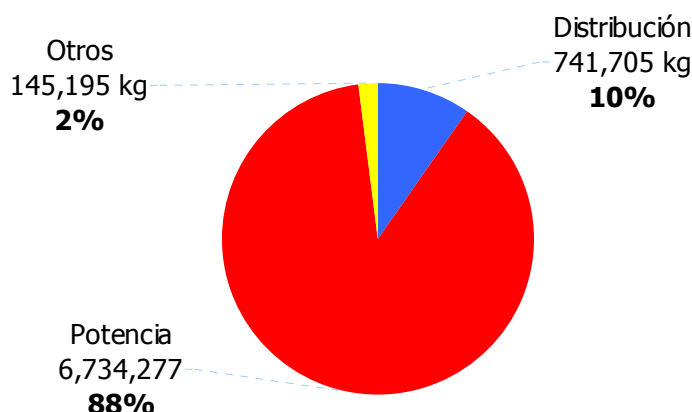


Gráfico 6.
Peso total de los equipos.
Inventario Nacional de PCBs, PNI-COPs, Honduras 2008.

3.6. Contenido de aceite de los equipos.

El contenido de aceite se obtuvo de las especificaciones fijadas en las placas, Aproximadamente, 53.4% (779) de los 1,459 equipos contaban con este dato. El resto no tenían este tipo de información, porque las placas se deterioraron o los equipos estaban desmantelados y habían sido vaciados, por lo que el margen de incertidumbre fue sumamente alto, 46.6% (680). En este orden, considerando únicamente los equipos que tenían el contenido de aceite en las placas, se estimó un volumen por peso de 2,352,661 Kg. Cabe destacar, que los transformadores de potencia ocuparon 89% de ese volumen, los transformadores de distribución, 8.6% y el resto de los equipos, un porcentaje menor (2.4%).

3.7. Contenido de PCBs en el aceite dieléctrico.

Con respecto al contenido de PCBs en el aceite dieléctrico, se analizó con la prueba rápida colorimétrica semicuantitativa CLOR – N – OIL 50[®], una muestra de 418 equipos eléctricos en uso y desuso, equivalente al 28.64% de los 1,459 equipos evaluados. De los análisis efectuados con la prueba rápida, 63 equipos (15%) resultaron sobre el nivel de referencia permitido por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América (USEPA, por sus siglas en inglés), de 50 ppm de PCBs, que corresponde a 4.32% del total de equipos evaluados y analizados. De los 63 equipos con PCBs, 78% (49) pertenecen al sector público y 22% (14) al privado. Alrededor del 87% (55) correspondieron a transformadores de distribución, 11% (7) a transformadores de potencia y 2 % a un equipo del tipo reclosed. (Véase gráfico 7).

Según las especificaciones fijadas en la placa, 47% (681) de los equipos evaluados 1,459 equipos no contienen PCBs. Del mismo modo, 85% (355) de los equipos analizados con el método CLOR – N – OIL 50[®], resultaron sin PCBs. Con respecto al 21% (311) de los equipos con contenido de PCBs desconocidos, estos fueron clasificados dentro de esta categoría porque no contaban con placas de advertencia o simplemente no se pudo extraer una muestra de aceite para corroborar si contenían PCBs, por encontrarse instalados en los postes del tendido eléctrico. En menor porcentaje, se identificaron equipos que habían sido vaciados, 1.6% (23) y otros que no utilizaban ningún tipo de aceite, 1.8% (26) (Véase gráfico 8).

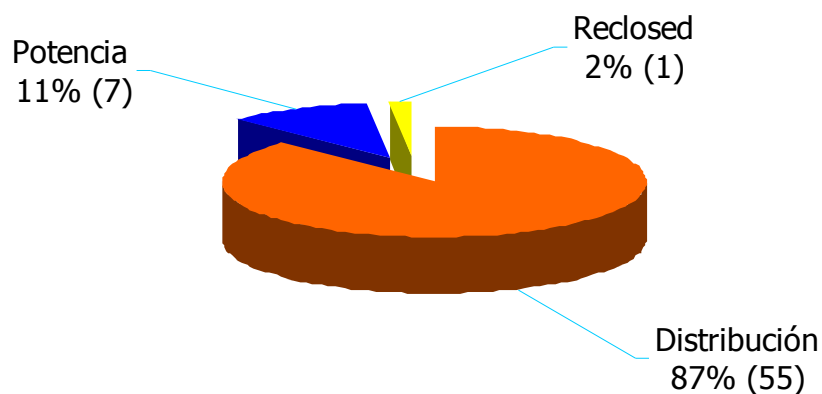


Gráfico 7
Tipos de transformadores contaminados con PCBs.
Inventario Nacional de PCBs. PNI- COPs, Honduras 2008.

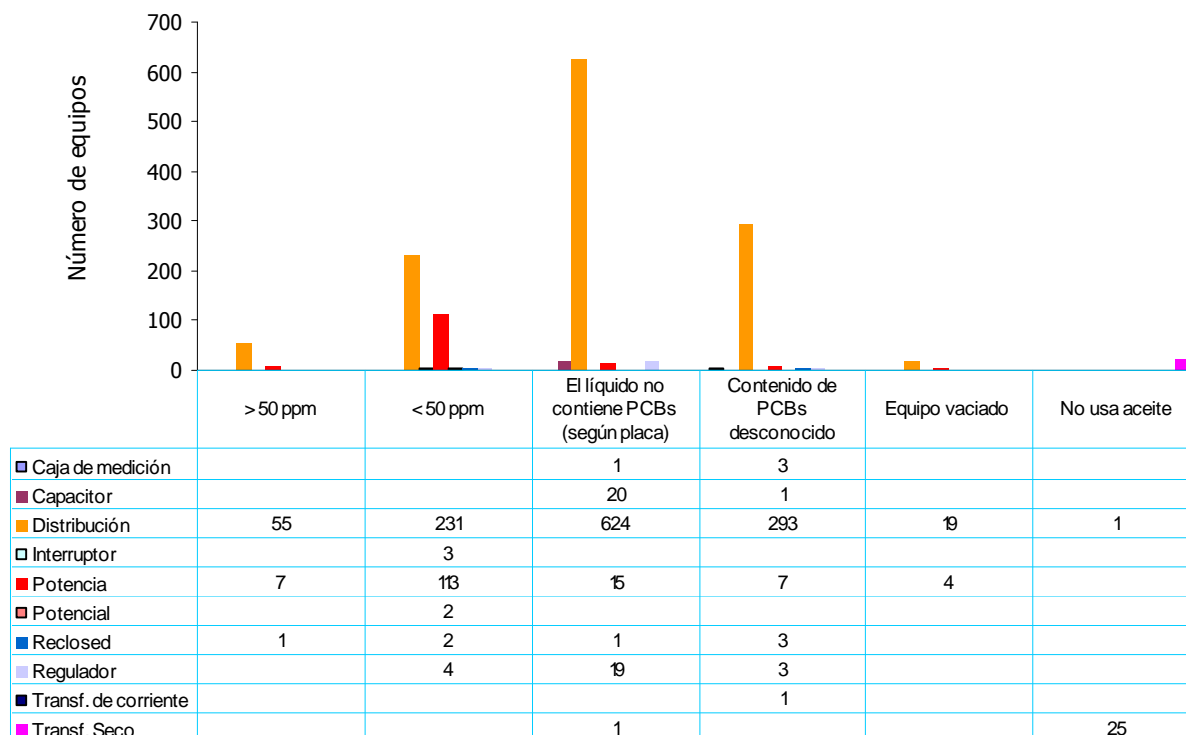


Gráfico 8.
Contenido de PCBs del líquido según tipo de equipo.
Inventario Nacional de PCBs. PNI-COPs. Honduras. 2008.

3.8. Masa contaminada estimada.

La masa total contaminada con PCBs, se estimó a partir de la sumatoria del peso del aceite dieléctrico en Kg y el peso seco del transformador (Kg), de 38 (60%) de los 63 equipos con PCBs. La masa total calculada contaminada en los equipos fue 196,196 Kg. Este valor está subestimado, dado el alto número de equipos que no reportaron el peso.

En relación a la masa contaminada estimada por tipo de equipo, se encontró que 58% (32) de los transformadores de distribución y 85% (6) de los de potencia con PCBs, tenían especificado este dato. En los equipos de distribución la masa contaminada sumó 83,846 kg y en los de potencia 112,350 kg (Véase gráfico 9).

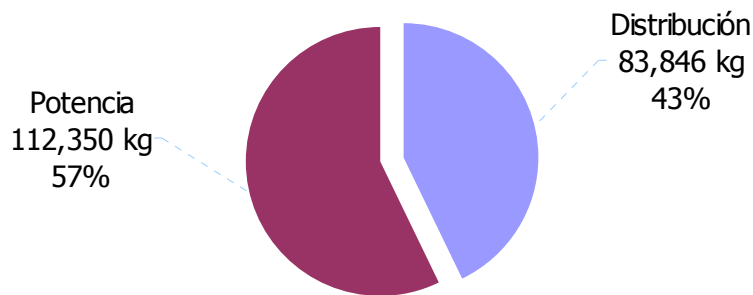


Gráfico 9.

Masa total estimada de equipos contaminados con PCBs.
Inventario Nacional de PCBs, PNI-COPs, Honduras 2008

El volumen total de aceite contaminado con PCBs estimado a partir del 52% (33) de los equipos sumó 61,074 kg. El 47% de este volumen correspondió a 27 transformadores de distribución (28,742 kg) y 53% a seis transformadores de potencia (32,332 kg). El reclosado contaminado con PCBs, carecía de especificaciones de peso y volumen en la placa.

Comparativamente, aunque los datos de la masa contaminada y volumen de aceite contaminado con PCBs, están subestimados y denotan alta incertidumbre en los valores calculados, las diferencias observadas entre los transformadores de potencia y distribución no fueron sustanciales, por lo que se esperaba que al efectuar ajustes en las estimaciones a partir del tamaño o voltaje conocido de los equipos las diferencias en los valores observados tenderían a reducirse.

3.9. Situación operativa del equipo.

La situación operativa fue consignada en 1,450 equipos (99.3%). De estos 692 (47.7%) están en uso y corresponden a siete tipos de equipos, particularmente, los transformadores de distribución y potencia. Un lote de 367 (25.3%) equipos estaban en espera, es decir en situación de reparación o mantenimiento y 391 (26.9%) se encontraron desmantelados. De estos últimos, 82% son transformadores de distribución y 8.97% de potencia, que fueron retirados del sistema de transmisión y distribución de energía, siendo dispuestos en los predios de las empresas sin ningún tipo de mantenimiento (Véase Imagen 1).



Imagen 1. Transformadores de distribución en desuso y desmantelados. Inventario Nacional de PCBs, PNI-COPs, Honduras, 2008.

3.10. Situación operativa del equipo contaminado con PCBs.

En lo que respecta a la situación operativa de los 63 equipos con PCBs, 29% (18) se encontraron en uso y 71% (45) en espera o desmantelados. Según el tipo de equipo, se observó que el mayor porcentaje de los equipos de distribución estaban en espera o desmantelados (78%) y un porcentaje menor en uso (22%). La mayor parte los transformadores de potencia (85%), están en uso. El reclosed se encontró desmantelado (Véase Gráfico 10).

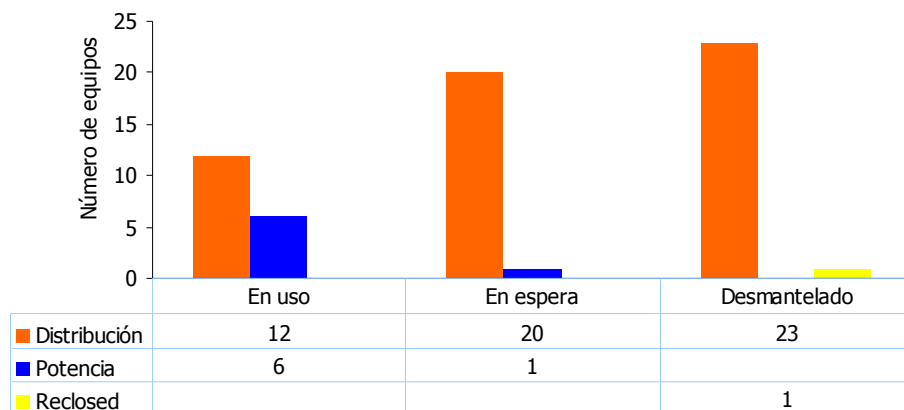


Gráfico 10.

Situación operativa del equipo contaminado con PCBs. Inventario Nacional de PCBs, PNI-COPs, 2008.

3.11. Condiciones del Equipo.

3.11.1. Filtraciones.

Referente a las filtraciones de aceite dieléctrico de los equipos evaluados, se encontró que de un total de 1,439 equipos que contaban con este dato, 3.54% (51) presentaron algún tipo de filtración y derrames localizados en el suelo de la instalación. Estos correspondieron a 34 transformadores de distribución y 16 de potencia. Un transformador que presentaba filtraciones pero no se especificó a que tipo pertenecía. El equipo de trabajo que realizó las evaluaciones en las instalaciones estimó que 37 de los 51 equipos requieren intervención inmediata para solucionar las filtraciones y evitar derrames de aceite dieléctrico en las instalaciones.

Por otra parte, 12.7 % (8) de los 63 equipos contaminados con PCBs, presentaron filtraciones. Estos correspondieron a seis transformadores de distribución desmantelados y dos transformadores de potencia en uso. Estos equipos requieren intervención inmediata, al igual que el resto de transformadores con PCBs que no presentan filtraciones.

3.11.2. Tipo de instalaciones.

Las instalaciones en donde se localizan los distintos tipos de equipos eléctricos evaluados se resumen en el gráfico 11. La mayor parte de los equipos están el aire libre (92%) y un porcentaje mínimo (8%), en recintos cerrados (Véase gráfico 11).

Comparando la situación operativa de los equipos y el tipo de instalación, se observó que aquellos equipos que están, ya sea en uso, espera o desmantelados, se hallan usualmente al aire libre (92%). De los 63 equipos que contienen PCBs, 86% se encuentran al aire libre y 14% (9) en recintos cerrados.

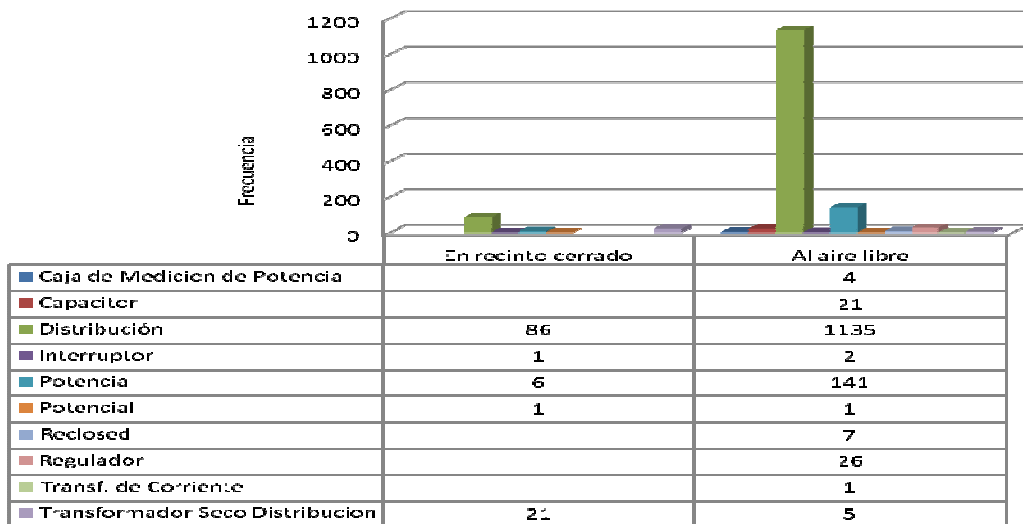


Gráfico 11.

Tipo de instalaciones en donde se localiza el equipo evaluado.
Inventario Nacional de PCBs, PNI-COPs, Honduras 2008.

3.11.3. Mantenimiento del equipo.

Solamente, 22 de la totalidad de equipos, 15 de distribución y 7 de potencia, tienen el antecedente de haber sido rellenados con aceite mineral dieléctrico, como parte de las operaciones habituales de mantenimiento a las que son sometidos. De los 63 equipos contaminados con PCBs, sólo tres transformadores de distribución fueron sometidos a este procedimiento.

3.12. Equipos con contenido de PCBs superior a 50 ppm, según localización y especificaciones.

En la tabla 5, se presenta los sitios donde se encontró equipos con PCBs, así como variables relacionadas a las especificaciones de estos. De modo resumido, se observa que en 19% (23) de los 119 sitios visitados se identificó equipo con contenido de PCBs superior a 50 ppm. De estos, 74% (17) son del sector público y 26% (6) del privado, localizados en 14 municipios de 9 departamentos del país (Véase mapa de sitios visitados y analizados según departamento).

El subsector eléctrico nacional, representado por la ENEE, figura como el principal usuario o poseedor de equipos con PCBs. En 16 de los sitios visitados pertenecientes a esta empresa, equivalente al 70% del total, se detectó equipo con PCBs: nueve subestaciones; tres centrales generadoras; dos almacenes; una oficina y un taller de mantenimiento (Véase Tabla 5). Cabe destacar que no se cubrió la totalidad de las empresas privadas y estatales del país.

Como segundo poseedor de equipos con PCBs, sobresale el sector privado con 26% (6) de los sitios. Las industrias en las que se encontró este tipo de equipos fueron las siguientes: dos azucareras, dos bananeras, una minera y una cementera. El sector institucional de salud, únicamente, representó 4% (1) de los poseedores de equipos con PCBs. Con respecto a la posesión de los 63 equipos con PCBs, la ENEE es poseedora del 73% (46), las empresas del sector privado del 22% (14) y el Hospital Escuela de Tegucigalpa del 5% (3) (Véase Tabla 5).

En total se identificaron 18 marcas comerciales de transformadores con PCBs, siendo las más frecuentes la General Electric de los EUA (31,7%), Westinghouse Electric Corporation de los EUA (25,4%) y Allis Chalmers (14,3%). Los transformadores de distribución de las marcas Westinghouse Electric Corporation (13) y General Electric (12) fabricados en los EUA, fueron las más frecuentes. En los equipos de potencia las General Electric de los EUA (9) y Allis Chalmers (8) (Véase Tabla 5).

Aproximadamente, 67% (42) de los equipos 63 con PCBs tenían especificado el año de fabricación en la placa. Los de mayor antigüedad datan del año 1963 y el más nuevo del año 2003. De este lote de equipos 90% (38) fueron fabricados antes de 1986.

De los 55 transformadores de distribución con PCBs de un total de 63, 64% (35) tenían el año de fabricación en la placa, la cual osciló entre 1963 y 1998. Por su parte, los 7 transformadores de potencia con PCBs fueron fabricados entre 1970 y 2003. Se encontró que dos transformadores de potencia fueron fabricados en los años 1994 y 2003, respectivamente, alejándose de los criterios establecidos por el PNUMA (año 1986) para identificar equipos susceptibles de contener PCBs, requiriendo, por tanto, comprobación del contenido de este compuesto por algún método cuantitativo, por ejemplo, cromatografía absorción atómica (PNUMA, 1999:17).

El porcentaje de equipos con PCBs en cada uno de los sitios visitados, se calculó a partir del número total de equipos evaluados. Los porcentajes obtenidos se muestran en la tabla 3. No se observa un patrón uniforme en los resultados, porque en varios sitios no se hizo un análisis de PCBs exhaustivo a todos los equipos presentes en la instalación, sólo se tomaron muestras puntuales limitadas a ciertos equipos sospechosos de contener este compuesto. Por ejemplo, en el Almacén de la ENEE, en la Ceiba Oeste, únicamente se evaluaron 15 equipos, detectándose PCBs en 7 (47%). En este caso, el porcentaje de equipos con PCBs es alto, pero no es real, siendo difícil extrapolarlo a todos los equipos almacenados en la instalación (Véase Tabla 5).

En este mismo orden, el taller electromecánico de la ENEE en Tegucigalpa, destaca como el sitio en donde se identificó el mayor número de equipos con PCBs, 14 transformadores de distribución en total, representando 5.64% de los 248 equipos evaluados. En este caso, dada la cantidad de equipos evaluados, el porcentaje de equipos con PCBs denota un valor real y representativo, al igual que el 2.38% obtenido en las instalaciones de la compañía Tela Railroad Company de la Lima, Cortés (Véase Imagen 2, Tabla 5 y Mapa de sitios visitados).



Imagen 2. Instalaciones de la Tela Railroad Company, La Lima, Cortés. Transformadores de distribución General Electric, año 1966, contaminados con PCBs. Inventario Nacional de PCBs, PNI-COPs Honduras, 2008.

Tabla 5. Sitios que poseen equipos con PCBs. Inventario Nacional de PCBs, PNI-COPs Honduras, 2008.

N	Sitio	Ubicación	Sector	Marca	Tipo	Año	Equipos con PCBs	No. de equipos evaluados	% equipos con PCBs
1	Almacén ENEE Ceiba Oeste	La Ceiba, Atlántida	Público	General Electric, EUA	Distribución ³		6	15	47
				A.B. Chance CO.	Distribución ³	1969	1		
2	Subestación Vieja La Ceiba	La Ceiba, Atlántida	Público	General Electric, EUA	Distribución ³		1	11	9
3	Subestación Comayagua	Comayagua, Comayagua	Público	Westinghouse Canadá	Distribución ³	1998	1	9	11
4	Subestación Siguatepeque	Siguatepeque, Comayagua	Público	Pioner Electric Protected (Canadá)	Distribución ³		1	8	12
5	Almacén La Puerta, SPS	San Pedro Sula, Cortés	Público	Westinghouse Electric Corporation, EUA	Distribución ³	1983	1	33	12
				Mc-Graw-Edison Company, EUA	Reclosed ³		1		
				TPC	Distribución ³		2		
6	Central Hidroeléctrica El Cajón	Santa Cruz de Yojoa, Cortés	Público	ABB, Colombia	Potencia ¹	2003	1	7	29
				Trance Transfo	Potencia ¹	1984	1		
7	Central Hidroeléctrica Río Lindo	Río Lindo, Santa Cruz de Yojoa, Cortés	Público	ACEC Charleroi	Potencia ²	1970	1	14	7
8	Proyecto Hidroeléctrico Cañaveral	Cañaveral, Santa Cruz de Yojoa, Cortés	Público	Westinghouse Electric Corporation, EUA	Distribución ²	1963	2	15	13
9	Subestación Alsthom, SPS	San Pedro Sula, Cortés	Público	Alsthom Savoisiene	Potencia ¹	1979	1	1	100
10	Subestación Lima	Tela Railroad Company, La Lima, Cortés	Público	Allis Chalmers	Distribución ²	1963	3	3	100
11	Oficina de Distribución de Danlí	Danlí, El Paraíso	Público	General Electric, EUA	Distribución ³		1	15	13.3
				Federal Pacific, EUA	Distribución ³		1		
12	Subestación Miraflores	Tegucigalpa, Francisco Morazán	Público		Distribución ³		1	3	33
13	Subestación Suyapa	Tegucigalpa, Francisco Morazán	Público	Federated, EUA	Distribución ³		1	9	11
14	Taller Electromecánico de la ENEE	Tegucigalpa, Francisco Morazán	Público	Westinghouse Electric Corporation, EUA	Distribución ³	1976	1	248	5.64
				Westinghouse Electric Corporation, EUA	Distribución ^{2,3}	1982	4*		
				Westinghouse Electric Corporation, EUA	Distribución ²	1981	1		
				Westinghouse Electric Corporation, EUA	Distribución ²	1983	3		
				Westinghouse Electric Corporation, EUA	Distribución ²		1		
				Electric Supply Co. EUA	Distribución ²	1985	1		
				General Electric, EUA	Distribución ²	1987	1		
				General Electric, EUA	Distribución ²		1		
Wagner, EUA	Distribución ²		1						
15	Subestación Las Flores, Lempira	Las Flores, Lempira	Público	Allis Chalmers	Distribución ¹	1963	3	6	67
				ACEC Charleroi	Potencia ¹	1970	1		
16	Subestación San Lorenzo	San Lorenzo, Valle	Público	Line Material Industries, EUA	Distribución ³		1	2	50
17	Hospital Escuela de Tegucigalpa	Tegucigalpa, Francisco Morazán	Público	Westinghouse Electric Corporation, EUA	Distribución ¹	1977	3	15	20
18	Azucarera Yojoa S.A. Río Lindo	Río Lindo, Santa Cruz de Yojoa, Cortés	Privado	ABB, EUA	Potencia ¹	1994	1	14	7
19	CENOSA, Choloma	Aldea Bijao, Choloma Cortés	Privado	General Electric, EUA	Potencia ¹	1980	1	4	25
20	Ingenio San Ramón, Villa Nueva	Villa Nueva, Cortés	Privado	General Electric, EUA	Distribución ¹	1979	1	13	8
21	Tela Railroad Company, La Lima	La Lima, Cortés	Privado	General Electric, EUA	Distribución ³	1966	3	252	2.38
				General Electric, EUA	Distribución ²	1969	3		
22	Mina El Mochito, Las Vegas	Las Vegas, Santa Bárbara	Privado	Allis Chalmers	Distribución ¹	1963	3	7	43
23	Standard Fruit de Honduras	Coyoles Central, Yoro	Privado	General Electric, EUA	Distribución ¹		2	35	6
Total							63	739	8.52

Notas: ¹ Transformadores en uso; ² Transformadores en mantenimiento; ³ Transformadores desmantelados. * Dos transformadores en mantenimiento y dos desmantelados.

Mapa 1.

3.13. Residuos susceptibles de contener PCBs.

Inventario Nacional de PCBs, PNJ-COPs Honduras, 2008.

3.13.1. Naturaleza de los residuos.

Aunque no se hizo un registro y caracterización exhaustiva de los residuos sólidos y líquidos susceptibles de contener PCBs generados y almacenados en los sitios visitados, se identificó visualmente, una diversidad de residuos, destacando los siguientes corrientes:

1. Aceites dieléctricos usados de transformador almacenados en barriles.
2. Aisladores.
3. Barriles vacíos.
4. Barriles conteniendo aceite contaminado (Véase Imagen 3).
5. Capacitores.
6. Chatarra.
7. Llantas usadas.
9. Reclosed.
10. Tuberías.
11. Transformadores de corriente
12. Transformadores de distribución desmantelados
13. Transformadores de tensión.
14. Cilindros de gas (Véase Imagen 4).
15. Otros (Véase Imagen 5).



Imagen 3. Fuga en barril con aceite dieléctrico posiblemente contaminado con PCBs, ubicado en subestación del Hospital Escuela. Inventario Nacional de PCBs, PNI-COPs, Honduras 2008.



Imagen 4. Cilindros dispuestos a la intemperie conteniendo cloro gas. Inventario Nacional de PCBs, PNI-COPs, Honduras 2008.



Imagen 5. Residuos encontrados en los sitios visitados. Inventario Nacional de PCBs, PNI-COPs, Honduras 2008.

Las condiciones de almacenamiento y disposición de los residuos sólidos y líquidos encontrados en los diversos sitios visitados y evaluados son inadecuadas, por lo que las instalaciones son un peligro de contaminación ambiental y de riesgo para la salud de las personas expuestas a los compuestos químicos contenidos en estos residuos.

3.13.2. Cantidad estimada de residuos.

No fue posible estimar la cantidad de residuos sólidos y líquidos que generan los sitios visitados, debido a que no cuentan con registros o inventarios específicos para los residuos producidos.

3.13.3. Protección de los recipientes contra filtraciones.

Con respecto a la protección de los recipientes contra filtraciones, no se obtuvo información para valorar los procedimientos empleados para realizar esta actividad.

3.13.4. Señalización del lugar de almacenamiento de modo que indique la presencia de PCBs.

La mayor parte de los sitios visitados, no cuentan con señalización de las áreas de almacenamiento o disposición de compuestos que contienen PCBs.

3.13.5. Contaminación del suelo o las edificaciones debido a filtraciones de PCBs.

En la primera fase del inventario nacional de PCBs, en 25 de los 59 sitios evaluados, se analizaron 34 muestras de suelo superficial (primeros 10 cm de suelo) en áreas en donde se encuentran instalados o acopiados transformadores de distribución, potencia y de otros tipos, realizándose análisis de PCBs in situ mediante el método CLOR-N-SOIL50[®] (CESCCO/SERNA, 2007:26).

De las 34 muestras analizadas dos resultaron con concentraciones de PCBs superiores a 50 ppm, en sitios pertenecientes a la ENEE: 1. Subestación Las Flores, en el municipio del mismo nombre, departamento de Lempira, en el occidente del país y, 2. Subestación Juticalpa, en el municipio del mismo nombre, departamento de Olancho, al oriente del país (Véase tabla 6).

Tabla 6. Resultados de análisis de PCBs en suelos superficiales por sitios visitados. Inventario Nacional de PCBs. CESCO/SERNA, 2007:26.				
N	Sitios	Ubicación	PCBs	No. de muestras
1	Subestación San Isidro	La Ceiba, Atlántida	< 50 ppm	1
2	Subestación Vieja La Ceiba	La Ceiba, Atlántida	< 50 ppm	1
3	Almacén ENEE La Ceiba Oeste	La Ceiba, Atlántida	< 50 ppm	6
4	Subestación Tela	Tela, Atlántida	< 50 ppm	1
5	Subestación Bonito Oriental	Bonito Oriental, Colón	< 50 ppm	1
6	Subestación Isletas	Sonaguera, Colón	< 50 ppm	1
7	Subestación Comayagua	Comayagua, Comayagua	< 50 ppm	1
8	Subestación Siguatepeque	Siguatepeque, Comayagua	< 50 ppm	1
9	Azucarera Yojoa	Santa Cruz de Yojoa, Cortés	< 50 ppm	1
10	Proyecto Hidroeléctrico Cañaveral	Santa Cruz de Yojoa, Cortés	< 50 ppm	1
11	Subestación La Puerta	San Pedro Sula, Cortés	< 50 ppm	1
12	Almacén La Puerta	San Pedro Sula, Cortés	< 50 ppm	2
13	Subestación Bermejo	San Pedro Sula, Cortés	< 50 ppm	2
14	Oficina de Distribución	Danlí, El Paraíso	< 50 ppm	3
15	Subestación Láinez	Tegucigalpa, Fco. Morazán	< 50 ppm	1
16	Subestación Miraflores	Tegucigalpa, Fco. Morazán	< 50 ppm	1
17	Subestación Santa Fe	Tegucigalpa, Fco. Morazán	< 50 ppm	1
18	<i>Subestación Suyapa</i>	<i>Tegucigalpa, Fco. Morazán</i>	<i>< 50 ppm</i>	<i>1</i>
19	<i>Subestación Las Flores</i>	<i>Las Flores, Lempira</i>	<i>> 50 ppm</i>	<i>1</i>
20	<i>Subestación Juticalpa</i>	<i>Juticalpa, Olancho</i>	<i>> 50 ppm</i>	<i>1</i>
21	Central Hidroeléctrica del Nispero	El Nispero, Santa Bárbara	< 50 ppm	1
22	Subestación El Mochito	Las Vegas, Santa Bárbara	< 50 ppm	1
23	Subestación San Lorenzo	San Lorenzo, Valle	< 50 ppm	1
24	Subestación Coyoles Central	Olanchito, Yoro	< 50 ppm	1
25	Subestación Los Angeles	El Progreso, Yoro	< 50 ppm	1
Total				34

3.13.6. Breve recuento de las actividades de rehabilitación, retiro de equipo y desechos con PCBs para ser eliminados.

Por norma, los sitios visitados no tienen planes de acción para eliminar PCBs (Véase imagen 6). La Industria Cementera Hondureña Lafarge, fue la única que manifestó contar con un plan de acción para PCBs, pero no facilitó mayor información.



Imagen 6. Residuos sólidos y transformador vaciado y dispuesto en el suelo. Inventario Nacional de PCBs, PNI-COPs, Honduras 2008.

IV. CONCLUSIONES.

1. Debido a que los equipos eléctricos incluidos en el inventario nacional de PCBs, fueron extraídos de una muestra representativa no aleatoria, los resultados que el mismo ofrece son todavía parciales, aunque brindan una buena aproximación de la situación de los PCBs en el país.
2. La cobertura geográfica del inventario nacional de PCBs fue amplia, en vista de que cubrió 72% (13) de los 18 Departamentos del país, donde se desarrolla una importante actividad doméstica, comercial, industrial y de servicios en el país.
3. Aunque no se dispone de datos estadísticos sobre la cantidad de sitios que cuentan con equipos eléctricos en el país, la muestra de 119 sitios visitados, brinda un panorama general y una primera aproximación sobre quienes son los propietarios de estos equipos.
4. Los resultados del inventario mostraron que el subsector eléctrico nacional público y privado, es uno de los principales usuarios y poseedores de equipos y residuos susceptibles de contener PCBs en el país.
5. Dado que se priorizó el subsector eléctrico nacional, el mayor porcentaje (93.8%), de los equipos evaluados fueron transformadores de distribución y potencia, evidenciando que son los equipos eléctricos más utilizados a nivel nacional y por lo tanto los más susceptibles de contener PCBs.
6. Los equipos eléctricos contaminados con PCBs representaron 4.31% de la muestra total de equipos. Considerando el número de equipos evaluados, es de esperar que este valor tienda a la normalidad y que en inventarios posteriores la cantidad de equipos con PCBs se aproxime a ese porcentaje.
7. El método rápido semicuantitativo CLOR – N – OIL 50[®], es muy útil para detectar PCBs en aceites dieléctricos de equipos, no obstante, por las incertidumbres del método y probabilidad de falsos positivos, siempre es recomendable el método cromatográfico u otro método cuantitativo para detectar los diferentes congéneres de PCBs.
8. La estimación de la masa y líquido total contaminado con PCBs es un dato con un alto nivel de incertidumbre, dado que un porcentaje importante de equipos no contaban con especificaciones en las placas.
9. El mayor porcentaje de los equipos con PCBs, están fuera de servicio, sin embargo, algunos transformadores de potencia de mediana y gran capacidad están en condición de uso, representando un peligro potencial para los encargados de su mantenimiento en caso de no tomar las medidas de protección apropiadas.
10. Las filtraciones de aceite dieléctrico de los equipos resultó una situación encontrada con cierta frecuencia, denotando escaso mantenimiento y cuidado de los equipos.

11. Es usual que los equipos con PCBs en desuso, se almacenen y dispongan en recintos abiertos al aire libre, directamente sobre el suelo, sin ninguna medida de protección ambiental, denotando condiciones inadecuadas de manejo y almacenamiento, convirtiéndose en un peligro ambiental en el sitio y de riesgo para la salud.
12. La información sobre el mantenimiento de los equipos es limitada en la mayor parte de los sitios visitados, al igual que la información de las existencias de equipos y residuos sólidos y líquidos conteniendo PCBs.
13. Ninguno de los sitios visitados cuenta con planes de acción para el manejo de equipos, residuos sólidos y líquidos conteniendo PCBs. En ese sentido, el manejo de las aplicaciones que contienen estos compuestos se hace inadecuadamente en las diferentes etapas (manipulación, almacenamiento y disposición final).

V. RECOMENDACIONES.

1. Realizar un análisis más detallado de los sectores usuarios y poseedores de equipos contaminados con PCBs en el país, ampliando la muestra obtenida en el presente inventario.
2. Crear un registro legal sistemático y automatizado de usuarios y poseedores de equipos eléctricos contaminados o potencialmente contaminados con PCBs a nivel nacional.
3. Desarrollar un procedimiento de registro legal e inventario exhaustivo de todos los equipos eléctricos con que cuenta el subsector eléctrico nacional, particularmente la ENEE, con énfasis en aquellos sitios o instalaciones donde almacenan y reparan equipos eléctricos.
4. A partir de los resultados del Inventario Nacional de PCBs, se debe informar oficialmente a los principales usuarios y poseedores de estos equipos del manejo interno (manipulación, rotulación, almacenamiento temporal) y externo (transporte, tratamiento y disposición final) que tendrán que realizar para prevenir los riesgos ambientales y de salud inherentes a estos compuestos.
5. Puntualmente, los equipos en uso contaminados con PCBs, identificados en el Inventario Nacional de PCBs, podrán seguir siendo utilizados hasta el fin de su vida útil. El mantenimiento preventivo y apropiado de estos equipos es esencial. Debiendo evitar filtraciones, siendo recomendable construir bordes de contención para evitar la dispersión de los derrames de aceite dieléctrico que puedan ocurrir. Los materiales utilizados para contener derrames (arena y grava) deberán ser manejados como residuos peligrosos contaminados con PCBs.
6. Estructurar un plan de acción piloto para el manejo de equipos y residuos susceptibles de contener PCBs, partiendo de los resultados del Inventario Nacional. Este se podría efectuar en las instalaciones de la ENEE en donde reparan equipos en uso y almacenan cantidades importantes de equipos que necesariamente requieren algún tipo de manejo interno y externo.

7. Estructurar un plan de acción para el manejo de los equipos y residuos susceptibles de contener PCBs identificados en el Inventario Nacional, procediendo en el corto plazo a separar, clasificar, rotular, almacenar apropiadamente este tipo de equipos, analizando a su vez, las opciones de tratamiento o eliminación final.
8. Brindar asesoría a los usuarios y poseedores de equipos eléctricos en uso y desuso, interesados en manejar adecuadamente este tipo de equipos.
9. Establecer mecanismos de incentivos de conformidad con las leyes vigentes en el país, para desmotivar el uso y almacenamiento de equipos y residuos con PCBs.
10. Evaluar la pertinencia de crear el mecanismo de certificación "instalaciones libres de equipos con PCBs" como una herramienta para el manejo ambientalmente racional de estos compuestos a nivel nacional.
11. Promover la formulación e implementación de una Ley Especial de Manejo de Residuos Peligrosos a nivel nacional, que incluya el manejo de los PCBs, entre otros compuestos.
12. Enfocar esfuerzos específicos de capacitación sobre el manejo ambientalmente racional de PCBs, a usuarios y poseedores de equipos contaminados y residuos susceptibles de contener PCBs, a partir de los resultados del Inventario Nacional.
13. Incentivar el desarrollo en el país de evaluaciones de riesgo para la salud humana y el ambiente por exposición a PCBs.

BIBLIOGRAFIA

1. **Cárcamo MI (2005)**. Historia de los PCBs. No a la incineración. Consulta electrónica. 6 de julio 2008. <http://noalaincineracion.org/2005/09/28/informe-sobre-taller-de-manejo-de-cops-en-basilea/>
2. **CESCCO/SERNA (2007)**. Plan Nacional de Acción para el Manejo Ambientalmente Racional de Equipos y Residuos que contienen Bifenilos Policlorados (PCBs). Proyecto "Preparación de inventarios y planes nacionales para el manejo ambientalmente racional de PCBs y equipo que contenga PCBs en América Central (PO/BC/BD/4030-03-18)". Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA), Centro de Estudios y Control de Contaminantes (CESCCO), PNUMA y Convención de Basilea. 90p.
3. **Dexsil (2007)**. Manufactures portables test kits and instruments for the detection and quantification of contaminants in oil, soil and water. Consulta electrónica 14 de noviembre de 2007. <http://www.dexsil.com>
4. **Ferrary, ML (2007)**. Estudios sobre Residuos de Plaguicidas en Honduras. Un Análisis Crítico. Contaminación Ambiente y Salud No.7. CESCCO pag. 11-20.
5. **MAC (2007)**. Inventario preliminar de Compuestos Bifenilos Policlorados (PCBs) existentes en Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, República de Colombia (MAC), GEF, Banco Mundial, UNDP. 95p. consulta electrónica 6 de julio 2008. http://siscop.ine.gob.mx/pnis/archivos/colombia/Inventario_PCB.pdf
6. **MAC (2008)**. Bifenilo Policlorado. Ficha Toxicológica. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. República de Colombia. Consulta electrónica. http://www1.minambiente.gov.co/viceministerios/ambiente/dir_des_sect_sostenible/cop/documentos/Fichas%20toxicol%C3%B3gicas%20COP/PCBs_R.pdf
7. **Martínez J; Mallo M; Lucas R; Álvarez J; Salverrey A y Gristo P (2005)**. Bifenilos Policlorados (PCBs). Guía para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos. Fichas Temáticas II. Red de Centros Convenio de Basilea América Latina y el Caribe, Basel Convention, IDRC-CRDI, EMS-SEMA, Ministerio de Vivienda Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente de Uruguay. P43-52. http://www.idrc.ca/uploads/user-S/11437597021gr-02_05-pcb_pag43-52.pdf.
8. **MTAS (2008)**. Bifenilo Policlorado. Ficha Internacional de Seguridad Química. Ministerio de Trabajo e Inmigración y Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España. Consulta electrónica 6 julio 2008. <http://www.mtas.es/insht/ipcsnspn/nspn0939.ht>
9. **PNUMA (1999)**. Directrices para la Identificación de PCBs y materiales que contenga PCBs. Naciones Unidas, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), IOMC. Primer Número. Agosto 1999. 38p.
10. **PNUMA (2002)**. Cuestionario para Inventario de equipo que contenga PCBs. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Primera versión. Agosto 2002. 6p. http://www.pops.int/documents/guidance/PCBinform_sp.pdf
11. **PNUMA (2002)**. Transformadores y condensadores con PCBs: desde la gestión hasta la reclasificación y eliminación. Naciones Unidas, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), IOMC. Primera edición mayo de 2002. 63p. http://www.chem.unep.ch/pops/pdf/PCBtransformers_sp.pdf
12. **PNUMA (2004a)**. Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs). Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). 42p. consulta electrónica 6 julio 2008. http://www.pops.int/documents/convtext/convtext_sp.pdf
13. **PNUMA (2004b)**. Manual de Chile sobre el manejo de bifenilos policlorados (PCBs, Askareles). Un estudio de caso sobre aplicación de guías. Gobierno de la República de Chile, Comisión Nacional del Medio Ambiente. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). 122p. Consulta electrónica 16 julio de 2008 en http://www.sinia.cl/1292/articles-37249_recurso_1.pdf

ANEXOS

Anexo 1.



Cuestionario para inventario de PCB

Primera versión
Agosto 2002

Inventario de equipo que contenga PCB

Número de registro:	
Fecha:	
Inspector:	

A	Información sobre la empresa y el sitio		
1	Nombre:		
2	Dirección:		
3	Dirección del sitio: (si difiere del anterior)		
4	Teléfono:		
	Fax:		
	Correo electrónico:		
5	Nombre y cargo del interesado:		
6	Tipo de empresa/ tipo de industria /producción en este sitio:		
7	¿Empresa pública o privada?		
8	Lugar:	Zona industrial	
		Otra zona urbana	
		Zona rural	
9	Número de empleados en el sitio visitado:	>50	
		10-50	
		<10	
10	Número total de equipos en el sitio:	Transformadores	
		Condensadores	
		Otros	
11	Consumo total de electricidad en el sitio	En 1985	kWh / año
		Actualmente	kWh / año



Cuestionario para inventario de PCB

Primera versión
Agosto 2002

12	¿Hay algún plan de acción para eliminar PCB? - ¿está en proyecto? - ¿actividades de eliminación anteriores? - ¿se ha previsto algún calendario?	(en hoja aparte si es necesario)
B	Información correspondiente al equipo que pueda contener PCB (rellenar una Sección B completa por cada equipo y adjuntar)	
1	Nombre del fabricante y país de origen	
2	Tipo (transformador, condensador, etc.)	
3	Número de serie	
4	Potencia (voltaje)	
5	Fecha de fabricación	
6	Peso Equipo (peso seco, kg.) ----- Aceite/líquido (L. o kg.) ----- Peso total (kg.) ----- Dimensiones del equipo (largo, ancho, alto, en pies o metros)	
7	Nombre del líquido o aceite aislante/refrigerante, etc.	
8	Contenido de PCB del líquido > 10 % PCB ----- > 0.05 % PCB o 500 ppm ----- > 0.005 % o 50 ppm ----- < 0.005 % o 50 ppm ----- El líquido no contiene PCB (según la placa) ----- Contenido de PCB desconocido ----- Equipo vaciado	
9	Especificar si se hizo análisis de PCB, cuándo y por qué método	
10	Indicar la fuente de la información anterior (ej.: placa o rótulo en el equipo)	
11	Situación operativa del equipo En uso: sí/ desde cuándo ----- En espera ----- Desmantelado	
12	Condiciones ¿Filtraciones?	

Page 2 of 4



Cuestionario para inventario de PCB

Primera versión
Agosto 2002

	del equipo	¿Requiere intervención inmediata?	
		Condiciones de almacenamiento (ej.: al aire libre, en recinto cerrado, etc.)	
13	Mantenimiento del equipo	¿Rellenado?	
		¿Cuándo se rellenó por última vez?	
		Nombre de la compañía que efectuó el relleno	
		¿Con qué líquido o aceite aislante se rellenó?	
		Nombre del líquido o aceite aislante originales, si se saben	
14	Otras observaciones		<i>(en hoja aparte si es necesario)</i>

C	Información sobre desechos susceptibles de contener PCB	
1	Naturaleza de los desechos (ej.: aceite de transformador en barriles o depósitos)	
2	Cantidad estimada	
3	¿Están los recipientes protegidos contra filtraciones?	
4	¿Está claramente señalado el lugar de almacenamiento de modo que indique la presencia de PCB?	
5	¿Se ha contaminado el suelo o las edificaciones debido a filtraciones de PCB? (indique en lo posible la magnitud del problema: metros cúbicos o toneladas de suelo contaminado)	
6	Breve recuento de actividades de rehabilitación: retiro de equipo y desechos con PCB para ser eliminados (fecha, empresa a cargo, destino, etc.)	
7	Otra información pertinente (ej.: resultados de toma de muestras y análisis)	<i>(en hoja aparte si es necesario)</i>



Cuestionario para inventario de PCB

Primera versión
Agosto 2002

D	Registro de la visita	
1	Representantes de la empresa Nombres, cargos, firmas y fecha	
2	Inspectores gubernamentales Nombres, cargos, firmas y fecha	

Notas:

El Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes, en su Anexo A y Artículo 6 dispone que las Partes deben determinar qué equipo contiene bifenilos policlorados (PCB) etiquetarlo y retirarlo de uso, así como eliminar de forma ambientalmente racional los materiales de desecho que contengan PCB.

Este formulario de inventario debería ayudar a los países en la preparación de su primer inventario nacional de PCB, que tiene como objetivos:

1. Determinar dónde hay equipo y desechos susceptibles de contener PCB y quiénes son sus propietarios (sección A)
2. Determinar y cuantificar el equipo susceptible de contener PCB, como transformadores condensadores, bombas de vacío, balastras de lámparas, y cables eléctricos (sección B)
3. Determinar y cuantificar los sitios que contienen desechos con PCB o que se han contaminado con PCB (sección C).

Este cuestionario pretende ser una herramienta práctica y sencilla pero lo suficientemente detallada para que el país Parte del Convenio de Estocolmo pueda determinar cuáles son las principales fuentes de PCB y establecer una lista de prioridades de acción. Estas prioridades pueden estar en función de las concentraciones o volúmenes de PCB o de la inminencia de riesgos para el medio ambiente debido a condiciones poco seguras en el uso o almacenamiento de los equipos y desecho que contienen PCB.

El cuestionario debería usarse en las visitas de inspectores gubernamentales acompañados de uno o más empleados del propietario potencial de PCB. Por lo general se usará un formulario por sitio, pero cuando en el mismo sitio haya varios equipos, por ejemplo, transformadores, se repetirá la sección B tantas veces como equipos haya (no hace falta cuando hay muchos pequeños dispositivos del mismo tipo, como condensadores).

Este cuestionario empezará a circular en agosto de 2002 en calidad de prueba. Se agradecerán sus comentarios y sugerencias para mejorarlo.

UNEP Chemicals
11-13 chemin des Anémones
CH-1219 Châtelaine
Geneva Switzerland
Tel. : (+41 22) 917 1234
Fax : (+41 22) 797 3460
Email : chemicals@unep.ch

Page 4 of 4

Anexo 2.
Sitios visitados por Departamento según sector y cuestionarios aplicados.
Inventario Nacional de PCBs, PNI- COPs, 2008.

Departamento	Nombre del sitio visitado y evaluado	Sector		Número de cuestionarios aplicados
		Privado	Público	
Atlántida	AGROTOR, Tela	1		14
	Almacén ENEE Ceiba Oeste		1	15
	Plantel La Blanquita, La Ceiba	1		1
	Standard Fruit de Honduras, Agropor, La Ceiba	1		17
	Standard Fruit de Honduras, Energía	1		20
	Standard Fruit de Honduras, Piñanza	1		3
	Standard Fruit de Honduras, oficinas La Ceiba	1		13
	Subestación San Isidro, La Ceiba		1	1
	Subestación Tela		1	1
	Subestación Vieja La Ceiba		1	11
	Total	6	4	96
Choluteca	Almacén ENEE Los Prados, Choluteca		1	10
	Camaronera del Pacífico, Marcovia	1		3
	Empacadora Santa Inés (El Faro), Choluteca	1		5
	LUFUSSA, Choluteca	1		8
	Larvicultura (Granjas Marinas), Marcovia	1		1
	Planta de Hielo (Granjas Marinas), Marcovia	1		3
	Total	5	1	30
Colón	Empresa Nacional Portuaria, Puerto Castilla		1	1
	Oficina de Distribución de la ENEE, Olanchito		1	3
	Standard Fruit de Honduras, Isletas	1		9
	Standard Fruit de Honduras, Puerto Castilla	1		11
	Subestación Bonito Oriental		1	1
	Subestación Coyoles Central		1	2
	Subestación Isletas		1	2
Total	2	5	29	
Comayagua	Alimentos Maravilla, Comayagua	1		10
	Cementos LAFARGE, Comayagua	1		2
	Subestación Comayagua		1	9
	Subestación Siguatepeque		1	8
	Total	2	2	29
Copán	Almacén y Plantel de distribución		1	1
	Total		1	1
Cortés	ALCON, División de Nutrición Animal, Búfalo	1		6
	Almacén La Puerta, SPS		1	33

	Azucarera Yojoa S.A. Río Lindo	1		14
	CENOSA, Choloma	1		4
	Central Hidroeléctrica El Cajón		1	7
	Central Hidroeléctrica Río Lindo		1	14
	EMCE (Empresa de Mantenimiento, Construcción y Electricidad)	1		3
	ENEE Bijao CENOSA, Choloma		1	3
	Elcatex, Choloma	1		1
	Hondupetrol, Puerto Cortés	1		12
	Hospital Leonardo Martínez		1	6
	Hospital Mario Catarino Rivas		1	21
	IHSS del Norte, SPS		1	24
	Industria Aceitera S.A, Búfalo	1		23
	Industrias Sula, SPS	1		4
	Ingenio San Ramón, Villa Nueva	1		13
	OLEPSA, Oleoproductos de Honduras, SA, Búfalo	1		20
	Productos Norteños (PRONORSA), Búfalo	1		6
	Proyecto Hidroeléctrico Cañaverall		1	15
	Standard Fruit de Honduras, Aeropuerto Marco Perez, Valle de Sula	1		3
	Standard Fruit de Honduras, Valle de Sula	1		6
	Subestación Alsthom, SPS		1	1
	Subestación Bella Vista, SPS		1	1
	Subestación Bermejo, SPS		1	5
	Subestación Choloma		1	1
	Subestación Circunvalación, SPS		1	2
	Subestación La Puerta, SPS		1	4
	Subestación Lima		1	3
	Subestación Masca, Cortés		1	1
	Subestación Térmica Sulzer		1	3
	Subestación Villa Nueva		1	2
	Tela Railroad Company, La Lima	1		252
	Tela Railroad Company, Puerto Cortés	1		25
	Zip Río Nance, Cortés	1		1
	Total	16	18	539
El Paraíso	Oficina de Distribución de Danlí		1	15
	Subestación Danlí		1	2
	Total		2	17
Francisco Morazán	Almacén de la ENEE, Tegucigalpa		1	1
	Aserradero Sansone, Tegucigalpa	1		6
	CADECA, Compañía Avícola de C.A, Tegucigalpa	1		13

	Café El Indio, Amarateca	1		9
	Confecciones Internacionales, Tegucigalpa	1		9
	Corporación del Plástico, Tegucigalpa	1		11
	Electroconductores de Honduras, Tegucigalpa	1		10
	Empresa Avícola El Cortijo, Tegucigalpa	1		3
	Fine Shirts, S.A., Tegucigalpa	1		1
	Hondutel Almacén, Tegucigalpa		1	5
	Hondutel Amarateca		1	4
	Hondutel Centro, Tegucigalpa		1	1
	Hondutel Miraflores, Tegucigalpa		1	7
	Hortifruti, Tegucigalpa	1		3
	Hospital El Tórax, Tegucigalpa		1	27
	Hospital Escuela, Tegucigalpa,		1	15
	Hospital Materno Infantil, Tegucigalpa		1	26
	Hospital San Felipe, Tegucigalpa		1	14
	IHSS, Barrio Abajo de Tegucigalpa		1	9
	IHSS, La Granja, Tegucigalpa		1	3
	INFOP, Miraflores, Tegucigalpa		1	13
	Instituto Técnico Honduras, Tegucigalpa		1	12
	Lactosa, División Cereales, Tegucigalpa	1		6
	Lácteos de Honduras, División Sula Centro, Tegucigalpa	1		13
	Represa de La Concepción. SANAA		1	9
	Represa los Laureles. SANAA		1	23
	Subestación La Cañada, Tegucigalpa		1	1
	Subestación Laínez, Tegucigalpa		1	2
	Subestación Miraflores, Tegucigalpa		1	3
	Subestación Santa Fe, Tegucigalpa		1	7
	Subestación Suyapa, Tegucigalpa		1	9
	Subestación Toncontin, Tegucigalpa		1	2
	Subestación Zamorano, Tegucigalpa		1	1
	Subestación la Leona, Tegucigalpa		1	1
	Taller Electromecánico de la ENEE, Tegucigalpa		1	248
	Total	11	24	527
Lempira	Subestación Las Flores, Lempira		1	6
	Total		1	6
Olancho	Subestación Juticalpa		1	8
	Total		1	8
Santa Bárbara	Central Hidroeléctrica El Níspero		1	9
	Mina El Mochito, Las Vegas	1		7
	Oficina ENEE Santa Bárbara		1	11

	Total	1	2	27
Valle	DIPPSA PETROSUR, San Lorenzo	1		4
	Empacadora de Productos Acuáticos San Lorenzo "Grupo Granjas Marinas", San Lorenzo, Valle.	1		4
	Empresa Nacional Portuaria, San Lorenzo		1	11
	Iberoamericana de Mariscos, San Lorenzo	1		3
	Regional Amapala ENEE		1	37
	Subestación Pavana, Valle		1	2
	Subestación San Lorenzo		1	2
	Total	3	4	63
Yoro	Standard Fruit de Honduras, Coyoles Central	1		35
	Standard Fruit de Honduras, Finca Coyoles Central	1		37
	Subestación Guaymas, Yoro		1	2
	Subestación Los Ángeles, Progreso		1	4
	Subestación Morazán, Yoro		1	1
	Subestación San Juan, Progreso, Yoro		1	5
	Subestación Santa Marta, Yoro		1	2
	Subestación Yoro		1	3
	Total	2	6	89

Anexo 3.

Clasificación de los sitios visitados y evaluados del sector público y privado por rubros de actividad. Inventario Nacional de PCBs, PNI-COPs Honduras, 2008.

Rubros		Sector privado		Rubros		Sector público	
		No	%			No	%
1	Almacenamiento y Distribución de Combustibles	2	4.17	1	Sector Educativo	2	2.8
2	Industria Alimentos	10	20.8	2	Sector Salud	9	12.7
3	Industria Avícola	3	6.2	3	Sector Telecomunicaciones	4	5.6
4	Industria Azucarera	2	4.2	4	Servicios Portuarios	2	2.8
5	Industria Bananera	11	22.91	5	Servicios Públicos (agua)	2	2.8
6	Industria Camaronera	6	12.5	6	Subsector Eléctrico (Almacén)	7	9.9
7	Industria Cementera	2	4.17	7	Subsector Eléctrico (Generación de energía (hidroeléctricas))	4	5.6
8	Industria de Electroconductores	1	2.1	8	Subsector Eléctrico (Taller Electromecánico)	1	1.4
9	Industria del Café	1	2.1	9	Subsector Eléctrico (Transmisión/Distribución de Energía)	40	56.4
10	Industria del Plástico	2	4.17	Total		71	100
11	Industria Maderera	1	2.1				
12	Industria Maquiladora	2	4.17				
13	Industria Minera	1	2.1				
14	Subsector Eléctrico (Generación de energía térmica)	2	4.17				
15	Subsector Eléctrico (Transmisión/Distribución de Energía)	2	4.17				
Total		48	100				

Anexo 4.

Nombre del fabricante y país de origen de los equipos evaluados.
Inventario Nacional de PCBs, PNI-PCBs, Honduras 2008.

	Nombre del fabricante	Número	%
	Sin nombre	57	3,9
1	A.B. Chance CO.	1	0,1
2	ABB	2	0,1
3	ABB Trafo, S.A., España	3	0,2
4	ABB Trafonor S.A	2	0,1
5	ABB Trafosur, S.A., España	11	0,8
6	ABB, ASEA	3	0,2
7	ABB, Canadá	9	0,6
8	ABB, Colombia	1	0,1
9	ABB, España	9	0,6
10	ABB, USA	141	9,7
11	ACEC Charleroi, Francia	8	0,5
12	ACEC, Argentina	7	0,5
13	AICHI Electric, Japón	1	0,1
14	Allis Chalmers	24	1,6
15	Alsthom Savoisiennne	1	0,1
16	Alstom, USA	1	0,1
17	ASBA	1	0,1
18	Asea, Cab	1	0,1
19	ASEA, Canadá	8	0,5
20	Asoc. Ingenieria	2	0,1
21	Associated Engineerin Company	2	0,1
22	B&B, Kansas, USA	6	0,4
23	BBC, Suiza	2	0,1
24	CAIVET-Venezuela	1	0,1
25	Caivet, Venezuela	1	0,1
26	Carte Internacional	3	0,2
27	CENEMES, Cordoba España	7	0,5
28	Chang Shing, Taiwan, China	1	0,1
29	Charleroi Bélgica	1	0,1
30	Closing Solenoid	1	0,1
31	Componentes y Sistemas Eléctricos, Costa Rica	2	0,1
32	Continental Elektroin Dustrie AG SCHORCH	1	0,1
33	Continental Transformer	9	0,6
34	Cooper USA	130	8,9
35	CORTRAN	1	0,1

36	Cutler Hammer, México	1	0,1
37	EDP-ARKANSAS, USA	1	0,1
38	EFACEC, Portugal	1	0,1
39	Electric Supply Co. INN	1	0,1
40	Electric Supply Co. USA	1	0,1
41	EMRCO	4	0,3
42	ERMCO	7	0,5
43	Federal Pacific	13	0,9
44	Federated, USA	1	0,1
45	Ferranti Packard	2	0,1
46	Fixed Load Transformer USA	5	0,3
47	France Transfo. Frances	1	0,1
48	General Electric	351	24,0
49	Haward Industrial	8	0,5
50	Howard Industries	4	0,3
51	ITC	1	0,1
52	Jerrys Electric	3	0,2
53	Jeumont-Schneider	2	0,1
54	Jimelco INC.	37	2,5
55	Kuhlman Electric USA	1	0,1
56	Kulman, USA	7	0,5
57	Leechua Korea	3	0,2
58	LEHYGH Electric	3	0,2
59	Line Material Industries U.S.A	5	0,3
60	Magnetic Electric USA	3	0,2
61	Magnetic Electric, USA	1	0,1
62	Mc-Graw-Edison Company	11	0,8
63	Mid Central Electric USA	3	0,2
64	MIRON Argentina	19	1,3
65	Mitsubishi, Japón	11	0,8
66	Moloney Electric, Canadá	7	0,5
67	Nuova	2	0,1
68	OCREV-Italy	2	0,1
69	Osaka Transformer Co, LTD. Osaka, Japón	19	1,3
70	Osaka, Japón	1	0,1
71	PAUWELS, USA	1	0,1
72	Pioner Electric (Canada) Protected	1	0,1
73	Pocatello	1	0,1
74	Power Dry II	1	0,1
75	PROLEC	107	7,3

76	PROLEC (México)	2	0,1
77	Romagnole Brazil	14	1,0
78	RTE Corporation	3	0,2
79	SCHORCH Alemania	7	0,5
80	Shihlin Electric y Engineering Corp.	1	0,1
81	Shikoku Japón	7	0,5
82	SIEMENS Alemania	2	0,1
83	SIEMENS Colombia	1	0,1
84	SIEMENS USA	5	0,3
85	Squar D	9	0,6
86	Sunbelt Transformer USA	4	0,3
87	Suntec, Colombia	2	0,1
88	T.E.R.M.I	1	0,1
89	TAP Changer	1	0,1
90	TER Electric Supply	3	0,2
91	Toshiba, Japón	3	0,2
92	TPC	5	0,3
93	Trafo Brasil	3	0,2
94	Trafo Union Alemania	2	0,1
95	Trance Transfo	1	0,1
96	Transf. Uniao Brazil	1	0,1
97	Transfo-Union España	1	0,1
98	Transformateurs	4	0,3
99	Transformer, Japón	1	0,1
100	Trench Electric	1	0,1
101	Universal Transformer	2	0,1
102	Vantran, USA	6	0,4
103	Wagner U.S.A	42	2,9
104	Westinghouse Canadá	1	0,1
105	Westinghouse Electric Corporation, U.S.A.	205	14,0
106	Westinghouse España	1	0,1
107	Wilson Power Co.	6	0,4
	Total	1461	100,0

Anexo 5. Imágenes



Imagen 7. Equipo de protección personal utilizado. Inventario Nacional de PCBs, PNI-COPs, Honduras 2008.



Imagen 8. Explicación del método utilizado para la determinación de PCBs en campo. Inventario Nacional de PCBs, PNI-COPs, Honduras 2008.



Imagen 9. Aplicación del Cuestionario para el Inventario Nacional de PCBs, PNUMA 2002. PNI-COPs, Honduras 2008.

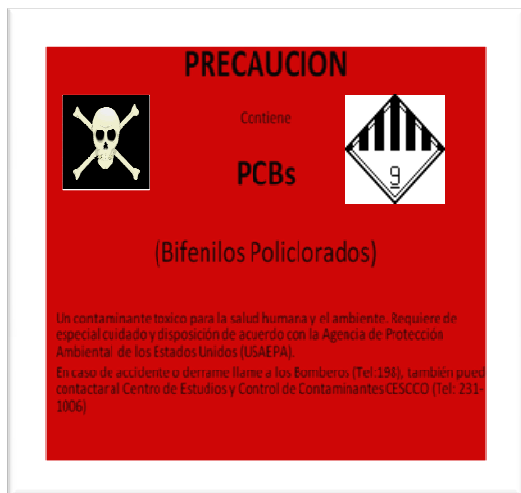


Imagen 10. Etiqueta para la identificación de equipo contaminado con PCBs, PNI-COPS, 2008.

Anexo 6.

Informe de visitas de campo. Inventario Nacional de PCBs, zona norte de Honduras, 03-07 de Diciembre de 2007. Dra. Ana Gabriela Ramírez Salgado - Consultora a cargo de la Coordinación Inventario Nacional de PCBs.

Fecha	Lugar	Actividad realizada	No. de cuestionarios llenados	No. de pruebas realizadas
03-Dic-07	Café El Indio	Llenado de cuestionarios y aplicación de pruebas de campo a transformadores de distribución en desuso y transformadores de potencia en uso o desuso	10	4
03-Dic-07	Alimentos Maravilla	Llenado de cuestionarios y aplicación de pruebas de campo a transformadores de distribución en desuso y transformadores de potencia en uso o desuso	15	8
03-Dic-07	Tela Railroad Company, Puerto. Cortés	Llenado de cuestionarios y aplicación de pruebas de campo a transformadores de distribución en desuso y transformadores de potencia en uso o desuso	25	9
04-Dic-07	Embutidos Delicia	Llenado de cuestionarios y aplicación de pruebas de campo a transformadores de distribución en desuso y transformadores de potencia en uso o desuso	15	6
04-Dic-07	Pollo Norteño	Llenado de cuestionarios y aplicación de pruebas de campo a transformadores de distribución en desuso y transformadores de potencia en uso o desuso	10	2
04-Dic-07	EMCE, Choloma	Llenado de cuestionarios y aplicación de pruebas de campo a transformadores de distribución en desuso y transformadores de potencia en uso o desuso	20	7
04-Dic-07	Industrias Molinera IMSA	Llenado de cuestionarios y aplicación de pruebas de campo a transformadores de distribución en desuso y transformadores de potencia en uso o desuso	34	15
05-Dic-07	MASECA	Llenado de cuestionarios y aplicación de pruebas de campo a transformadores de potencia en uso o desuso	16	6
05-Dic-07	Tela Railroad Company, La lima	Llenado de cuestionarios y aplicación de pruebas de campo a transformadores de distribución en desuso y transformadores de potencia en uso o desuso	33	12
05-Dic-07	Fábrica de Alimentos Valle	Llenado de cuestionarios y aplicación de pruebas de campo a transformadores de distribución en desuso y transformadores de potencia en uso o desuso	22	4
06-Dic-07	Industrias Sula, Cortés	Llenado de cuestionarios y aplicación de pruebas de campo a transformadores de distribución en desuso y transformadores de potencia en uso o desuso	10	1
06-Dic-07	Compañía Azucarera Hondureña	Llenado de cuestionarios y aplicación de pruebas a transformadores de distribución en desuso y transformadores de potencia en uso o desuso	11	5
06-Dic-07	Lacthosa	Llenado de cuestionarios y aplicación de pruebas a transformadores de distribución en desuso.	8	4
06-Dic-07	PRONORSA	Llenado de cuestionarios y aplicación de pruebas a transformadores de distribución en desuso o desuso.	4	2
06-Dic-07	Industria Hondureña de Alimentos	Llenado de cuestionarios y aplicación de pruebas de campo a transformadores de distribución en desuso y transformadores de potencia en uso o desuso	7	0
06-Dic-07	Industria Hondureña Aceitera	Llenado de cuestionarios y aplicación de pruebas de campo a transformadores de distribución en desuso y transformadores de potencia en uso o desuso	7	1
07-Dic-07	Tegucigalpa	Reunión, regreso a Tegucigalpa		

Anexo 7.

Trifolio "Directrices Técnicas para el Manejo Ambientalmente Racional de los PCBs. PNI-COPs, Honduras 2008".