

Ingeniería

Artículo Científico

Determinación de PCBs en transformadores de distribución en Machala

Determination of PCBs in distribution transformers in Machala

Determinação de PCB em transformadores de distribuição em Machala

Marco A. Morales-Abril ^I
Universidad de Guayaquil
Guayaquil, Ecuador

Brick L. Reyes-Pincay ^{II}
Universidad de Guayaquil
Guayaquil, Ecuador
arqbrickreyes@yahoo.com

Saturnino A. Carabajo-Ayala ^{III}
Universidad de Guayaquil
Guayaquil, Ecuador
alfredocarabajo_ug@hotmail.com

María B. Alarcón-Valencia ^{IV}
Universidad de Guayaquil
Guayaquil, Ecuador
maria.alarconva@ug.edu.ec

Recibido: 30 de enero de 2017 * **Corregido:** 20 de febrero de 2017 * **Aceptado:** 20 mayo de 2017

- ^{I.} Magister en Universidad de Guayaquil Facultad de Arquitectura y Urbanismo.
- ^{II.} Docente Titular – Vicedecano (e) de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Guayaquil.
- ^{III.} Docente Titular – Director de la Carrera de Arquitectura de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Guayaquil.
- ^{IV.} Docente Contratada Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Guayaquil.

Resumen

Los bifelinos policlorados (PCBs), fueron descubiertos en 1881 en Alemania, por su alta resistencia al calor y variedad en aplicaciones industriales fueron utilizados en transformadores. Se calcula que 1.5 millones de toneladas de PCBs fueron producidos desde 1929 hasta 1979 y comercializados en equipos eléctricos hasta 1986. De toda la fabricación se estima que 750.000 toneladas fueron liberadas al ambiente y el resto se encuentra en equipos eléctricos todavía en servicio, esto considerando que su vida útil es de 25 a 35 años de funcionamiento con un adecuado mantenimiento, por lo que aún no se puede llegar a determinar el contenido de PCBs, de estos equipos instalados en sistema eléctrico del Ecuador.

El estudio caso tiene como objeto la identificación de los PCBs en transformadores de distribución, de la parroquia La Providencia, del Cantón Machala, mediante un análisis cualitativo por la método 9070 US EPA SW-846, (kit CLOR-N-OIL-50), además se utilizara un formulario para describir el tipo de transformador, ubicación geográfica y resultado de la pruebas. De los resultados obtenidos se observa que de las 121 pruebas de campo realizadas a los transformadores de distribución, el 10% de las mismas se encuentran contaminadas con PCBs, lo que corresponde a 12 equipos que contienen aceite dieléctrico contaminado. La propuesta es estructurar un plan de abandono, almacenamiento y disposición final de aceites, equipos, y desechos contaminados con PCBs, este debe de ser aplicado por la empresa eléctrica prestadora de servicio, CNEL EP Unidad de Negocios El Oro.

Palabras Clave: Bifelinos policlorados (PCBs); contaminante; desecho; persistente; inventario; plan de manejo ambiental; salud; medio ambiente; seres vivos.

Abstract

Polychlorinated biphenyls (PCBs), were discovered in 1881 in Germany, because of their high heat resistance and variety in industrial applications were used in transformers. It is estimated that 1.5 million tons of PCBs were produced from 1929 to 1979 and marketed in electrical equipment until 1986. Of all the manufacturing it is estimated that 750,000 tons were released to the environment and the rest is in electrical equipment still in service, That its useful life is 25 to 35 years of operation with an adequate maintenance, so it is not yet possible to determine the content of PCBs, of these equipment installed in Ecuador's electrical system.

The purpose of this study was to identify PCBs in distribution transformers from the La Providencia parish of Canton Machala through a qualitative analysis by the US EPA SW-846 method (CLOR-N-OIL-50 kit) , In addition a form will be used to describe the type of transformer, geographical location and result of the tests. From the results obtained it is observed that of the 121 field tests performed on the distribution transformers, 10% of them are contaminated with PCBs, which corresponds to 12 equipment containing contaminated dielectric oil. The proposal is to structure a plan for the abandonment, storage and final disposal of oils, equipment, and wastes contaminated with PCBs, this must be applied by the electric service provider, CNEL EP Business Unit El Oro.

Key Words: Polychlorinated biphenyls (PCBs); pollutant; Waste; persistent; Inventory; Environmental management plan; Health; environment; living beings.

Resumo

Bifenilos policlorados (PCBs), foram descobertos em 1881, na Alemanha, para a sua elevada resistência ao calor e a variedade de aplicações industriais foram utilizados em transformadores. Estima-se que 1,5 milhões de toneladas de PCBs foram produzidos 1929-1979 e comercializado em equipamentos eléctricos até 1986. Em toda a produção é estimado que 750.000 toneladas foram lançadas na atmosfera e o resto é em equipamentos eléctricos ainda em serviço, este considerando que a vida é de 25 a 35 anos de operação com a manutenção adequada, de modo que você ainda não pode começar a determinar o teor de PCBs, estes instalados nos equipamentos do sistema eléctrico Equador.

O caso de estudo tem como objectivo a identificação de PCB em transformadores de distribuição, Parish Providence, Canton Machala por uma análise qualitativa pelo método EPA SW 9070 US-846, (kit CLOR-N-OIL-50) também um formulário é utilizado para descrever o tipo de transformador, a localização geográfica e os resultados dos testes. A partir dos resultados vê-se que os ensaios de campo a 121 transformadores de distribuição 10% deles são contaminadas com PCB, o que corresponde a 12 equipamentos contaminados com óleo dieléctrico. A proposta é estruturar um plano de abandono, armazenamento e eliminação de óleos, equipamentos e resíduos contaminados com PCB, este deve ser aplicada pelo prestador de serviços de utilidade, CNEL EP Ouro Unidade de Negócios.

Palavras-chave: Bifenilos policlorados (PCB); contaminante; resíduos; persistentes; inventário; plano de gestão ambiental; saúde; meio Ambiente; seres vivos.

Introducción.

El cantón Machala con 245.972 habitantes; con una población urbana de 241.606 habitantes y la rural de 4.366 habitantes, y que en su parroquia urbana Providencia habitan 87.799 habitantes, cuenta en su totalidad con el 100% de abastecimiento eléctrico, que consta de redes eléctricas, postes y 1.213 transformadores de distribución eléctrica instalados que contienen aceite dieléctrico los cuales se presume que pueden contener bifelinos policlorados (PCBs). Los PCBs fueron sintetizados por primera vez en 1881 en Alemania, a base de los siguientes compuestos químicos; Cloro, Carbono e Hidrógeno. Los PCBs por tener una gran resistencia al calor, estabilidad química, excelente aislante eléctrico y alta resistencia al envejecimiento, características principales que lo hicieron ideal para la elaboración de una gama de productos para el consumo y la industria. Su fabricación comenzó a partir de 1920, siendo el mayor productor Estados Unidos además de la República Federal de Alemania, Rusia, Checoslovaquia, Polonia, Italia, España, Reino Unido y Japón.

Por su variedad en aplicaciones industriales fueron utilizados en aplicaciones cerrados por que se mantenían dentro de la unidad como en televisores, equipos de aire acondicionados, hornos de microondas, transformadores, reguladores de tensión; Por varias décadas, los PCBs fueron usados en todo el mundo y en el año 1966 investigaciones realizadas en Suecia en muestras de suelos y agua que buscaban presencia de DDT, relevaron una alta presencia de PCBs, desde ahí comenzó una ardua investigación hasta que en 1972 se confirmó que la tasa de biodegradación era muy lenta, irónicamente su resistencia inusual y estabilidad química habían generado una alta dispersión y presencia en el ambiente, acumulándose en muchos organismos vivos.

En 1970 se prohibieron el uso de este producto especialmente en aplicaciones abiertas y de fácil liberación al ambiente como tintas, plásticos, pinturas entre otros, pero siguió la producción de aceites dieléctricos para los transformadores, condensadores y equipos hidráulicos. El cálculo de producción de PCBs a nivel mundial a partir de 1930 es de 1.2 millones de toneladas, siendo su mayor productor la empresa Monsanto con unas 610.00 toneladas aproximadamente, la cual finalizó su producción en el año 1979 y 1983 en el resto del mundo.

En las décadas siguientes, se dieron varios casos de accidentes que provocaron una severa contaminación ambiental y daños a la salud con grandes costos de remediación, los cuales fueron

Determinación de PCBs en transformadores de distribución en Machala

analizados, verificados y documentados. Ante esta problemática el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), planteó medidas a través de los años para proteger la salud humana y el medio ambiente, una de estas es el Convenio de Basilea firmado el año 1989 siendo un compromiso internacional, donde se establecen la minimización, manejo adecuado y control de los residuos peligrosos. (Añazco Loaiza, 2013) El Convenio de Estocolmo, año 2004, en el cual se establece la adopción de medidas para reducir y con el tiempo eliminar todo contaminante orgánico persistente. Ecuador ante este compromiso adquirido, presentó un Plan Nacional de Aplicación (PNA) en el año 2009, indicando la necesidad de inventariar las existencias de aceites, equipos, desechos contaminados con PCBs, antes del 2025. (Añazco Loaiza, 2013)

Materiales y métodos.

La realización para la detección de PCBs en los aceites dieléctricos que se encuentran en los transformadores de distribución en la parroquia urbana del cantón Machala, será mediante un análisis cualitativo por la método 9070 US EPA SW-846, (kit CLOR-N-OIL-50), el cual se servirá para determinar un cuadro de resultados de una muestra significativa, además se utilizara un formulario para describir el tipo de transformador, ubicación geográfica, resultado de la prueba y un check list del estado físico de los transformadores, estos instrumentos reflejaran la realidad que deseamos descubrir, que será la existencia de este contaminante.

CATEGORÍA	DIMENSIONES	INSTRUMENTOS	UNIDAD DE ANÁLISIS
MEDIO AMBIENTE	Convenio de Estocolmo.	Kit de prueba Clor-N-Oil, detector de PCBs, marca Dexsil.	Aceites dieléctricos
	Convenio de Basilea.		
	Acuerdo Ministerial 146.		
SOCIAL	Constitución del Ecuador	Formulario de Equipo y pruebas y resultado de pruebas	Transformadores de Distribución
		Check list de Estado de equipos.	
		Cámara, GPS.	
SALUD	Ley Orgánica de Salud	Equipo de Protección Personal.	Parroquia urbana La Providencia del Cantón Machala
	Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017	Bibliografías	

Tabla 1. CDIU del estudio de caso

Elaborado por: Autores

METODOLOGÍA USADA

Para alcanzar los objetivos planteados que busca nuestro estudio de caso utilizaremos la metodología de investigación cualitativa, de campo y bibliográfica.

Categorías

MEDIO AMBIENTE. - El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), fue creado en año 1972 en la Asamblea General de las Naciones Unidas (ONU), con el objetivo principal de asistir en las políticas, actividades y desarrollo sostenible en temas de medio ambiente en los países que requieran el asesoramiento medioambiental. (PNUMA, 1998)

SOCIAL. - El problema con los PCBs, son compuestos químicos persistentes al ambiente, es decir difícil degradación mediante procedimientos químicos-físicos y biológicos, está característica lo hace peligroso porque al derramarse al ambiente puede bio acumularse al ser absorbidos por animales, acumulándose en los tejidos grasos de los seres vivos, esto hace que se transporte a largas distancias especialmente si llega al mar debido a la migración de peces y aves, por lo que se encuentra prácticamente en todo el mundo, causando daño los ecosistemas y los seres humanos.

SALUD. - En mayo de 1995, en respuesta a los esfuerzos de los países nórdicos y sus ONG internacionales aliadas, el Consejo de Administración del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (CA-PNUMA) adoptó una resolución en la que reconoce que los Compuestos Orgánicos Persistentes (COP), son una amenaza importante y creciente para la salud humana y el medio ambiente. La resolución identificó una lista inicial de 12 COP entre estos se encuentra los PCBs, e invitó al Foro Intergubernamental sobre Seguridad Química (FISQ) a considerar estrategias de respuesta realistas y a informar sobre sus hallazgos. (Weinberg, 2009)

Dimensiones

Convenio de Estocolmo. - Es un tratado internacional que tiene como finalidad proteger la salud humana y el medio ambiente frente a los Contaminantes Orgánicos Persistentes, fijando para ello medidas que permitan eliminar, y cuando esto no sea posible, reducir las emisiones y las descargas de estos contaminantes (www.cnrcoop.es). Las negociaciones para el Convenio se acabaron el 23 de mayo del 2001 en Estocolmo. Entró en vigor el 17 de mayo de 2004 fue firmado

inicialmente por 151 países. Estos incluyen la mayoría de los países "desarrollados" con excepción de los Estados Unidos de América. En América Latina, al menos los siguientes países han ratificado el Convenio: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela.

Convenio de Basilea. - Es un tratado ambiental global que regula estrictamente el movimiento transfronterizo de desechos peligrosos. Fue aprobado en 1989 y entró en vigor el 5 de mayo de 1992. Cuenta con 170 países miembros (Partes) y su objetivo es proteger el medio ambiente y la salud humana contra los efectos nocivos derivados de la generación, el manejo, los movimientos transfronterizos y la eliminación de los desechos peligrosos y otros desechos.

Acuerdo Ministerial 146.-Art. 1.- Objeto. - El presente acuerdo tiene como objeto establecer los procedimientos para la gestión integrada y ambientalmente racional de los bifenilos policlorados (PCBs) con el fin de prevenir y evitar riesgos al ambiente y a la salud humana. (MAE, 2016)

Constitución del Ecuador. - Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados. (Asamblea Constituyente, 2007)

Ley Orgánica de Salud. - Art.22. Regular, controlar o prohibir en casos necesarios, en coordinación con otros organismos competentes, la producción, importación, comercialización, publicidad y uso de sustancias tóxicas o peligrosas que constituyan riesgo para la salud de las personas.

Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017.-Objetivo 7. - Garantizar los derechos de la naturaleza y promoverla sostenibilidad ambiental, territorial y global. Prevenir, controlar y mitigar la contaminación ambiental, como aporte para el mejoramiento de la calidad de vida, continúa siendo sumamente importante para garantizar el derecho humano a vivir en un ambiente sano, pilar fundamental en la sociedad del Buen Vivir. (SEMPLEDES, 2013)

Instrumentos

Los resultados se obtuvieron mediante la utilización de Kit Clor-N-Oil de prueba de campo para detectar el contenido de PCB en los aceites dieléctricos, de la marca Dexsil, el cual contiene dos tubos o pipetas en la cual se introduce una muestra de aceite que se mezclan con concentraciones de cloruros y luego de varios procedimientos se obtiene el resultado de colorimetría que arroja según el color el resultado positivo o negativo para PCBs. Para realizar la toma de muestras de aceite de los transformadores, se debía prevenir el posible riesgo por absorción en la piel además evitar la contaminación cruzada que podía ocurrir con la ropa de uso cotidiano, para lo cual se utilizó Equipo de Protección Personal (EPP), que consistió en un mandil plástico, guantes de nitrilo desechables, mascarillas desechables, gafas de protección y botas de cauchos.

El formulario de levantamiento de información del equipo y el resultado de pruebas más el check list de estado de los transformadores instalados, provee de una valiosa información documental en la toma de los datos de campo, resultados de las pruebas realizadas a los aceites y verificación del estado del transformador para observar y corregir posibles fallas en su estructura que lleven a un goteo accidental de los aceites contenidos, con la utilización de un sistema de posicionamiento global (GPS) para ubicar el equipo y una cámara para llevar un registro fotográfico. Otro de los instrumentos usados es la documental para lo cual se consultó a fuentes bibliográficas en las que se cuentan tesis, monografías, artículos, libros y páginas web.

Gestión de datos

Los transformadores de distribución que se encuentran ubicados en la parroquia urbana La Providencia del cantón Machala, son 1.213 unidades instalados en poste de Hormigón Armado (HoAo.), esta información fue proporcionada por el departamento de Sistema de Información Geográfica (GIS) de la Corporación Eléctrica Nacional del Ecuador Empresa Pública Unidad de Negocio El Oro (CENL EP – UN EL ORO).

Teniendo la población objetivo hemos tomamos el 10% de la cantidad total de transformadores instalados, valor para realizar la prueba representativa de 121 transformadores (ANEXO 2), mismos que se tomaron en los siguientes sectores, 24 de septiembre, Girasoles, La Aurora, Unioro, Cdla. Girasoles, San Patricio, Las Acacias, Cdla. Las Brisas, Las Crucitas, por ser de fácil acceso. De los 121 transformadores analizados, 12 transformadores resultaron positivos, los

Determinación de PCBs en transformadores de distribución en Machala

cuales sumados dan 883,17 litros de aceite dieléctrico contaminado con PCBs, como se observa en el siguiente cuadro.

Resultados.

De los resultados obtenidos se observa que de las 121 pruebas de campo realizadas a los transformadores de distribución, el 10% de las mismas se encuentran contaminadas con PCBs, lo que corresponde a doce (12) equipos que contienen aceite dieléctrico contaminado, con relación al año de fabricación van desde 1996 hasta el año 2007, la mitad los transformadores que salieron positivos corresponden a la marca ECUATRAN, la cual es la compañía consolidada en el ECUADOR en relación a la venta de transformadores de distribución, la misma que se encuentra ubicada en provincia de Tungurahua, cantón Ambato.

Nro. de Transf. Providencia	La Nro. Pruebas Transf. Providencia	a Nro. Transf. La SIN PCBs La Providencia	Nro. Transf. CON PCBs La Providencia
1213	121	109	12
	100%	90%	10%

ITEM	Marca	KVA	Año Fabricación	País de Fabricación	Dirección	Coordenada X	Coordenada Y	Resultado	Equipo con Aceite peso en kg	Volumen del Aceite LT
1	ECUATRAN	50	2006	ECUADOR	La Aurora	618049	9639114	Positivo	298	111,17
2	ECUATRAN	38	1996	ECUADOR	Unioro	617814	9639097	Positivo	235	79,33
3	ECUATRAN	38	1996	ECUADOR	Unioro	617697	9639173	Positivo	235	79,33
4	ECUATRAN	38	1996	ECUADOR	Unioro	617767	9639229	Positivo	235	79,33
5	ECUATRAN	38	1996	ECUADOR	Unioro	617868	9639264	Positivo	235	79,33
6	MAGNETRON	15	2000	COLOMBIA	Cdla. Girasoles	619506	9638936	Positivo	136	52,83
7	ECUATRAN	10	2007	ECUADOR	San Patricio	619316	9638152	Positivo	150	47,5
8	ELECTRIC INDUSTRIAL	38	S/A	USA	Las Acacias	618729	9638207	Positivo	235	79,33
9	MAGNETRON	10	S/A	COLOMBIA	Los Rosales	618388	9638282	Positivo	150	47,5
10	GENERAL ELECTRIC	25	1966	USA	12 de Febrero	616194	9638640	Positivo	218	68,86
11	WESTINGHOUSE	38	1996	USA	12 de Febrero	616194	9638640	Positivo	235	79,33
12	WESTINGHOUSE	38	1996	USA	Cdla. Las Brisas	616928	9638275	Positivo	235	79,33
									2.597,00	883,17

Tabla 2.- Resultados de las pruebas de campo en porcentaje de los aceites que contienen PCBs

Elaborado por: Marco A. Morales-Abril

Determinación de PCBs en transformadores de distribución en Machala

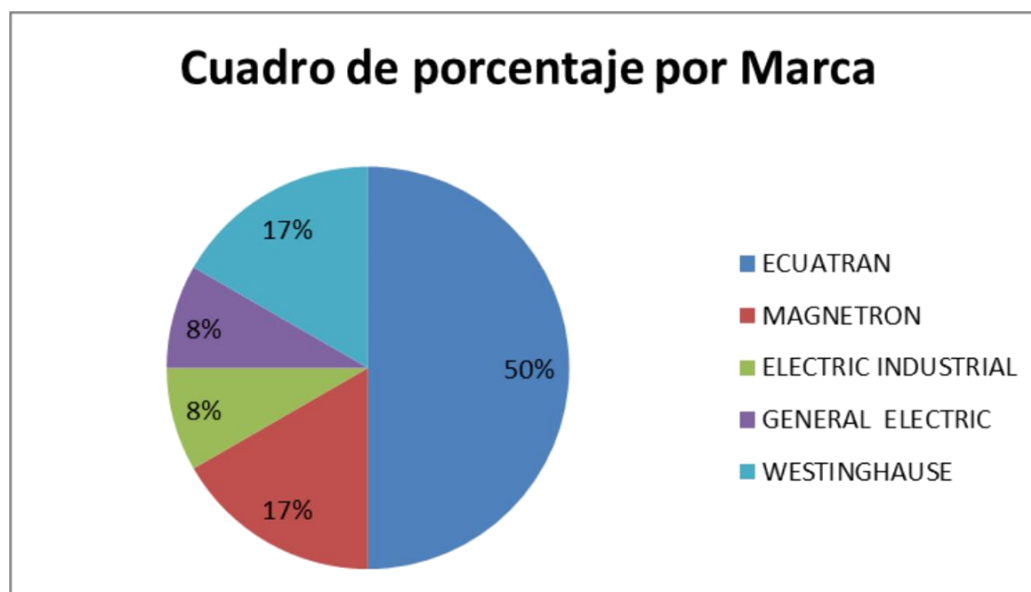


Figura 1. Cuadro de porcentaje por marca del contenido de PCBs
Fuente: Transformadores de distribución provincia de Tungurahua, cantón Ambato



Figura 2.- Cuadro de porcentaje por País de origen del contenido de PCBs
Fuente: Transformadores de distribución provincia de Tungurahua, cantón Ambato.



Figura 3.- Cuadro de porcentaje por País de origen del contenido de PCBs
Fuente: Transformadores de distribución provincia de Tungurahua, cantón Ambato.

Discusión

Con los resultados obtenidos en este estudio de caso, queda claro que la fabricación y uso de los PCBs en la industria se fue restringiendo en la década de los 70 y en los 80 el uso de este producto, por lo que se esperaba que todo equipo antes de 1986 podría tener PCBs en los aceites dieléctricos de los transformadores, de los resultados obtenido el 59% pertenecen al año 1996 y el 8% al 2000, lo cual es comprensible ya que nuestro país firmó el convenio de Estocolmo, año 2004 y reconoce esta problemática mundial.

Llama la atención el resultado de dos transformadores que arrojaron positivo a la prueba colorimétrica de PCBs, del año 2006 y 2007 que constituye el 16% del resultado, debido a que la comercialización y transportación internacional de los aceites con PCBs, fue prohibida mediante el convenio de Basilea, el mismo que fue firmado por nuestro país el 16 de febrero de 1996 y cuya codificación fue publicada el 25 de noviembre de 2005.

El estado es el que se encarga de velar el cumplimiento de los convenios internacionales, además de regular y controlar el cumplimiento de la Leyes, elaborar políticas para el sistema de Salud y el cuidado del medio Ambiente, por lo que ha venido realizando programas y proyectos para el control de los PCBs, instituciones responsables son el Ministerio del Ambiente (MAE) y la Agencia de Regulación y Control de Electricidad (ARCONEL), en conjunto elaboraron el, "...Plan

Nacional de Aplicación (PNA) del Convenio de Estocolmo en el año 2009. El PNA indica claramente la necesidad de inventariar las existencias de aceites, equipos, desechos contaminados con PCB. Uno de los principales objetivos de este PNA es el eliminar de forma ambientalmente adecuada las existencias de Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs) y especialmente de PCBs en aceites, equipos y desechos antes del 2025" (MBA, 2016).

La propuesta.

Al realizar el inventario de 121 transformadores de distribución eléctrica instalados en parroquia urbana la Providencia se determinó el contenido de PCBs en 12 equipos. La propuesta planteada para este caso satisfacen uno de los objetivos, el cual es estructurar un plan de abandono, almacenamiento y disposición final de aceites, equipos, y desechos contaminados con bifenilos policlorados, este debe de ser aplicado por la empresa eléctrica prestadora de servicio, CNEL EP Unidad de Negocios El Oro, a todos los equipos en operación que contengan PCBs, hasta su correcto funcionamiento luego del cual se le deberá de dar un adecuado manejo, por ser un desecho peligroso para el medio ambiente y salud de los seres vivos. El Plan de Manejo Ambiental consiste en:

INVENTARIO DE LOS TRANSFORMADORES PARA IDENTIFICAR LOS BIFELINOS POLICLORADOS (PCBs).

1. Toda empresa que posea desechos peligrosos con contenido de PCBs, debe obtener un registro de generador de desechos peligrosos emitida por el Ministerio del Ambiente.
2. Antes de proceder a la toma de muestra en los equipos instalados se debe de recibir una charla de inducción sobre los peligros que se pudieran presentar al extraer las muestras, además de conocer la hoja de datos de seguridad del aceite dieléctrico con PCBs, (MSDS), el personal debe de correcto equipo de protección personal (EPP), para trabajos en eléctricos y toma de muestras.
3. Se debe proceder a toma de muestras en transformadores de distribución en servicio, se utiliza un análisis cualitativo por la método 9070 US EPA SW-846, (kit CLOR-N-OIL-50), que determina mediante el resultado por color la ausencia o presencia de los PCBs.
4. Al tomar la muestra del transformado se debe de dejar un testigo, en un frasco de color ámbar con capacidad de 20 ml, para luego ser enviada a un laboratorio acreditado, ahí se validar el resultado de la prueba mediante un ensayo cuantitativo por cromatografía de gases, para determinar la concentración de PCBs.

Determinación de PCBs en transformadores de distribución en Machala

5. Llevar un registro de los equipos contaminados, con formatos establecidos donde se asentaran toda la información necesaria, para luego ser ingresadas al Sistema Nacional de Inventario y Seguimiento de PCBs (SNIS).



Figura 4.- Procedimiento de toma de muestra, prueba con Kit y registro de datos.

Fuente: Transformadores.



Figura 5.- Toma de muestra

Fuente: Transformadores

Determinación de PCBs en transformadores de distribución en Machala



Figura 6.- Trabajo de Campo
Fuente: Transformadores.

ETIQUETADO Y MARCADO DE LOS TRANSFORMADORES CON PCBs.

Se debe de etiquetar todos los equipos que contengan o no PCBs, para evitar volver a realizar las mismas pruebas en transformadores instalados, la etiqueta se basara en la Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2266:2013 de transporte, almacenamiento y manejo de materiales peligrosos, en conjunta concordancia con NTE INEN-ISO 3864-1:2013 que se refiere a los símbolos gráficos, colores de seguridad y señales de seguridad.

Al colocar la etiqueta se debe asegurar que la parte donde se va a ubicar debe de estar limpia de aceite, polvo y humedad, se deberá colocar en un sitio de fácil observación, ya que al momento de dar un mantenimiento o se le dé la baja al equipo se tomen las medidas necesarias para evitar goteos o accidentes.



Figura 7.- Etiqueta o de Advertencia para los trasformadores sin contenido de PCB'S
Fuente: Sitio Web



Figura 8.- Etiquetas de advertencia para los transformadores con contenido de PCBs

Fuente: Página Web

BODEGA Y CORRECTO ALMACENAMIENTO DE TODO DESECHO PELIGROSO CON CONTENIDO DE PCBs.

Datos tomados de la NTE INEN 2266:2013 Segunda revisión 2013-01,

TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y MANEJO DEMATERIALES PELIGROSOS REQUISITOS (NTE INEN 2266, 2013).

Operaciones de carga y descarga

Todo el personal que intervenga en la carga, transporte y descarga de materiales peligrosos debe estar bien informado sobre la toxicidad y peligro potencial y debe utilizar el equipo de seguridad para las maniobras.

Se debe proporcionar información sobre los procedimientos para manejar fugas derrames, escapes de los materiales peligrosos y a quien se debe llamar en caso de emergencia para obtener información médica y técnica.

Todas las operaciones de carga y descarga, almacenamiento o inspección, deben ser realizadas conjuntamente por al menos dos personas en todo momento.

Se debe verificar que las cantidades y tipos de materiales peligrosos entregados o despachados están de acuerdo con las guías de embarque.

Antes de la carga o durante ella, todo envase debe inspeccionarse para verificar su hermeticidad y para advertir la posible iniciación de fugas en el cierre, en su parte superior, costados, fondo y parte baja. Al localizar algún daño se debe proceder de la siguiente manera:

Suspender todo tipo de maniobra.

Aislar el área contaminada.

Notificar al encargado.

Vigilar que nadie ingrese al área contaminada.

Esperar instrucciones del médico y la llegada del personal calificado encargado de las operaciones de limpieza y disposición final de los residuos.

Los envases no deben estar colocados directamente en el suelo sino sobre plataformas o palets.

Los envases que contienen materiales líquidos deben almacenarse con los cierres hacia arriba.

Los envases deben apilarse de tal forma que no se dañen unos con otros.

La altura de apilado debe aplicarse de acuerdo al tipo de peligro, tipo de embalaje, volumen y peso del material, dependiendo de si se usa palets o estanterías metálicas.

Ubicación. - Los lugares destinados para servir de bodegas en el almacenamiento deben reunir las condiciones siguientes:

Estar situados en un lugar alejado de áreas residenciales, escuelas, hospitales, áreas de comercio, industrias que fabriquen o procesen alimentos para el hombre o los animales, ríos, pozos, canales o lagos.

Las áreas destinadas para almacenamiento deben estar aisladas de fuentes de calor e ignición.

El almacenamiento debe contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los materiales, en lugares y formas visibles.

El sitio de almacenamiento debe ser de acceso restringido y no permitir la entrada de personas no autorizadas.

Situarse en un terreno o área no expuesta a inundaciones.

Estar en un lugar que sea fácilmente accesible para todos los vehículos de transporte, especialmente los de bomberos.

Locales. Los lugares destinados al almacenamiento de materiales peligrosos deben ser diseñados o adecuados en forma técnica y funcional de acuerdo a él o los materiales que vayan a ser almacenados y deben observarse los siguientes requisitos:

Tener las identificaciones de posibles fuentes de peligro y marcar la localización de equipos de emergencia y de protección (NTE INEN 439: 1984, 1984).

Determinación de PCBs en transformadores de distribución en Machala

Efectuar rápidamente la limpieza y descontaminación de los derrames, consultando la información de los fabricantes del producto, con el fin de mitigar el impacto ambiental.

Contar con detectores de humo y un sistema de alarma contra incendios.

Asegurar que la cubierta y muros proporcionen una buena circulación del aire (de preferencia estarán contruidos en sentido de la dirección del viento). El respiradero, tendrá una abertura equivalente al menos a 1/150 de la superficie del piso.

Facilitar una buena ventilación controlando que exista un espacio de un metro entre la línea del producto más alto (en anaqueles) y el techo, así como entre el o los productos con las paredes.

Para facilitar una buena ventilación se deben instalar extractores de escape o respiraderos (no es aconsejable instalar un sistema de calefacción central).

Construir las bodegas con materiales con características retardantes al fuego, en especial la estructura que soporta el techo.

Asegurar que el piso de la bodega sea impermeable y sin grietas para permitir su fácil limpieza y evitar filtraciones.

Determinación de PCBs en transformadores de distribución en Machala



Figura 9.- Modelo una bodega con materiales de características retardantes al fuego, en especial la estructura que soporta el techo

Fuente: PGIRS Comunes y Peligrosos HOME CENTER Pereira, 2008

Sobre el piso de entrada, la bodega debe tener una rampa inclinada con un alto no menor de 10 cm, con una pendiente no mayor al 10% para facilitar el acceso de los vehículos, esta rampa también debe construirse cuando exista conexión entre las bodegas.

Contar con canales periféricos de recolección contruidos de hormigón, con una profundidad mínima de 15 cm bajo el nivel del suelo de la bodega. Estos canales deben conectarse a una fosa o sumidero especial de tratamiento, con el fin de que las áreas cercanas no se contaminen y no deben estar directamente conectados al alcantarillado público.

Tener un sumidero dentro del área de la bodega, el cual se conectará con el externo.

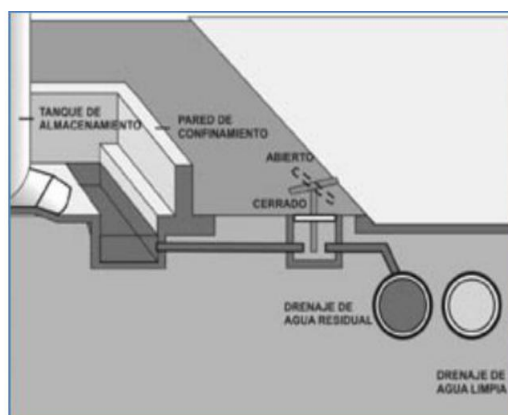


Figura 10.- Canal periférico de recolección construido de hormigón el cual se conectará con un almacenamiento y sumidero externo

Fuente: Guías ambientales transporte



Figura 11.- Rampa inclinada con un alto no menor de 10 cm, con una pendiente no mayor al 10% para facilitar el acceso de los vehículos

Fuente: Guías ambientales de almacenamiento y transporte

Las instalaciones eléctricas deben estar protegidas y conectadas a tierra.

El alumbrado artificial debe estar instalado sobre los pasillos, a una altura de 1 metro sobre la línea más alta del producto almacenado.

La bodega debe tener puertas de emergencia, las mismas que se ubicarán a 30 metros de distancia unas de otras, cuando el tamaño de la bodega así lo amerite.

Las puertas de emergencia de las bodegas deben estar siempre libres de obstáculos que impidan salir del local, deben abrirse hacia fuera y con un sistema de abertura rápida.

Disponer de una ducha de agua de emergencia y fuente lavaojos.

La bodega debe tener un bordillo en su alrededor.

Cuando exista conexión entre bodegas, debe haber un muro rompe fuegos el mismo que deben tener 15 cm de espesor tanto en las paredes como en el techo y debe sobresalir de las mismas hasta una altura de 1 metro.

Determinación de PCBs en transformadores de distribución en Machala

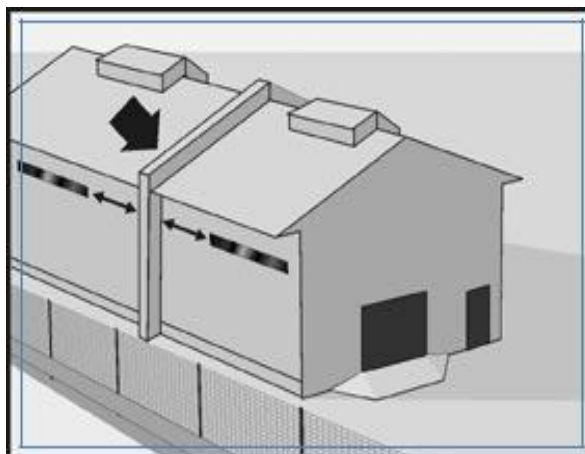


Figura 12.- Muro rompe fuegos con 15 cm de espesor tanto en las paredes como en el techo y debe sobresalir hasta una altura de 1 metro.

Fuente: Guías ambientales de almacenamiento y transporte

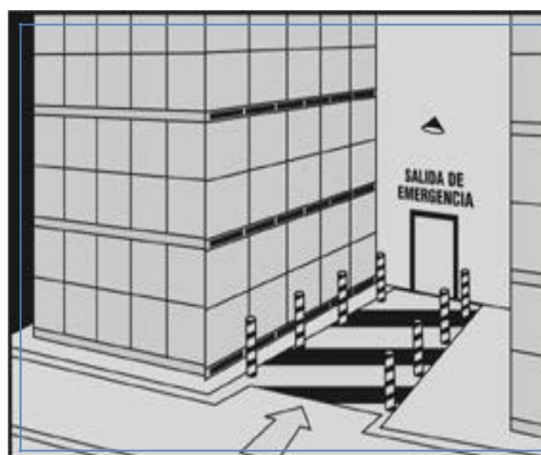


Figura 13.- Puerta de emergencia de la bodega debe estar siempre libre de obstáculos que impidan salir del local

Fuente: Guías ambientales de almacenamiento y transporte

Las aberturas de las paredes de la bodega deberán estar protegidas con malla metálica o barrotes metálicos para prevenir la entrada de roedores u otros animales que destruyan los materiales almacenados.

Los tanques de almacenamiento al granel que se encuentran ubicados en áreas interiores o exteriores, que contienen líquidos inflamables o combustibles, mínimo, deben mantener una distancia de separación entre ellos de $1/6$ de la suma del diámetro de los dos tanques adyacentes.

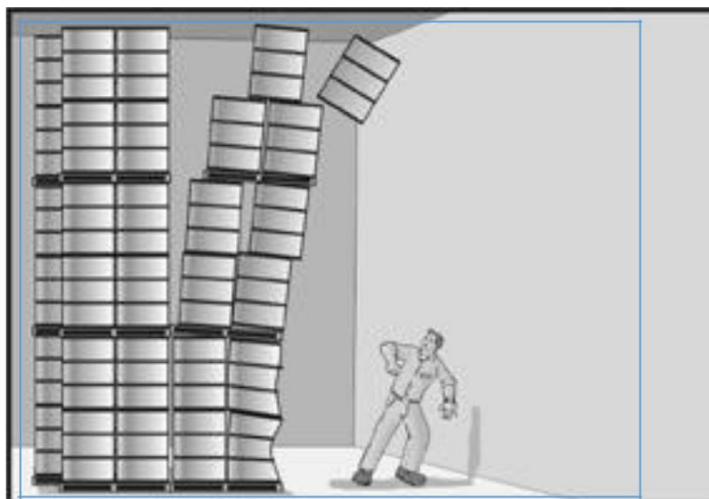


Figura 14.- El sistema de estantería debe evitar la caída de sustancias y asegurar su estabilidad
Fuente: Guías ambientales de almacenamiento y transporte

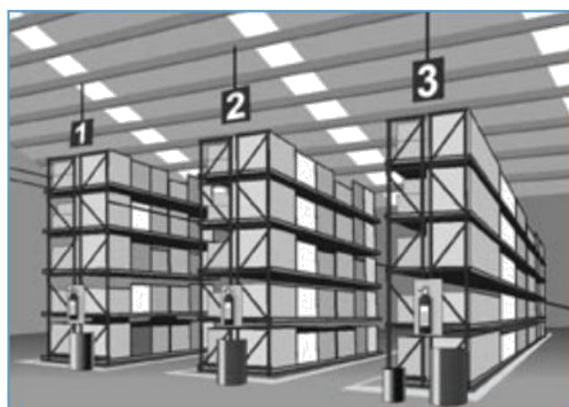


Figura 15.- Los pasillos deben ser suficientemente amplios para el tráfico peatonal y vehicular
Fuente: Guías ambientales de almacenamiento y transporte

EL TRANSPORTE DE TODOS DESECHOS PELIGROSOS CON CONTENIDO DE PCBs.

El transporte solo lo puede realizar un gestor de transporte de desechos peligrosos que incluya desechos con PCBs y el Ministerio del Ambiente haya aprobado todos los planes de contingencia, emergencia, mitigación y remediación.

LA DISPOSICIÓN FINAL DE TODOS DESECHOS PELIGROSOS CON CONTENIDO DE PCBs.

Para el tratamiento y eliminación de este compuesto químico existen los siguientes métodos:

- Declaración Química
- Hidro tratamiento

- Degradación biológica
- Oxidación con agua supercrítica
- Nanotecnología
- Incineración
- Solvente – Incinerador (Técnica combinada)
- Arco plasmático
- Reducción química en fase gaseosa

Cualquiera de estas técnicas es valedera, todo depende del costo y la eficacia de cada una, lastimosamente ninguna está disponible en nuestro país, por lo que los todos desechos peligrosos con contenido de PCBs, deben de ser exportados con fines de eliminación aplicando las disposiciones del Acuerdo Ministerial No. 061 y el procedimiento en el marco del Convenio de Basilea para movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos con PCBs.

Conclusiones.

Una verdad innegable es que todo lo que el hombre produce, tiene consecuencia con el medio ambiente y con tiempo la previsión de una gestión responsable de los subproducto termina afectando a su creador, debemos de avanzar en la creación de nuevas tecnologías para mejorar el nivel de vida y comodidad, sin olvidar que debemos de devolver lo que tomamos de la naturaleza sin perjuicio de sí misma. Solo así perduraremos en el tiempo como una sociedad libre de contaminantes.

Aunque a finales de la década de los 70 y 80 se prohibió la fabricación y comercialización de PCBs, Al realizar el análisis cualitativo por la método 9070 US EPA SW-846, (kit CLOR-N-OIL-50) a los aceites dieléctricos se pudo demostrar la existencia de PCBs en transformadores que van desde 1996 al 2007, los cuales por su procedencia en su mayoría eran de manufactura Ecuatoriana, lo que nos indican que pese a los tratados internacionales que se firmaron los PCBs se siguieron comercializando en las últimas décadas.

El Área de servicio de la Corporación Nacional de Electricidad EP Unidad de negocio El Oro, tiene una extensión de 6.745 Kilómetros cuadrados, con un capacidad 10.542 transformadores de distribución hasta el año 2010, a esta cantidad de equipos se les debe realizar pruebas de contenidos

de PCBs, si se mantuviera el porcentaje de 10% de equipos contaminados estaríamos hablando de 1.053 equipos contaminados, a los cuales se los debe de registrar en un plano, señalando las localidades y lugares acuíferos cercanos, con el objetivo de prevenir una contaminación ambiental por la mala manipulación del equipo o el transformador haya cumplido su vida útil estimada en un promedio de 30 años, por estas razones deberían de ser sustituidos, almacenados y darles una disposición final, al fin de evitar un perjuicio al medio ambiente y la salud de los seres vivos.

Recomendaciones

El gobierno se encuentra implementado un Plan Nacional para el inventarió y eliminación todo desecho peligroso con contenido de PCBs, con los recursos del Estado Ecuatoriano, el Ministerio del Ambiente debería de implementar un Plan de Compensación ambiental a todas las fabricas e importadoras de transformadores que, en su momento, vendieron equipos contaminado luego de las fechas en que convenios firmado por el Ecuador, ya que incumplieron con la Ley.

Una vez identificado los transformadores se debe dar un control y mantenimiento adecuado para evitar un goteo, hasta que el equipo cumpla su vida útil la cual va de 25 a 35 años, además no se debe de alarmar a la población circundante al equipo para no producir inseguridad en el usuario del servicio de energía eléctrica.

La mejor prueba para la correcta identificación de la parte por millón (ppm) en contenido de PCBs es el análisis por cromatografía de gases, en nuestro país existen dos instituciones acreditadas, una se encuentra en el ministerio de Electricidad y Energía Renovable y el Laboratorio de Análisis Ambiental e Inspección LABCESTTA ubicada en la provincia de Chimborazo, por lo que es importante tomar una muestra testigo en un frasco de color ámbar con capacidad de 20ml.

Este de estudio de caso está basado y fundamentado en la documentación y estudio realizado por organismos internaciones, basado en convenios, tratados que fueron firmados por nuestro país, el cual se encuentra implantando todos los Planes de Manejo, es mi recomendación, que las industrias ensambladoras de transformadores realicen las pruebas de aceite dieléctrico con laboratorios acreditados para cromatografías de gases, así se garantiza que los transformadores salgan con un certificación libre de PCBs desde las fabricas

Para el tiempo del almacenamiento de los materiales peligrosos se deberá dar cumplimiento a lo dispuesto en el Acuerdo Ministerial No. 161, publicado mediante Registro Oficial No. 631 del 1 de febrero de 2012, la aplicación obligatoria de los siguientes artículos.

Art. 188.- El almacenamiento de desechos peligrosos y/o especiales en las instalaciones, no podrá superar, los doce (12) meses. En casos justificados mediante informe técnico, se podrá solicitar a la autoridad ambiental una extensión de dicho periodo que no excederá de 6 meses. Durante el tiempo que el generador esté almacenando desechos peligrosos dentro de sus instalaciones, éste debe garantizar que se tomen las medidas tendientes a prevenir cualquier afectación a la salud y al ambiente, teniendo en cuenta su responsabilidad por todos los efectos ocasionados.

Art. 189.- En caso de inexistencia de una instalación de eliminación y/o disposición final, imposibilidad de accesos a ella u otros casos justificados, la autoridad ambiental podrá autorizar el almacenamiento de desechos peligrosos por períodos prolongados, superiores a los establecidos en el artículo precedente. En este caso, el Ministerio del Ambiente determinará los lineamientos técnicos para el control del almacenamiento de los desechos peligrosos.

Bibliografía.

- Añazco Loaiza, A. (2013). *Implementación de un plan de manejo ambiental para la manipulación de transformadores en el área de concesión de la CNEL regional el oro*. Guayaquil: Universidad de Guayaquil.
- Asamblea Constituyente. (2007). *Constitución Nacional*. Montecristi.
- MAE. (2016). *Expídense los procedimientos para la gestión integral y ambientalmente racional de los bifenilos policlorados (PCB) en el Ecuador*. Quito: Ministerio del Ambiente del Ecuador.
- PNUMA. (1998). *Inventario de la capacidad mundial de destrucción de bifenilos policlorados*. Geneva: Naciones Unidas.
- SEMPLADES. (2013). *Plan Nacional del Buen Vivir*. Quito: Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo.
- NTE INEN 439: 1984. (1984). *Colores, Señales y Símbolos de Seguridad*. Ecuador.
- Weinberg, J. (2009). *Guía para las ONG sobre los Contaminantes Orgánicos Persistentes*. México: SAICM.