

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL



FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO
“ARQ. GUILLERMO CUBILLO RENELLA”

MAESTRÍA EN IMPACTOS AMBIENTALES

TITULO

“IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANEJO
AMBIENTAL PARA LA MANIPULACIÓN DE
TRANSFORMADORES EN EL ÁREA DE
CONCESIÓN DE LA CNEL REGIONAL EL ORO”

AUTOR

ING. GUILBER ARTURO AÑAZCO LOAYZA

ASESORA

BLGA. MARTHA NATALIA MOLINA MOREIRA, M.Cs.

GUAYAQUIL – ECUADOR

2013

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL



**FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO
“ARQ. GUILLERMO CUBILLO RENELLA”**

MAESTRÍA EN IMPACTOS AMBIENTALES

TÍTULO

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANEJO AMBIENTAL
PARA LA MANIPULACIÓN DE TRANSFORMADORES EN EL
ÁREA DE CONCESIÓN DE LA CNEL REGIONAL EL ORO”**

AUTOR

ING. GUILBER ARTURO AÑAZCO LOAYZA

ASESORA:

BLGA. MARTHA NATALIA MOLINA MOREIRA, M.Cs.

GUAYAQUIL – ECUADOR

2013

DECLARACIÓN

Yo, Guilber Arturo Añezco Loayza, de profesión Ingeniero Civil, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se describen en el presente documento.

La Universidad de Guayaquil, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la ley de propiedad intelectual, por la normatividad institucional vigente.

Ing. Guilber Añezco Loayza

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por el ingeniero civil Guilber Arturo Añazco Loayza, alumno de la Maestría en Impactos Ambientales de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Guayaquil, bajo mi control.

A handwritten signature in blue ink that reads "Natalia Molina". The signature is written in a cursive style and is placed on a light blue rectangular background.

Natalia Molina Moreira, Blga. M.Cs.

TUTORA DEL PROYECTO

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue presentado y defendido por el ingeniero Guilber Arturo Añezco Loayza, alumno de la Maestría en Impactos Ambientales de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Guayaquil, bajo mi control, el día Sábado 4 de mayo del 2013 a partir de las 9H00

Arq. Felipe Espinoza Ochoa M.Sc.

TRIBUNAL CALIFICADOR

Arq. Carlos Palacios Portés M.Sc.

TRIBUNAL CALIFICADOR

Ing. Eduardo Orces Pareja M.Sc.

TRIBUNAL CALIFICADOR

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universidad de Guayaquil por la oportunidad brindada para adquirir nuevos conocimientos y desarrollar nuevas tecnologías, a los docentes por sus enseñanzas y experiencias, y de manera especial a la bióloga Natalia Molina Moreira, tutora y amiga, que con su asesoramiento me permitió alcanzar las metas propuestas en esta Maestría.

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a mi esposa Susy Campoverde Pinto, y a mis dos hijos Gilbert Adrián, Abanderado del Pabellón Nacional del Liceo Naval Jambelí y Brigadier Teniente, periodo 2009-2010, y a Paúl André, Abanderado del Pabellón Nacional del Liceo Naval Jambelí y Brigadier Capitán, periodo 2012-2013, por su comprensión y sabiduría, al haber dedicado su tiempo a mis estudios, anhelando siempre actualizar y ampliar mis conocimientos, para ser un aporte positivo para la sociedad y el medio ambiente.

ÍNDICE GENERAL

1.	INTRODUCCIÓN	1
1.1	Planteamiento del problema	3
1.1.1	Bifenilos Policlorados	5
1.2	Justificación	11
1.3.	Objetivos	17
1.4.	Hipótesis	18
1.5	Ubicación	18
2.	MARCO TEORICO	21
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	22
3.1.	Determinar la cantidad de transformadores y equipos de protección que están instalados en el sistema eléctrico.	22
3.2	Realizar análisis cualitativo para verificar la presencia de PCBs por el US EPA SW-846 Method 9079 con el kit CLOR-N-OIL-50 a los transformadores y equipos de protección que son retirados del sistema eléctrico.	23
3.2.1	Precauciones del método	23
3.2.2.	Sugerencias previas	23
3.2.3	Constatación de elementos de cada kit CLOR-N-OIL-50	24
3.2.4.	Instrucciones para el US EPA SW-846 Method 9079	24
3.2.5.	Observaciones	27
3.2.6.	Requerimientos	27
3.3	Elaborar un plan de manejo ambiental para la manipulación de transformadores en el área de concesión.	28
4.	RESULTADOS	28
4.1.	Determinar la cantidad de transformadores y el volumen de aceite dieléctrico de los equipos en operación y de los que han sido retirados del sistema eléctrico.	28

4.1.1.	Transformadores de poder y equipos de protección a 69/13.8kV.	28
4.1.2	Interruptores para un voltaje nominal a 69 kV.	32
4.1.3	Interruptores para un voltaje nominal a 13.8 kV.	34
4.1.4	Capacitores para un voltaje nominal a 13,8 kV.	35
4.1.5.	Transformadores de distribución a 13,8/7,62 kV.	37
4.1.6.	Tambores con aceite dieléctrico usado	43
4.2.	Realizar análisis con el US EPA SW-846 Method 9079 con el kit CLOR-N-OIL-50	44
4.2.1	Inventario del aceite dieléctrico y la proyección de los resultados	47
4.2.2	Disposición final del aceite dieléctrico contaminado con PCBs.	48
4.3	Elaborar un plan de manejo ambiental para la manipulación de transformadores	50
4.3.1	Remediación de suelos contaminados	51
4.3.2	Transporte de material contaminado	59
4.3.3	Guía de respuesta en caso de emergencia	69
4.3.4	Capacidad de respuesta ante derrames	77
4.3.5	Capacidad de respuesta ante incendios	80
4.3.6	Actividades del plan de manejo ambiental	91
4.3.7	Cronograma valorado del Plan de Manejo Ambiental	94
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	99
6.	BIBLIOGRAFÍA	101
7.	ANEXOS	104

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1:	Subestaciones del Sistema Eléctrico de la CNEL Regional El Oro S.A.	19
Cuadro 2:	Subestaciones Particulares de uso Comercial e Industrial	20
Cuadro 3:	Transformadores de Potencia y de Servicio Interno Instalados en las Subestaciones del Sistema Eléctrico	31
Cuadro 4:	Características Técnicas Generales de los Interruptores a 69 kV., con Aceite Dieléctrico en Subestaciones	33
Cuadro 5:	Características Técnicas generales de los Interruptores a 13,8 kV., con Aceite Dieléctrico en Subestaciones	34
Cuadro 6:	Características Técnicas Generales de los Capacitores con Aceite Dieléctrico	36
Cuadro 7:	Transformadores de Distribución Instalados en el Sistema Eléctrico	38
Cuadro 8:	Cantidad Transformadores y Equipos de Protección Eléctrica que Utilizan Aceite Dieléctrico	44
Cuadro 9:	Resumen de las 800 Pruebas Realizadas con los Kits CLOR N OIL 50	45
Cuadro 10:	Inventario de Aceite Dieléctrico y Proyección de Resultados a Diciembre del 2011	47
Cuadro 11:	Porcentaje de PCBs sustituidos con n-átomos de cloro en la mezcla Aroclor 1248	56
Cuadro 12:	Porcentaje de PCBs biodegradados en suelos Contaminados (20 mg/Kg) durante 7 días de exposición a 2.5 g/L de flóculos, a 20 °C en reactores batch aeróbicos	58

LISTA DE GRAFICOS

Gráfico 1:	Transformadores de potencia de la CNEL Regional El Oro, Subestaciones El Pache, Machala y La Peaña	30
Grafico 2:	Subestaciones La Primavera, Svetlana e Incarpalm con Fosas Contenedoras para Aceite Dieléctrico	30
Grafica 3:	Disyuntores para un Voltaje Nominal a 69KV., en Operación en la Subestación Machala	32
Gráfica 4:	Disyuntores para un Voltaje Nominal a 69KV., en Operación en la Subestación El Cambio	32
Gráfica 5:	Disyuntores para un Voltaje Nominal a 13.8kV., en la Subestación Machala	34
Gráfica 6:	Capacitores para Voltaje Nominal a 13.8 kV., con Diferente Capacidad y Switch Asociado a 15 kV, 200 A.	36
Gráfica 7:	Transformadores de Distribución Monofásicos y Trifásicos Montados en Postes de Hormigón Armado.	37
Gráfica. 8:	Recopilación de Datos de los Transformadores de Distribución Datos de Baja y las Placas de Cada Equipo	41
Grafica 9:	Bodega de Desechos Peligrosos y la Disposición Interna del Aceite Dieléctrico Usado	43
Grafica 10:	Capacitación Teórica Sobre Manejo de PCBs al Personal de la CNEL Regional El Oro S.A.	46
Grafica 11:	Capacitación Practica Sobre Pruebas Colorimétricas con los Kits CLOR N OIL 50	46
Grafica 12:	Suelos contaminados con aceite dieléctrico en las Subestaciones Machala y El Cambio	53

LISTA DE FIGURAS

Figura 1:	Estructura molecular de los PCBs	6
Figura 2:	La Cadena Alimenticia del Hombre	14
Figura 3:	Porcentaje de Transformadores de Distribución por Marca	39
Figura 4:	Inventario de Transformadores de Distribución a Diciembre del 2.011	40
Figura 5:	Resultados de los Protocolos de Prueba Realizados a los Transformadores que Ingresan al Sistema Eléctrico	42
Figura 6:	Tipo de Reactor Utilizado.	55
Figura 7:	Degradación de PCBs con < de 3 átomos de cloro m7diante bacterias aeróbicas	56
Figura 8:	ECU 911 Machala	68
Figura 9:	Elementos del Fuego	81

SIGLAS Y ACRÓNICOS

MAE	Ministerio del Ambiente
CONELEC	Consejo Nacional de Electricidad
EMELORO	Empresa Eléctrica Regional El Oro
CNEL	Corporación Nacional de Electricidad
SIN	Sistema Nacional Interconectado
EPA	Agencia de Protección del Medio Ambiente
AAAr	Autoridad Ambiental de Aplicación responsable
COPs	Componentes Orgánicos Persistentes
PCBs	Bifenilos Policlorados
ANSI	American National Standards Institute
MVA	Megavoltamperios
kVA	Kilovoltamperios
kV	Kilovoltios

RESUMEN

Los Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs) son un conjunto de sustancias orgánicas que son persistentes en el ambiente, son capaces de bioacumularse y que poseen características de toxicidad capaces de ocasionar efectos adversos a la salud o al ambiente. Dependiendo de su movilidad en el ambiente, estas sustancias pueden ser de interés local, regional o global, ya que son propensos al transporte atmosférico y marítimo de largo alcance.

Como resultado de los Talleres de Priorización llevados a cabo a nivel nacional, por el Ministerio el Ambiente, se determinó que de los tres COPs existentes, la primera prioridad fue para los Bifenilos Policlorados (PCBs); contenidos en los aceites dieléctricos utilizados para la fabricación de transformadores y equipos de protección eléctrica, utilizados por todas las empresas eléctricas del país; la segunda prioridad fue para las emisiones de Dioxinas y Furanos; y tercer prioridad para los plaguicidas.

En función de lo expuesto, el presente trabajo pretende promover el manejo de los PCBs, en base a los convenios internacionales de Estocolmo, Basilea y Rotterdam, así como en los lineamientos del Manual de Procedimiento para el Manejo de los PCBs en el Sector Eléctrico Ecuatoriano, para lo cual se ha planteado determinar con el US EPA SW-846Method 9079 que utiliza el kit CLOR-N-OIL-50, la cantidad total de equipos que contienen aceite dieléctrico contaminado con trazas mayores de 50 ppm.

Los resultados proyectados, luego de haberse realizado 800 pruebas colorimétricas con los kits CLOR N OIL 50 con el US EPA SW-846 Method 9079 establecieron que en el sistema eléctrico de la CNEL Regional El Oro, se encuentran instalados y en operación aproximadamente entre 5.497 equipos y transformadores contaminados con PCBs, con un total de 411.206 litros de aceite dieléctrico contaminado con trazas mayores a 50 ppm., sin embargo aún no se sabe la ubicación geográfica de aproximadamente 4.593 transformadores

de distribución que representan el 52 % con un total de 318.403 litros de aceite dieléctrico contaminado, el mismo que deberá ser retirado según lo programado hasta el año 2020, para lo cual se ha planteado la “Implementación de un Plan de Manejo Ambiental para la Manipulación de Transformadores en el Área de concesión de la CNEL Regional El Oro S.A.”

PALABRAS CLAVES:

Plan de Manejo Ambiental, Contaminantes Orgánicos Persistentes, Bifenilos Policlorados; Dioxinas y Furanos, Plaguicidas, Trazas, Conciencia Ambiental, Ecosistemas; Biota, Salud Humana, Bioacumularse, Cadena Alimentaria.

ABSTRACT

Persistent Organic Pollutants (POPs) are a group of organic substances that are persistent in the environment, are able to bioaccumulate and toxicity have characteristics capable of causing adverse effects to health or the environment. Depending on their mobility in the environment, these substances can be of local, regional or global, as they are prone to atmospheric transport and long-range maritime.

As a result of the prioritization workshops conducted nationally by the Environment Ministry, it was determined that the three existing POPs, the first priority was to polychlorinated biphenyls (PCBs) contained in the oils used for manufacturing dielectrics transformers and power protection equipment, used by all utilities in the country, the second priority was for emissions of dioxins and furans, and third priority for pesticides.

In view of the above, this paper aims to promote the management of PCBs, based on international conventions Stockholm, Basel and Rotterdam, as well as the guidelines of the Manual of Procedure for the Management of PCBs in the Ecuadorian Electricity Sector , for which it has been raised to determine the 846Method EPA SW-9079 using the kit CLOR-N-OIL-50, the total amount of equipment containing dielectric oil contaminated with trace amounts larger than 50 ppm.

The projected results, after 800 colorimetric tests having been realized by the kits CLOR N OIL 50 with the US EPA SW-846 Method 9079 established that in the electrical system of the CNEL Regional EI Oro S.A., they are installed and in operation approximately between 5.497 equipments and transformers contaminated with PCBs, with a total of 411.206 liters of oil dielectric contaminated with bigger traces than 50 ppm., nevertheless still there is not known the geographical location of approximately 4.593 distribution transformers that 52 % represents with a total of 318.403 liters of oil dielectric

contaminated, the same one who will have to be withdrawn according to the programmed until the year 2020, for which has appeared the *"Implementation of a Plan of Environmental Managing for the Manipulation of Transformers in the Area of concession of the CNEL Regional El Oro S.A."*

KEY WORDS

Environmental Management Plan, POPs, PCBs, dioxins and furans, pesticides, trace, Environmental Awareness, Ecosystems, Biota, Human Health, bio accumulate, Food Chain.

1. INTRODUCCIÓN

La Empresa Eléctrica Regional El Oro S.A. (EMELORO), fue creada el 6 de Octubre de 1.964 para generar energía eléctrica y que en su inicio se realizó por medio de un buque planta acoderado frente al muelle de Puerto Bolívar. Posteriormente se construyó la casa de máquinas denominada Central Termoeléctrica Machala, situada entre avenida 25 de Junio (antes Av.9 de Octubre) y Avenida Loja, frente al cementerio general de la ciudad de Machala, en donde operaron inicialmente cinco grupos de generación marca RUSTON (3) y CROSSLEY (2), posteriormente se integraron 2 grupos generadores marca GENERAL ELECTRIC. En el año 1.980 se concluye la construcción de la Central termoeléctrica Colin Lockett, ubicada frente al distribuidor de tránsito vehicular en la parroquia El Cambio, a seis kilómetros de la ciudad de Machala, inicialmente operaron dos nuevos grupos de generadores marca CROSSLEY que luego el año 1.987 se incrementa a cuatro los grupos generadores.

En el año 1.988, una vez construida la Línea de Transmisión de 138 KV., Milagro-Machala, del Sistema Nacional Interconectado (SIN), y encontrándose listas en el área de concesión de EMELORO, las 12 Subestaciones Eléctricas, con una capacidad de 107 MVA., y 10 líneas de Subtransmisión a 69 KV., con un total de 154.74 kilómetros de longitud, se realiza de manera histórica el enlace al SIN, por intermedio de la Subestación Eléctrica La Peaña, con una reducción de transformación de voltaje a 138/69KV.

El 16 de enero del 2009 se inscribió en el Registro Mercantil de Guayaquil, la escritura de constitución de la CNEL, Corporación Nacional de Electricidad S.A., acto con el cual se disolvieron por fusión diez empresas de distribución, entre las que constan y la conforman:

1. Empresa Eléctrica Bolívar
2. Empresa Eléctrica El Oro

3. Empresa Eléctrica Esmeraldas
4. Guayas-Los Ríos
5. Empresa Eléctrica Los Ríos
6. Empresa Eléctrica Manabí
7. Empresa Eléctrica Milagro
8. Empresa Eléctrica Santa Elena
9. Empresa Eléctrica Santo Domingo
10. Empresa Eléctrica Sucumbíos

El área de concesión del sistema eléctrico de la CNEL Regional El Oro S.A., esta ubicada en el extremo suroeste de la región costera, tiene una extensión de 6.745 kilómetros cuadrados, Incluye toda la Provincia de El Oro, así como ciertos sectores de las provincias de Guayas y Azuay.

A diciembre 31 del 2011, se encuentran instalados y en operación 10.586 equipos, registrándose 67 marcas diferentes de fábrica, que actualmente sirven para dotar de energía eléctrica al área de concesión de la CNEL Regional El Oro. Todos los equipos descritos, definidos como sistemas cerrados (transformadores y equipos de protección eléctrica) fueron construidos con aceite dieléctrico, cuyo volumen por unidad depende del diseño o tamaño de la carcasa.

Como a partir del año 1.977, se prohibió a nivel mundial la producción y utilización de los PCBs, hoy reconocido por sus efectos nocivos a la salud y medio ambiente, se presume que de los 10.586 equipos que se encuentran actualmente en operación dentro del Sistema Eléctrico de la CNEL Regional El Oro, probablemente por su año de fabricación se encuentren en regular porcentaje con trazas mayores a 50 ppm definidos como contaminados con PCBs, considerando que la empresa distribuidora fue creada en el año 1.964.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Entre los años 1.978 y 1.987, los Bifenilos Policlorados (PCBs), fueron evaluados por la International Agency for Research on Cancer (IARC), como agentes cancerígenos. Posteriormente la Environmental Protection Agency (EPA), los reconoce como un peligro para la salud humana y el medio ambiente, catalogándolos como tóxicos y persistentes, ya que una vez liberados al ambiente, no son fáciles de destruir o degradar, pueden emigrar a grandes distancias e introducirse en la cadena alimenticia. Desde entonces se ha despertado una gran preocupación sobre éste problema, por lo que a nivel mundial se han tomado medidas necesarias para prohibir su producción, distribución y uso.

El Ministerio del Ambiente, con la participación de varias instituciones gubernamentales y privadas, entre ellas el CONELEC, conformó en el año 2.004 el Comité Nacional de Manejo de de los Contaminantes Orgánicos Persistentes-COPs, cuyos representantes oficiales fueron, de entre otras empresas privadas interesadas en el tema, todos los Delegados de las diferentes empresas eléctricas del país.

Los Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs) son un conjunto de sustancias que comparten ciertas características básicas: poseen gran toxicidad, son persistentes en el ambiente, tienen capacidad para bio acumularse en las cadenas alimentarias y se trasladan a grandes distancias, lo que hace que se conviertan en un problema mundial para la humanidad, afectando en gran medida a los ecosistemas, la vida de la fauna y flora, introduciéndose en la cadena alimentaria y por consiguiente en el organismo humano.

Como resultado de los talleres llevados a cabo a nivel nacional, las prioridades de los COPs, se establecieron de la siguiente manera:

Primera Prioridad.- Se estableció para los Bifenilos Policlorados (PCBs); contenidos en los aceites dieléctricos de los transformadores y equipos de protección utilizados por las empresas eléctricas. El inventario preliminar de los PCBs da como resultado la existencia de aproximadamente 6.000 toneladas de aceite contaminado con trazas mayores de 50 ppm, en los que se incluyen los transformadores en operación, averiados, en desuso, y en bodegas, por lo que se requiere realizar el inventario definitivo.

Segunda Prioridad.- La segunda prioridad fue para las emisiones de Dioxinas y Furanos, estos componentes no son producidos comercialmente, ni se les conoce ninguna utilidad o aplicación, aunque se forman de manera espontánea en un gran número de procesos industriales en los que interviene el cloro, la mayor fuente de emisión de estos compuestos organoclorados constituyen los procesos de combustión no controlados como ocurre en los incineradores de residuos peligrosos.

Tercera Prioridad.- Se la otorgó a los plaguicidas que en Ecuador, el uso de la mayoría de estos compuestos está eliminado; cabe destacar que los plaguicidas COPs no son producidos en Ecuador, la mayoría de los residuos de estos plaguicidas se encuentran en el Laboratorio del Servicio Ecuatoriano de Sanidad Agropecuaria (14,45 kg) y en el Servicio Ecuatoriano de Erradicación de la Malaria en bodegas de almacenamiento temporal (1636,36 kg de DDT).

ENUNCIADO

Como el aceite dieléctrico con PCBs, contiene tiene alta estabilidad química, alta capacidad calorífica, alta constante dieléctrica, baja presión de vapor, y baja conductividad eléctrica, fue utilizado, específicamente para nuestro caso de investigación, en la fabricación de sistemas cerrados como transformadores y equipos de protección eléctrica hasta el año 1.977, fecha en que se prohibió su producción a nivel mundial.

El Sistema Eléctrico de la CNEL Regional El Oro, hasta diciembre 31 del 2011, está compuesto de 17 subestaciones en la que se incorporan 34 transformadores de poder a 69/13.8kV., y 49 equipos de protección eléctrica, de las que salen indistintamente 61 alimentadores primarios con un voltaje nominal a 13,8 kV., que sirven para distribuir y abastecer mediante 10.503 transformadores de distribución la demanda de energía eléctrica de los 14 cantones que componen la provincia de El Oro para atender una población de 600.659 habitantes¹.

Todos los transformadores y equipos de protección eléctrica descritos en el párrafo anterior fueron construidos con aceite dieléctrico, dependiendo de su fecha de fabricación, cierto porcentaje puede que contengan trazas mayores a 50 ppm., considerados como contaminados con PCBs, aunque no se descarta su presencia en los adquiridos posterior a su prohibición, por los remanentes y rehúso del aceite dieléctrico contaminado con PCBs. En la Bodega de Desechos Peligrosos, están registrados y guardados 465 tambores con aceite dieléctrico usado capacidad de 55 galones cada uno.

Así mismo, durante el mantenimiento correctivo de los transformadores y equipos de protección eléctrica, el personal que los revisa, manipula, retira y transporta, de no tomarse las medidas necesarias, está expuesto a contaminarse de manera directa, afectando su salud, y en caso de ser liberados de manera directa o indirecta perturbarán al medio ambiente, causando daños y consecuencias irreversibles.

1.1.1 BIFENILOS POLICLORADOS

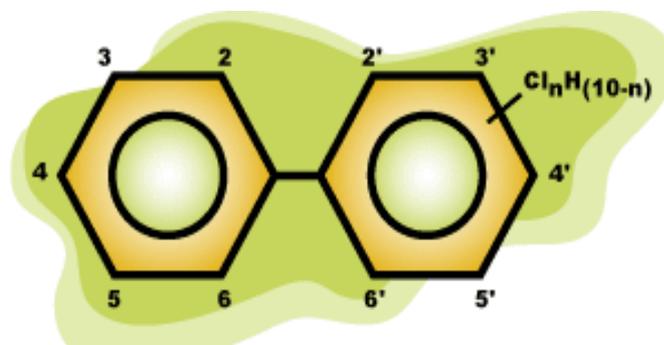
Los Bifenilos Policlorados conocidos como PCBs por sus siglas en Inglés, son una familia de sustancias químicas orgánicas compuestas de dos anillos de benceno unidos por un átomo de carbono (C) y un determinado número de

¹ VII Censo de Población y VI de Vivienda INEC 2010.

átomos de cloro (Cl) que sustituyen a los átomos de hidrógeno (H) del benceno en diferentes posiciones, muy estables y de difícil degradación. Su fórmula química es $C_{12}H_{(10-n)}Cl_n$, donde n es el número de átomos de Cloro y puede variar entre 1 y 10. El número y la posición de los átomos de Cloro determinan la clasificación y propiedades de las distintas moléculas, llegando a tener de ésta forma 209 posibles congéneres, pero solo 130 son mezclas comerciales.

Son líquidos de viscosidad variable, de consistencia resinosa por contener cantidades elevadas de cloro; tienen una alta estabilidad química, por lo que son difíciles de destruir, poseen una baja presión de vapor, alta capacidad calorífica, baja conductividad eléctrica y alta constante dieléctrica, no son biodegradables, y menos volátiles al aumentar el contenido de cloro. Son compuestos de elevada toxicidad (DL50 en ratas=1.6 g/Kg), persistentes en el medio ambiente y de escasa biodegradabilidad, lo que les hace susceptibles de bioacumulación

Figura No. 1: Estructura molecular de los PCBs



Fuente: Electrificadora de Santander S.A. Año 2012

Se sintetizaron por primera vez en 1.881 por SCHMITT-SCHULZ en Alemania. Por sus propiedades físicas y químicas, los PCBs fueron producidos a gran escala entre 1.929 y 1.977, como alternativas aceptables para aplicaciones industriales y comerciales. En 1.929, la empresa Monsanto (USA) inició la producción industrial.

A mediados de la década de 1.970 cesaron algunas aplicaciones en ciertos productos, pero siguieron utilizándose en transformadores, condensadores, termopermutadores y equipos hidráulicos. A partir del año 1.973 se prohibió su uso a nivel mundial, ésta disposición fue acatada por Estados Unidos, Europa, y Canadá (1.977), no así en el resto de países, que durante varias décadas, fueron usados de manera rutinaria en la fabricación de una amplia variedad de productos comunes de consumo, entre los que resaltan: plásticos, plastificantes, adhesivos, pegamentos, selladores líquidos, recubrimientos, resinas sintéticas, protecciones a prueba de agua, pinturas epóxicas y marinas, colorantes, barnices, plaguicidas, pesticidas, agroquímicos, papel carbónico “sin carbón”, tintas de imprenta, balastos de luces fluorescentes, y de las que aún varias de ellas se siguen fabricando. Se estima que entre 1.929 y 1.977 se produjeron 550 millones de kilogramos de PCBs. En los EEUU, Monsanto era el único productor en ese país. (Weinberg, 2.008)

Los Bifenilos Policlorados-PCBs, está considerado según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) como uno de los doce contaminantes más nocivos fabricados por el ser humano.

Propiedades físico-químicas de los PCBS

Las propiedades físico-químicas de los PCBs, han hecho que sean ideales como fluidos dieléctricos para transformadores, condensadores e interruptores, sin embargo hoy en día las desventajas se consideran significativas por tener las siguientes propiedades:

- Líquidos de viscosidad variable, aumenta cuando se incrementa el contenido de Cloro y no son biodegradables.
- Más pesados que el agua, la densidad fluctúa entre 1,182 y 1,600 g/ml. La densidad es más elevada cuando el contenido del Cloro es mayor.

- Los PCBs comerciales son de color amarillo claro u oscuro. Los congéneres individuales son incoloros.
- Alta resistencia al envejecimiento, no se deterioran con el uso.
- Alta estabilidad frente al calor, se descomponen a 1.000°C.
- Alto punto de inflamación entre 320 y 420°C, no son explosivos.
- Baja volatilidad, forman vapores más pesados que el aire, pero no mezclas explosivas con el aire.
- Resistentes a la oxidación, ácidos, bases y otros agentes químicos y son persistentes en el ambiente.
- Aislantes eléctricos, tienen alta constante dieléctrica y baja conductividad eléctrica.
- Excelentes en aplicaciones industriales.
- Rápidamente absorbidos y bioacumulados por los tejidos grasos, son no metabolizantes y los efectos en los humanos pueden ser graves.

Fabricantes y nombres comerciales de los PCBs

Entre los países fabricantes y nombres comerciales más conocidos de los productos que contienen PCBs, figuran de entre otros los que se enumeran a continuación:

Apirolio (Italia), Aroclor (Reino Unido, EEUU), Asbestol (EEUU), Askarel (Reino Unido, EEUU), Bakola 131 (EEUU), Chlorextol (EEUU), Clophen (Alemania), Diaclor (EEUU), Delor (Checoslovaquia), DK (Italia), DykanoL (EEUU), Elemex (EEUU), Elaol (Alemania), Fenchlor (Italia), Hydol (EEUU), Interteen (EEUU), Kaneclor (Japón), Noflamol (EEUU), Phenoclor (Francia), Pyralene (Francia), Pyranol (EEUU), Pyroclor (EEUU), Saft-Kuhl (EEUU), Santotherm (Japón), Sovol (URSS), Sovtol (URSS).

Usos de los PCBs

Los PCBs se usaron masivamente en una variedad muy amplia de aplicaciones industriales y de consumo. Los usos² o aplicaciones de los PCBs, se clasifican según su presencia en sistemas cerrados, parcialmente cerrados y abiertos, de acuerdo a su facilidad de escape al medio ambiente. Generalmente los sistemas cerrados y parcialmente cerrados contienen PCBs en aceites o fluidos. Los sistemas abiertos toman la forma del producto donde han sido utilizados como un ingrediente.

Usos cerrados.- Los PCBs se mantienen cerrados herméticamente dentro del equipo y bajo ningún concepto deben estar expuestos al usuario o medio ambiente, sin embargo pueden ocurrir emisiones de PCBs durante la etapa de mantenimiento o reparación. Los usos cerrados son los siguientes:

- Fluidos dieléctricos.
- Transformadores de Poder
- Transformadores de Distribución
- Interruptores
- Reguladores de Tensión
- Condensadores
- Antiguos electrodomésticos
- Motores eléctricos
- Balastos para equipos de iluminación
- Electroimanes

Usos parcialmente cerrados.- En aplicaciones parcialmente cerradas, el aceite con PCBs no está directamente expuesto al medio ambiente, pero puede llegar a estarlo durante su uso. Estos usos pueden liberar PCBs a través del

² Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. 2004

aire o por descarga al agua. Se incluyen en éste grupo, los siguientes sistema parcialmente cerrados:

- Sistemas de transferencia de calor
- Sistema hidráulicos y lubricantes en equipos de minas, barcos, equipo caminero, y de la agroindustria.
- Interruptores
- Bombas al vacío
- Cables eléctricos

Usos abiertos.- Corresponden a las aplicaciones en las cuales los PCBs se encuentran en contacto directo con lo que les rodea y así pueden ser fácilmente transferidos al medio ambiente, cuyas aplicaciones son las siguientes:

- Lubricantes
- Tintas
- Ceras
- Adhesivos
- Revestimientos
- Materiales aislantes
- Pesticidas y agroquímicos
- Pinturas epóxicas y marinas
- Materiales de construcción: asfaltos, filtros aislantes de ruido, paneles aislantes de techo, selladores, retardantes al fuego.
- Plastificantes: Selladores de empaquetaduras, PVC, sellos de goma
- Copias sin papel carbón
- Barras de detergentes
- Agentes despolvantes
- Líquidos para análisis de viscosidad
- Barnices, parafinas, resinas sintéticas y otros usos.

Determinación de rangos de concentración de PCBs.- Se estiman cuatro tipos de cuantificación³ de los Bifenilos Policlorados, en los aceites dieléctricos, la misma que servirá para determinar la opción de las medidas a seleccionar, cuyos rangos establecidos son los siguientes:

- >500 ppm de PCBs= producto considerado puro PCBs
- 50 a 500 ppm = producto contaminado por PCBs
- 5 a 50 ppm = producto no contaminado con PCBs
- < 5 ppm = producto sin PCBs

Procesos de destrucción de desechos de PCB

La destrucción de los PCB exige que se rompan los enlaces moleculares mediante una aportación de energía térmica o química. También se han estudiado los efectos de la energía biológica o de las radiaciones pero hasta ahora estos estudios no han tenido consecuencias comerciales, casi en su totalidad solo han sido producto de pruebas o ensayos de laboratorio. Los métodos más conocidos, son los siguientes:

- *Incineración*
- *Procesos de dechloración*
- *Sistemas de arco plasmático*
- *Terraplenado*
- *Biodegradación.*
- *Reducción química en fase gaseosa*

1.2 JUSTIFICACIÓN

“Aproximadamente 1.5 millones de toneladas de PCBs fueron producidos comercialmente a nivel mundial desde 1929 hasta 1979. De la producción total

³ Valor límite permisible especificado en el Anexo A del Convenio de Estocolmo.

se estima que 750.000 toneladas han sido liberadas al ambiente y una cantidad no determinada de PCBs está presente en equipos eléctricos todavía en servicio (U.S. EPA, 1997; HELCOM, 2001; Mondello, 2002)”.

Con el desarrollo de la presente investigación, se pretende dar directrices apropiadas para que se retire del Sistema Eléctrico de la CNEL Regional El Oro, todos los sistemas cerrados referentes a los transformadores y equipos de protección eléctricos, que posiblemente se encuentren contaminados con trazas mayores a 50 partes por millón, considerados como contaminados con PCBs., y que están instalados y en operación en toda el área de concesión. Para establecer los parámetros de contaminación se utilizará el US EPA SW-846 Method 9079 con el kit CLOR-N-OIL-50 que nos da los resultados por colorimetría.

Para el manipuleo, retiro, carga, transporte, descarga y disposición transitoria en la Bodega de Desechos Peligrosos de los equipos descritos, se detallan varias medidas correspondientes a capacitación y dotación de equipos de protección individual para que el personal que realiza dichas actividades se encuentre plenamente adiestrado para realizar éstas actividades no vea afectada su salud de manera directa o indirecta, ni existan perturbaciones al medio ambiente, cuyos daños y consecuencias pueden ser irreversibles.

Con el retiro de los transformadores y equipos de protección eléctrica que poseen aceite dieléctrico contaminado con trazas mayores a 50 ppm., se estará protegiendo a la salud de la población y del medio ambiente que abarca los 14 cantones de la provincia de El Oro y ciertos sectores de las provincias de Guayas y Azuay.

Efectos de los PCBs en el ambiente

Las características de los PCBs que los hicieron valiosos en el comercio y la industria, hoy los convierten en un problema por sus efectos⁴ nocivos cuando son liberados al ambiente, especialmente cuando hay derrames de esta sustancia, ya que desde el suelo pueden migrar por capilaridad al nivel freático y al aire, siendo arrastrados a otras regiones, países o continentes, que causan la contaminación de grandes extensiones.

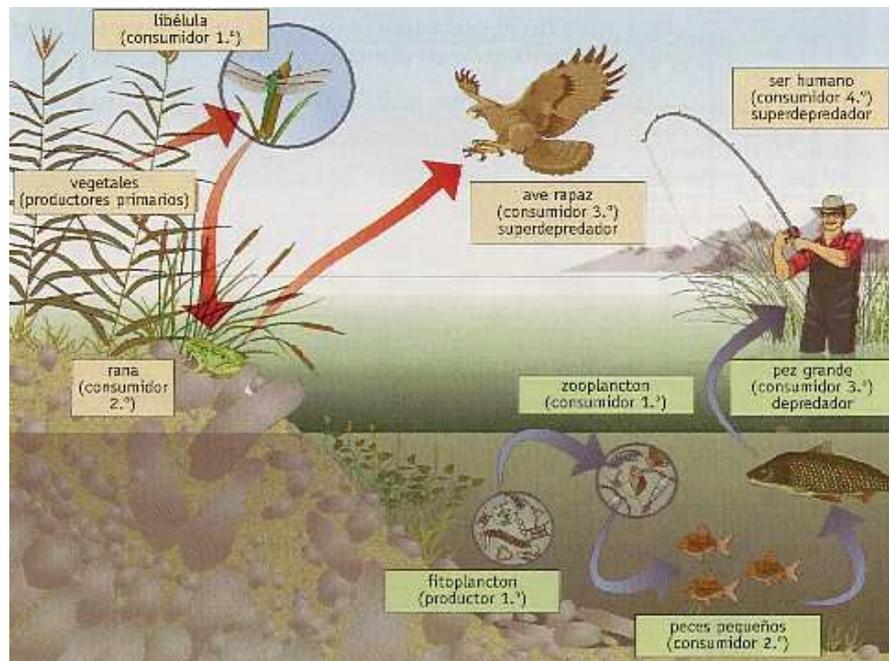
Se ha determinado que un litro de PCBs vertido en el agua, crea una capa superficial de más de 8.000 m²., con la característica de contaminar aproximadamente un millón de litros de agua que puede ser potable, agua de los mares, ríos, lagos, lagunas, afectando a la fauna y ecosistema presente, biomagnificándose en la cadena alimenticia. (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales-México).

Cuando existe un incendio de equipos con PCBs, el humo y las emanaciones pueden generar altas concentraciones de dioxinas y furanos que son mucho más tóxicos, que contaminan de esta forma grandes áreas de aire, agua y suelo. Las dioxinas son las sustancias más dañinas que se conocen, son cinco millones de veces más tóxicas que el cianuro y se ha comprobado que son cancerígenas.

Los PCBs que son liberados al medio ambiente, pueden entrar al cuerpo humano y al de los animales a través de la inhalación, contacto cutáneo o por ingestión. Al entrar los PCBs al cuerpo humano y de los animales, se resisten a la descomposición y no son expulsados mediante procesos de excreción o secreción, sino que se quedan en los tejidos grasos del cuerpo, acumulando cada vez más concentraciones de estos elementos en su organismo. Este efecto de concentración es llamado bio-acumulación.

⁴ Fuente: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales- México

Figura No. 2: La Cadena Alimenticia del Hombre



Fuente: <http://unipamplonacadenaalimenticia.blogspot.com>. Año 2012

Otro efecto importante es el conocido como bio-ampliación. Esto ocurre cuando las especies contaminadas de un ecosistema ubicadas en los niveles más bajos de la cadena alimenticia (por ejemplo el plancton en el océano o los gusanos en el río) son consumidos por otras especies y seres más altos de la cadena alimenticia como los peces y animales, por lo que las concentraciones de PCBs que se acumulan son más elevadas en los seres humanos que se ubican en el nivel superior de la cadena alimenticia.

Efectos de los PCBs en el ser humano

Estudios realizados en los seres humanos demuestran que los envenenamientos comienzan entre 800 y 1.000 ppm., y los primeros síntomas inician en la piel y ojos. Las maneras de exponerse a los PCBs son por

ingestión, inhalación y absorción cutánea, siendo sus efectos⁵ en el ser humano, los siguientes:

Efectos agudos.- Son reacciones fisiológicas que ocurren después de la exposición, como por ejemplo:

- Irritación en los ojos por hipersecreción en las glándulas lagrimales
- Trastornos en la función hepática y del sistema inmunológico
- Irritación cutánea (cloracné, hiperpigmentación, etc.).
- Cambios pigmentarios en la piel y uñas.
- Cefaleas, depresión, mareos y/o fiebre.
- Irritación en el tracto respiratorio.
- Depresión, nerviosismo.
- Pérdida de la memoria.
- Fatiga e impotencia.

Efectos crónicos.- Son reacciones que ocurren después de la exposición prolongada, como las siguientes:

- Efectos sobre la reproducción y el desarrollo
- Trastorno en el desarrollo neurológico.
- Trastornos del sistema inmunológico.
- Trastornos hepáticos.
- Posible cancerígeno.

Efectos toxicológicos.- Son los efectos nocivos de los agentes químicos, biológicos y de los agentes físicos en los sistemas biológicos. En el cuerpo humano pueden penetrar a través de la piel, pulmones, y tracto gastrointestinal. Después de la absorción los PCBs son llevados a los tejidos grasos a través de

⁵ Environment Canadá 1985- Directrices para la identificación de PCB y materiales que contengan PCB, PNUMA, Agosto 1999.

la sangre y depositados en órganos como los riñones, hígado, pulmones, cerebro, corazón y piel. En personas expuestas profesionalmente se han encontrado hasta 700 mg/kg almacenado en el tejido adiposo, cuyos efectos son los siguientes:

- Desórdenes en la piel.
- Desórdenes en el hígado.
- Efectos neuromusculares.
- Desórdenes viscerales.
- Desórdenes metabólicos.
- Problemas de reproducción y anomalías fetales.

Mecanismos de dispersión de los PCBs.

La dispersión de los PCBs en la naturaleza se debe principalmente al manejo inapropiado que dan las empresas públicas y privadas de los sectores energético e industrial a los equipos y aceites contaminados, siendo las causas principales las que a continuación se describen:

- Derrames de aceites de los equipos que los utilizan, en especial los transformadores de energía eléctrica, debido al deterioro de éstos y/o inadecuado mantenimiento.
- Derrame intencional para la reutilización de las carcasas y recipientes que contienen aceite dieléctrico o fluidos similares.
- De los recipientes en los que se almacenan los aceites dieléctricos usados.
- Mezcla de los aceites contaminados con aceites limpios provocando la contaminación cruzada, producida principalmente durante los procesos de regeneración del aceite dieléctrico.

- Relleno de equipos con aceites dieléctricos de dudosa procedencia, sin realizar las pruebas necesarias para establecer previamente la presencia o no de PCBs.
- Utilización de recipientes y/o tambores contaminados para almacenar aceite dieléctrico limpio o mezclarlo con aceite contaminado.
- Explosión e incendio de transformadores, generando la formación de dioxinas y furanos.

Los PCBs en procesos de combustión y a temperaturas altas, pueden arder y generar subproductos peligrosos como las dioxinas y furanos, no suelen evaporarse o disolverse en el agua con facilidad, porque tienen muy lenta degradación física, química o microbiológica, por lo tanto son persistentes en el ambiente, convirtiéndolos en contaminantes globales al dispersarse por el medio ambiente a través de corrientes de aire, marinas, ríos y personas, encontrándose en el agua, sedimentos, animales y personas, llegando incluso en zonas remotas.

Otras formas de dispersión de los PCBs son ocasionados por desechos al ambiente y el mal manejo de varios equipos y materiales que contienen estos compuestos, incineración de desechos con contenidos de PCBs al aire libre o en incineradores no adecuados para el efecto. La liberación de los PCBs contamina el suelo y el agua, ya que una de las características es su facilidad para volatilizarse hace que se dispersen rápida y fácilmente al medio ambiente. Por éstos motivos los PCBs pueden llegar hasta los hogares en forma de leche y productos lácteos, pollo, huevo, pescado y moluscos, empaques contaminados, etc.

1.3. OBJETIVOS

Objetivo General

Implementar un Plan de Manejo Ambiental para disminuir los efectos en el medio ambiente y la salud humana, frente a los impactos de los PCBs en el área de concesión de la CNEL Regional El Oro, promoviendo acciones concretas para su identificación, manipuleo y disposición final.

Objetivos Específicos

1.3.1. Determinar la cantidad y ubicación de los transformadores y equipos de protección eléctrica que están instalados en el sistema eléctrico de la CNEL Regional El Oro.

1.3.2. Realizar análisis para verificar la presencia de PCBs por el US EPA SW-846 Method 9079 con el kit CLOR-N-OIL-50 a los sistemas cerrados de los transformadores y equipos de protección eléctrica que son retirados del sistema eléctrico por presentar desperfectos al haber cumplido su vida útil.

1.3.3. Elaborar un Plan de Manejo Ambiental para la manipulación y retiro de transformadores y equipos de protección que contienen aceite dieléctrico con trazas mayores a 50 ppm de PCBs, instalados en el sistema eléctrico del área de concesión de la CNEL Regional El Oro.

1.4 HIPÓTESIS

Ordenamiento del procedimiento de las actividades para el manejo y retiro del aceite dieléctrico usado contaminado con PCBs., dentro Área de Concesión la CNEL Regional El Oro.

1.5 UBICACIÓN

Actualmente las 17 subestaciones eléctricas, se encuentran ubicadas estratégicamente en los diferentes cantones de la provincia de El Oro, con la

finalidad de poder brindar un servicio de energía eléctrica óptimo, están enlazadas por intermedio de 259,25 kilómetros de líneas de subtransmisión con un nivel de voltaje nominal 69 kV., soportadas por torres de estructura metálica y postes de hormigón armado, la conducción de la energía eléctrica se la realiza por intermedio de conductores de aluminio aéreos desnudos.

Las subestaciones de la CNEL Regional El Oro, según su código asignado a nivel nacional son las siguientes:

Cuadro No. 1: Subestaciones del Sistema Eléctrico de la CNEL Regional El Oro S.A.

SUBESTACIONES DEL SISTEMA ELECTRICO DE LA CNEL REGIONAL EL ORO S.A.							
Código	Subestación	Area (m2)	Cantón	Parroquia	Coordenadas WGS-84 Zona 17 Sur		
					Latitud	Longitud	Altitud msnm
01	La Peaña	10.000,00	Pasaje	La Peaña	625832 E	9636054 N	15
02	Barbones	9.669,60	El Guabo	Barbones	627685 E	9646984 N	9
03	El Cambio	31.592,20	Machala	El Cambio	621871 E	9635472 N	12
04	Machala	31.592,20	Machala	La Providencia	618622 E	9638537 N	7
05	La Avanzada	9.052,50	Santa Rosa	Bellavista	614331 E	9610736 N	49
06	Los Pinos	6.932,30	Machala	Jambelí	613368 E	9640240 N	4
07	Sta. Rosa	9.848,50	Sta. Rosa	Santa Rosa	614789 E	9618870 N	11
08	Machala Centro	441,52	Machala	La Providencia	616581 E	9638954 N	4
09	Arenillas	9.154,55	Arenillas	Arenillas	603347 E	9607621 N	45
10	Portovelo	6.449,90	Portovelo	Portovelo	651836 E	9589831 N	625
11	Huaquillas	3.618,60	Huaquillas	Unión Lojana	587909 E	9614183 N	14
12	Pagua	1.888,50	El Guabo	Río Bonito	637730 E	9658738 N	18
13	Balao	900,20	Balao	Balao	643968 E	9679094 N	45
14	Saracay	3.994,20	Piñas	Saracay	626724 E	9597218 N	176
15	La Iberia	4.020,20	El Guabo	la Iberia	626109 E	9640043 N	15
16	Porotillo	1.684,00	Pasaje	Uzhcurrumi	653264 E	9632125 N	276
17	La Primavera	10.378,00	Machala	Jambelí	616691 E	9641684 N	4

Fuente: CNEL Regional El Oro. Información recopilada: Gilbert Añazco. 2.012

Adicionalmente se encuentran en operación 4 subestaciones particulares que dotan de energía eléctrica al sector comercial e industrial, en las que se integran 5 transformadores de potencia con una capacidad total de 21.5 MVA., enlazadas por 4,07 kilómetros de líneas de subtransmisión con un nivel de

voltaje a 69 kV. Las subestaciones de uso particular se encuentran ubicadas en los siguientes cantones:

Cuadro No. 2: Subestaciones Particulares de uso Comercial e Industrial

SUBESTACIONES PARTICULARES ENLAZADAS AL SISTEMA ELECTRICO DE LA CNEL REGIONAL EL ORO S.A.							
Código	Subestación	Area (m ²)	Cantón	Parroquia	Coordenadas WGS-84 Zona 17 Sur		
					Latitud	Longitud	Altitud msnm
	Paseo Shopping	250,00	Machala	La Providencia	618646 E	9637235 N	4
	Svetlana	391,21	Portovelo	Portovelo	652236 E	9588838 N	756
	Elipe	117,50	Portovelo	Portovelo	653346 E	9589802 N	724
	Incarpalm	372,30	Machala	La Providencia	621526 E	9636486 N	4

Fuente: CNEL Regional El Oro. Información recopilada: Gilbert Añazco. 2.012

En la Dirección de Planificación de la CNEL, al 31 de diciembre del 2.011, se pudo establecer en base a los datos registrados que existen 10.503 transformadores de distribución, instalados en 57 circuitos primarios, cuyos equipos sirven para dotar de servicio eléctrico a 203.337 familias, para una población activa de 600.659 personas. La información de los datos sobre el número de abonados fue emitido por la CNEL Regional El Oro, y los datos del número habitantes fueron establecidos por el INEC en base al VII Censo de Población y VI de Vivienda, realizado el 28 de noviembre del 2010.

Los sesenta y un circuitos primarios en media tensión a 13,8/7,62 kV., son los siguientes: El Carmen, Malecón, Pasaje, Barbones-Tendales, El Guabo, El Cambio-Tillales, Santa Rosa, Expreso 1, Madero Vargas, Unioro, Expreso 2, Emproro, El Condado, Puerto Bolívar, Barrios del Sur, Ceteoro, 18 de Octubre, Olmedo, Puerto Jelí, Bolívar (Santa Rosa), Bellavista-La Avanzada, Sucre, Boyacá, Arízaga, Bolívar (Machala), Fybeca, Arenillas, La Cuca-La Pitahaya, Cordón Fronterizo, El Telégrafo, Archipiélago de Jambelí, Zaruma, Portovelo, Piñas, Atahualpa, El Pindo, Osorio, Huaquillas, Teniente Cordovez, Chacras, Hualtaco, Bella Rica, Ponce Enriquez, La Cadena, Río Bonito, Tenguel, Balao, Cien Familias, Balsas, Piedras, Tillales, Cartonera Andina, Chilla.

2 MARCO TEORICO

Por ser anti-inflamable, la mayoría de los aceites dieléctricos con PCB's se usaron en áreas con alto riesgo de incendio ya que no conducen la electricidad y tienen baja volatilidad a temperaturas normales, son insolubles en agua, químicamente estables, altamente aislantes con el punto de ebullición a alta temperatura (+170°C). (Subsecretaría de Ecología de Argentina, 2.011).

Los PCBs están considerados según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), como uno de los doce contaminantes más nocivos fabricados por el ser humano, es considerado un contaminante orgánico persistente, es decir que permanece en el medio ambiente por largos períodos, no son biodegradables, se transportan a largas distancias, y causan efectos nocivos en la salud humana. (Weinberg, 2.008).

Las mayores concentraciones de PCBs, suelen encontrarse en el hígado, el tejido adiposo, el cerebro y la piel. También están presentes en la sangre. Su permanente exposición se ha vinculado también con efectos neurológicos, como entumecimiento, dolores de cabeza, infecciones frecuentes y cambios en la piel, sobre todo sarpullidos y cloracné. (PNUMA, 2002).

Los primeros transformadores llenados con PCBs se fabricaban de forma muy parecida a los equipos que se llenaban con aceite, pero los modelos posteriores se fabricaron como unidades completa o herméticamente selladas sin válvulas de drenaje ni dispositivos de acceso. La razón de ello es que como los PCBs tenían la reputación de ser fluidos muy estables, no se degradarían como los aceites normales, y por eso los transformadores podrían sellarse para siempre. La experiencia ha demostrado que no es así. (PNUMA, 2.002).

Los obreros que realizan la instalación de los transformadores, son parte del personal de cada empresa que los compra, por lo general los trabajadores no

reciben información adecuada y específica de los riesgos del aceite dieléctrico con PCBs. Igualmente el mantenimiento correctivo se lo realiza sin consideraciones de seguridad ni advertencias detalladas sobre el manejo de dichos transformadores. (MAE, 2.006).

Según MAE (2006), indica: Como resultado de los talleres de priorización llevados a cabo a nivel nacional, la primera prioridad entre las diferentes categorías de los COPs se la dio a los Bifenilos Policlorados (PCBs), contenidos en los aceites dieléctricos utilizados por las empresas eléctricas. El inventario preliminar de PCBs realizado por COALDES en su informe del 28 de septiembre del 2.003, da como resultado que 6.000 toneladas de aceite dieléctrico está contaminado (transformadores quemados, en desuso, en bodegas, en uso), por lo que es necesario completar el inventario. (pp. 5).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Determinar la cantidad de transformadores y equipos de protección que están instalados en el sistema eléctrico.

Para realizar éste objetivo, se revisó la base de datos estadísticos de la Dirección de Planificación de la CNEL Regional El Oro, para obtener la información sobre la cantidad de transformadores de distribución instalados en el sistema eléctrico del área de concesión, que de acuerdo al año de fabricación permitirá establecer cuantos transformadores fueron instalados a partir del año 1.964, fecha en que inicio sus actividades la corporación (Ex-EMELORO), hasta el año 1.977, fecha en que se prohibió la fabricación a nivel mundial de transformadores y equipos de protección con aceite dieléctrico con PCBs. Adicionalmente se realizó inspecciones a las 21 subestaciones eléctricas en operación: 17 de la CNEL y 4 particulares, para establecer la cantidad de transformadores de potencia, y equipos de protección están instalados y en

operación, así como el de determinar los que fueron fabricados con aceite dieléctrico.

3.2 Realizar análisis cualitativo para verificar la presencia de PCBs por el US EPA SW-846 Method 9079 con el kit CLOR-N-OIL-50 a los transformadores y equipos de protección que son retirados del sistema eléctrico.

3.2.1 Precauciones del método:

Existen varios métodos para establecer la presencia de PCBs en el aceite dieléctrico de un transformador, para el presente caso se utilizó el US EPA SW-846 Method 9079 con el kit CLOR-N-OIL 50, debido a que es económico y de una buena confiabilidad⁶. Ciertas precauciones importantes fueron observadas antes iniciar la prueba, ya que el kit trabaja bajo el principio de la determinación de cloro, por lo que debe evitarse cualquier contacto con sal (cloruro de sodio), agua de mar, transpiración, etc. Las ampollas no deben tocarse directamente, ni el soporte de las mismas o el extremo de la pipeta.

3.2.2. Sugerencias previas:

- Se leyó las sugerencias para usar el kit CLOR-N-OIL-50 antes de realizar la prueba.
- Se usó guantes industriales de caucho largo con resistencia a ácidos y químicos, gafas de protección transparentes, y mascarilla descartable mientras realizaba las pruebas.
- Los kits y equipos de protección personal se guardaron fuera del alcance de niños.

⁶El kit CLOR-N-OIL 50 cumple con la EPA SW-846 método 9079 que se basa en una reacción química para verificar el nivel de cloro presente en la mezcla de acuerdo con un nivel prefijado por colores.

3.2.3 Cada KIT CLOR-N-OIL-50 consta de los siguientes elementos:

- Tubo No.1.- Un tubo de prueba plástico con un tapón dosificador color negro que contiene una ampolla incolora abajo (tapa), y una ampolla gris arriba (fondo).
- Tubo No.2.- Un tubo de prueba plástico con tapón dosificador color blanco, con encapsulado que contiene 7 ml de una solución reguladora (búfer), que al agregarle cualquier solución no cambia su PH o grado de acidez.
- Una pipeta plástica
- Una ampolla de cristal contenido en una manga de la caja de cartón y un tubo plástico señalados como "disposición de la ampolla".

3.2.4. Instrucciones para el método a aplicarse: Las pruebas con el kit CLOR-N-OIL-50 se las realizó, con los técnicos de la Unidad de Gestión Ambiental de la CNEL Regional El Oro, quienes conformaron el equipo de apoyo para realizar esta actividad⁷.

Primer paso.-Verificación: Asegúrese que el contenido de todos los accesorios y reactivos de la caja DEXSIL que contiene el kit CLOR-N-OIL-50 estén presentes e intactos, y con fecha vigente. Coloque los dos tubos plásticos en el contenedor en el frente de la caja. Tubo No.1 tapón color negro. Tubo No.2 tapón color blanco.



Segundo paso.- Preparación: Desenrosque el tapón dosificado color negro del tubo No.1. Con la pipeta plástica, transfiera exactamente 5 ml (hasta la línea marcada) de aceite dieléctrico del transformador que se



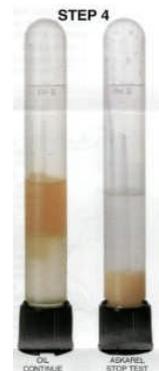
⁷Las graficas del numeral 3.2.4 son fuente de la CNEL Regional El Oro. Registradas por el equipo de apoyo del autor. Año 2012.

analizará en el tubo. Tape nuevamente el tubo firmemente.

Tercer paso.- Reacción: Rompa la ampolla incolora del tubo No.1, que se encuentra abajo (fondo en el tubo), comprimiendo los lados del tubo. Mescle a fondo la muestra agitando el tubo por 10 segundos. Seguidamente rompa la ampolla color gris (superior en el tubo) y agite nuevamente a fondo la muestra por 10 segundos. La reacción requerirá de 50 segundos adicionales durante los cuales se deberá agitar intermitentemente varias veces. Contralar el tiempo con un reloj.



Cuarto Paso.- Extracción: Desenrosque los tapones de ambos tubos, vierta la solución búfer del tubo No.2 (tapón blanco) en el tubo No.1 (tapón negro). Tape el tubo No.1 y agite a fondo durante 10 segundos. Desenrosque ligeramente el tapón para permitir la salida del gas que se forma en el interior. Vuelva a cerrar el tubo firmemente y agítelo a fondo durante otros 10 segundos. Nuevamente desenrosque ligeramente el tubo para permitir la salida del gas y cierre la tapa firmemente. Deje en reposo el tubo No.1 durante 2 minutos, con el tapón negro como base (el aceite ya no debe verse de color gris). Si la capa de aceite esta sobre la solución búfer, continuar la prueba. Si la capa de aceite queda debajo de la solución búfer, se concluye la prueba, porque se considera PCBs puro.

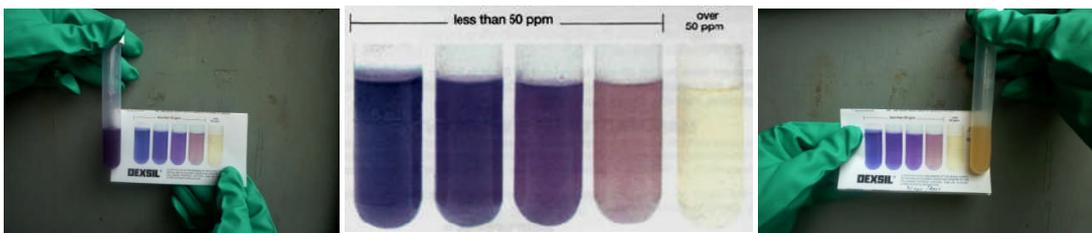


Quinto paso.- Análisis: Coja el tubo No.1 de manera vertical con el tapón negro hacia abajo, abrimos el dispositivo del tapón (extendiendo los brazos del operador mientras lo abre) para ser vaciado en el tubo No.2 (tapón blanco), comprobamos que el inyector



esté abierto totalmente antes de dispensar la solución clara. Descargue la solución clara en el tubo No.2 (hasta la línea de 5 ml) comprimiendo los lados del tubo. Rompa la ampolla inferior (color claro) y agite a fondo por 10 segundos, luego desenrosque ligeramente el tubo para liberar el gas. Rompa la ampolla superior (color amarilla) y agite a fondo por 10 segundos. Deje la muestra del tubo No.2 en reposo por 2 minutos con el tapón blanco como base.

Sexto paso.- Resultados: Observe el color resultante, comparándolo con los colores de la carta de DEXSIL para determinar cualitativamente la presencia o no de Bifenilos Policlorados. Si la solución aparece de color violeta claro a violeta oscuro, la muestra del aceite contiene menos de 50 ppm de PCBs.



Si la solución aparece amarilla o incolora, puede contener más de 50 ppm de PCBs. No debe atribuirse ningún valor al color que pueda aparecer en la capa delgada de aceite que pueda formarse encima de la solución.

Séptimo paso.- Disposición: Abra el envase de ampolla que contiene el reactivo que forma parte del kit, haciéndola caer en el interior del tubo No.2. Rompa la ampolla comprimiendo los lados del tubo, con suficiente fuerza pero sin dañar el embase y luego agite por 5 segundos. Este reactivo inmoviliza el mercurio de modo que el kit pase la prueba de “Procedimiento de Lixiviación Característica de la Toxicidad” (TCLP) de la “Agencia de Protección del Ambiente” (EPA).



De comprobarse pruebas positivas, los accesorios y reactivos de la caja DEXSIL que contiene los elementos para realizar las pruebas con el kit CLOR-N-OIL 50 serán considerados como desechos de PCBs o peligrosos. En el presente caso deberán ser colocados en fundas de color rojo destinadas para desechos biopeligrosos y ser trasladados apropiadamente hacia el relleno sanitario del cantón Machala, el mismo que está provisto de celdas adecuadas para darles el tratamiento final que el caso requiere.



3.2.5. Observaciones

- Se utilizó el kit CLOR N OIL 50 debido a su bajo costo, ahorro de tiempo, no hay resultado falso-negativo, y son adecuados para aceites, suelos y aguas. La desventaja es de que puede darnos resultados falsos-positivos por el contenido de cloro.
- De requerirse cuantificar la cantidad de PCBs que contiene el aceite dielectrico, puede emplearse otros métodos como el análisis con el equipo marca DEXSIL modelo L2000DX, que cumple con la Norma US EPA SW-846 Method 9079, o el método estándar de la prueba de ASTM 4059-96 para el análisis de PCBs en líquidos aisladores por cromatografía de gases, pero más costosos que el descrito en el punto anterior.
- El CLOR-N-OIL-50 es un producto de marca registrada por la corporación DEXSIL bajo las siguientes patentes:4.873.056, 4.686.192, 5.013.66

3.2.6. Requerimientos:

Se solicitó a la administración de la CNEL Regional El Oro, la adquisición de la cantidad de 800 kits CLOR-N-OIL-50, con la finalidad de realizar los análisis cualitativos por el US EPA SW-846 Method 9079, para determinar la presencia

o no de PCBs, de los transformadores de distribución que han sido dados de baja por estar averiados y que siguen llegando al laboratorio de transformadores, así como en los tambores de 55 galones de aceite dieléctrico usado. En ambos casos los equipos y tambores se encuentran en el interior de una bodega acondicionada y destinada para desechos peligrosos, construida especialmente para resguardarlos, con los requerimientos de seguridad que el caso amerita.

3.3 Elaborar un Plan de Manejo Ambiental para la manipulación de transformadores en el área de concesión

Se implementará un Plan de Manejo Ambiental, en el que se determinarán medidas para prevenir, minimizar, y mitigar los impactos negativos generados al ambiente, seguridad industrial y la salud laboral, ante la presencia del aceite dieléctrico con trazas mayores a 50ppm de PCBs, en los transformadores y equipos de protección que son dados de baja, y que son retirados del sistema eléctrico al presentar fallas por falta de un adecuado mantenimiento preventivo, lo que produce que la calidad del aceite pierda sus cualidades y esto provoque fallas posteriores algunas causas son las siguientes: fugas, carga de voltaje excesiva, mala protección eléctrica, mala instalación, mal manejo y desconocimiento del equipo. Esta situación provoca el deterioro del aceite dieléctrico, fallas en el equipo auxiliar, o fallas en los devanados. Se incluye los tambores con capacidad de 55 galones que contienen aceite dieléctrico usado, y que actualmente permanecen embodegados en la Bodega para Desechos Peligrosos.

4. RESULTADOS

4.1. Determinar la cantidad de transformadores y el volumen de aceite dieléctrico de los equipos en operación y de los que han sido retirados del sistema eléctrico.

4.1.1. Transformadores de Poder y equipos de protección

Los transformadores de poder son máquinas eléctricas estáticas que permiten modificar los valores de voltaje y corriente con el fin de que éstos tomen los valores más adecuados para el transporte y distribución de la energía eléctrica. Para la misma potencia a mayor tensión menor corriente circulará por el conductor y el calibre de este será menor. Son de aplicación en subestaciones transformadoras, centrales de generación y en grandes usuarios.

En el sistema eléctrico de la CNEL Regional El Oro, se utilizan para transportar la energía eléctrica entre subestaciones a través de 259,25 kilómetros de líneas de subtransmisión del Sistema Nacional Interconectado a un voltaje nominal de 69 kV.

Conforme a lo planificado, se realizó las inspecciones de campo a las diecisiete subestaciones del sistema eléctrico del área de concesión, en las que se constató que se encuentran en operación 28 transformadores de poder, con una potencia total instalada de 235,5 MVA. También están instalados y en operación 6 transformadores de servicio interno, con una capacidad total de 1,8 MVA.

En la Subestación Machala Centro existen dos transformadores de 6 MVA., cada uno, los mismos que están fuera de servicio por encontrarse averiados. El volumen total de aceite dieléctrico que se pudo establecer en los transformadores de poder y equipos de protección eléctrica es de 162.076 litros.

En las inspecciones de campo realizadas a las cuatro subestaciones particulares que operan con igual voltaje nominal a 69 kV., se constató la presencia y en operación 5 transformadores de potencia, con una carga instalada de 21,5 MVA. Se estableció que todos los transformadores de

potencia descritos contienen aceite dieléctrico y su acceso es restringido al público. Se pudo verificar en todos los casos la potencia o capacidad, marca, serie y el nombre del propietario.

Gráfica No. 1:

Transformadores de potencia de la CNEL Regional El Oro, Subestaciones El Pache, Machala y La Peaña



Fuente: CNEL Regional El Oro. Registro gráfico: Gilbert Añazco. 2.012

Con la finalidad de no afectar al ambiente, específicamente a los recursos suelo y agua, por posibles goteos y derrames de aceite dieléctrico desde los transformadores de potencia instalados en las diferentes subestaciones, paulatinamente se han ido mejorando los diseños de las estructuras de soporte como son las bases de hormigón armado, por lo que actualmente se requiere de fosas contenedoras y cisternas impermeables conectadas por tuberías y llaves de paso por posibles derrames y casos de contingencias, como las que se observa en las siguientes gráficas:

Gráfica No. 2:

Subestaciones La Primavera, Svetlana e Incarpalm con Fosas Contenedoras para Aceite Dieléctrico



Fuente: CNEL Regional El Oro. Registro gráfico: Gilbert Añazco. 2.012

Cuadro No. 3:

Transformadores de Potencia y de Servicio Interno Instalados en las Subestaciones del Sistema Eléctrico

TRANSFORMADORES EN SUBESTACIONES DEL SISTEMA ELECTRICO DE LA CNEL REGIONAL EL DRO									
Código	Nombre de la Subestación	Ubicación	Marca del Transformador	Voltajes (kV)	Capacidad Trafos OA-FDA (MVA)	Año de Fabricación	País de Fabricación	Aceite dieléctrico	
								Volúmen (lts)	Peso (kg)
01	La Peaña	Pasaje	MITSUBISHI	69/13.8	10	1.987	Japón	5.200	4.700
	La Peaña	Pasaje	WEG-TRAFO	69/13.8	16	2.010	Brasil	5.500	4.900
	La Peaña	Pasaje	SOUTH WALES	13.8/0.23	0,1	1981	Australia	275	235
02	Barbones	El Guabo	HAWKER SIDDELEY	67/13.8	2,5	1.981	Inglaterra	4.640	3.962
	Barbones	El Guabo	HAWKER SIDDELEY	67/13.8	2,5	1.978	Inglaterra	4.848	4.140
	Barbones	El Guabo	SOUTH WALES	13.8/0.23	0,1	1981	Australia	275	235
03	El Cambio	Machala	HAWKER SIDDELEY	67/13.8	10	1.981	Inglaterra	7.665	6.560
	El Cambio	Machala	HAWKER SIDDELEY	67/13.8	10	1.981	Inglaterra	7.665	6.560
	El Cambio	Machala	HAWKER SIDDELEY	13.8/13.8	10	1.981	Inglaterra	4.645	3.980
	El Cambio	Machala	HAWKER SIDDELEY	13.8/0.23	0,5	1.981	Inglaterra	610	520
	El Cambio	Machala	HAWKER SIDDELEY	13.8/0.23	0,5	1.978	Inglaterra	777	663
	El Cambio	Machala	BRUSHI TRANSFORMER	13.8/0.23	0,5	1.976	Inglaterra	700	560
04	Machala	Machala	HAWKER SIDDELEY	67/13.2	10	1.978	Inglaterra	9.311	7.968
	Machala	Machala	HAWKER SIDDELEY	67/13.2	10	1.982	Inglaterra	8.970	7.680
05	La Avanzada	Santa Rosa		69	Subestación de transferencia de energía				
06	Los Pinos	Machala	SIEMENS	69/13.8	16	1.998	Colombia	11.500	9.867
07	Santa Rosa	Sta. Rosa	PAUWELS	69/13.8	5	1.996	Belgica	4.536	4.100
	Santa Rosa	Sta. Rosa	CROMPTON GREAVES	69/13.8	10	2.009	India	7.795	6.780
	Santa Rosa	Sta. Rosa	SOUTH WALES	13.8/0.23	0,1	1981	Australia	275	235
08	Machala Centro	Machala	MITSUBISHI	69/13.8	10	1.998	Japón	7.200	6.500
	Machala Centro	Machala	SINDELEN	69/13.8	3,75	1.976	Chile	5.636	4.825
	Machala Centro	Machala	FOSTER	13.8/4,16	6	1.971	USA	3.993	3.410
	Machala Centro	Machala	FOSTER	13.8/4,16	6	1.971	USA	3.993	3.410
09	Arenillas	Arenillas	CROMPTON GREAVES	69/13.8	10	2.009	India	7.795	6.780
10	El Pache	Portovelo	PAUWELS	69/13.8	5	1.996	Belgica	4.536	4.100
	El Pache	Portovelo	WEG-TRAFO	69/13.8	16	2.010	Brasil	5.500	4.900
	El Pache	Portovelo	MITSUBISHI	69/13.8	10	1.998	Japón	7.200	6.500
11	Huaquillas	Huaquillas	CROMPTON GREAVES	69/13.8	10	2.009	India	7.795	6.780
	Huaquillas	Huaquillas	MITSUBISHI	69/13.8	5	1.987	Japón	3.208	2.900
12	Pagua	El Guabo	MITSUBISHI	69/13.8	5	1.998	Japón	5.200	4.700
	Pagua	El Guabo	MITSUBISHI	69/13.8	5	1.998	Japón	5.200	4.700
13	Balao	Balao	OSAKA	69/13.8	5	1.982	Japón	4.000	3.600
	Balao	Balao	HAWKER SIDDELEY	67/13.2	2,5	1.981	Inglaterra	4.640	3.962
14	Saracay	Piñas	HAWKER SIDDELEY	67/13.2	3,75	1.980	Inglaterra	5.636	4.825
15	La Iberia	El Guabo	MITSUBISHI	69/13.8	10	1.998	Japón	7.200	6.500
16	Porotillo	Pasaje	HAWKER SIDDELEY	67/13.2	2,5	1.978	Inglaterra	4.848	4.140
17	La Primavera	Machala	TRAFO	69/13.8	20	2.007	Brasil	6.621	5.899
Particular	Paseo Shopping (P)	Machala	TRAFO	69/13.8	5	2.006	Brasil	3.960	3.528
Particular	Svetlana (P)	Portovelo	MDRETRAN	69/13.8	3	2.010	Ecuador	3.770	3.354
	Svetlana (P)	Portovelo	WESTINGHOUSE	69/4,16	6	No tiene	USA	3.993	3.410
Particular	Elipe (P)	Portovelo	ELECTRIC POWER	69/4,16	4	No tiene	Perú	3.500	7.000
Particular	Incarpalm (P)	Machala	TRAFO	69/13.8	3,5	2.010	Brasil	2.772	2.470
Total potencia instalada =					270,8	Aceite total =		203.383	181.838

	Transformador de servicio interno
	Transformadores particulares
	Transformador fuera de servicio en mal estado

Fuente: CNEL Regional El Oro. Registro de información: Gilbert Añazco. 2.012

4.1.2 Interruptores para un voltaje nominal a 69 kV.

En las subestaciones, se encuentran en operación los equipos de protección eléctrica como son los disyuntores también conocidos como interruptores termo magnéticos para un voltaje nominal a 69 kV. Estos equipos se emplean para proteger cada circuito, siendo su principal función resguardar a los conductores eléctricos ante sobre corrientes que pueden producir peligrosas elevaciones de temperatura. De un total de 43 equipos instalados en las diferentes subestaciones, 28 contienen aceite dieléctrico.

Gráfica No. 3: Disyuntores para un Voltaje Nominal a 69KV., en Operación en la Subestación Machala



Fuente: CNEL Regional El Oro. Registro gráfico: Gilbert Añazco. 2.012

La cantidad total de aceite dieléctrico existente en el interior de las 28 carcasas de los interruptores con un voltaje nominal a 69 kV., es de aproximadamente 6.600 litros. Cabe destacar que existen instalados adicionalmente y en funcionamiento 15 interruptores del tipo a gas SF6.

Gráfica No. 4: Disyuntores para un Voltaje Nominal a 69KV., en Operación en la Subestación El Cambio



Fuente: CNEL Regional El Oro. Registro gráfico: Gilbert Añazco. 2.012

Cuadro No. 4:

Características Técnicas Generales de los Interruptores a 69 kV., con Aceite Dieléctrico en Subestaciones

CORPORACIÓN NACIONAL DE ELECTRICIDAD REGIONAL EL DRO						
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GENERALES DE INTERRUPTORES EN SUBESTACIONES						
Código	Subestación	Voltaje Nominal a 69 kV				
		Medio de interrupción de arco	Tipo de interruptor/reconectador	Marca	Cantidad	Aceite dielectrico (Its)
01	LA PEÑA	Gas SF6	Tanque vivo, 2000 A, 69 kV	Areva	1	
		Gas SF6	Tanque muerto, 2000 A, 69 kV	Mitsubishi	1	
		Aceite	Tanque vivo, 600 A, 69 kV	Reyrolle	3	720
02	BARBONES	Aceite	Tanque vivo, 600 A, 69 kV	Brush	3	720
03	EL CAMBIO	Aceite	Tanque vivo, 600 A, 69 kV	Reyrolle	6	1.440
		Gas SF6	Tanque muerto, 2000 A, 69 kV	Mitsubishi	1	
04	MACHALA	Aceite	Tanque vivo, 600 A, 69 kV	Reyrolle	1	240
		Aceite	Tanque muerto, 800 A, 69 kV	Brush	3	720
05	LA AVANZADA	Aceite	Tanque vivo, 600 A, 69 kV	Reyrolle	2	480
06	LOS PINOS	Aceite	Tanque vivo, 600 A, 69 kV	Reyrolle	1	240
07	SANTA ROSA	Aceite	Tanque vivo, 600 A, 69 kV	Reyrolle	3	720
08	MACHALA CENTRO	Gas SF6	Tanque muerto, 2000 A, 69 kV	Mitsubishi	1	
		Aceite	Tanque vivo, 600 A, 69 kV	Reyrolle	2	480
09	ARENILLAS	Gas SF6	Tanque vivo, 2000 A, 69 kV	ABB	1	
		Gas SF6	Tanque vivo, 2000 A, 69 kV	Areva	1	
10	PORTOVELO	Gas SF6	Tanque muerto, 2000 A, 69 kV	Mitsubishi	1	
		Gas SF6	Tanque vivo, 2000 A, 69 kV	HEAG	1	
11	HUAQUILLAS	Gas SF6	Tanque muerto, 2000 A, 69 kV	Mitsubishi	2	
		Aceite	Tanque vivo, 600 A, 69 kV	Reyrolle	3	720
12	PAGUA	Gas SF6	Tanque muerto, 2000 A, 69 kV	Mitsubishi	2	
		Aceite	Tanque vivo, 600 A, 69 kV	Reyrolle	3	720
13	BALAO					
14	SARACAY					
15	LA IBERIA	Gas SF6	Tanque muerto, 2000 A, 69 kV	Mitsubishi	1	
		Gas SF6	Tanque vivo, 2000 A, 69 kV	HEAG	1	
16	POROTILLO	Aceite	Tanque vivo, 600 A, 69 kV		1	120
17	LA PRIMAVERA	Gas SF6	Tanque vivo, 2000 A, 69 kV	Areva	2	
Totales con aceite dieléctrico =					28	6.600

	Equipo con aceite dieléctrico
--	-------------------------------

Fuente: CNEL Regional El Oro. Registro de información: Gilbert Añazco. 2.012

4.1.3 Interruptores para un voltaje nominal a 13.8 kV.

Los circuitos eléctricos trifásicos a media tensión que salen de cada subestación con un voltaje nominal a 13.8 kV., sirven para la distribución de la energía eléctrica mediante redes conformadas por conductores desnudos aéreos, también cuentan con su interruptor termo magnético.

Gráfica No. 5:

Disyuntores para un Voltaje Nominal a 13.8kV., en la Subestación Machala



Fuente: CNEL Regional El Oro. Registro gráfico: Gilbert Añazco. 2.012

La cantidad total de aceite dieléctrico existente en el interior de las 25 carcasas de los interruptores con un voltaje nominal a 13.8 kV., es de aproximadamente 3.000 litros. Adicional existen instalados y en funcionamiento 64 interruptores de diferentes marcas, construidos con nuevas tecnologías y sin aceite dieléctrico.

Cuadro No. 5:

Características Técnicas generales de los Interruptores a 13,8 kV., con Aceite Dieléctrico en Subestaciones

CORPORACIÓN NACIONAL DE ELECTRICIDAD REGIONAL EL ORO						
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GENERALES DE INTERRUPTORES EN SUBESTACIONES						
Código	Subestación	Voltaje Nominal a 13.8 kV				
		Medio de interrupción de arco	Tipo de interruptor/reconectador	Marca	Cantidad	Aceite dielectrico (lts)
01	LA PEAÑA	Vacío	Tanque muerto, 2000 A, 69 kV	Efacec	1	
		Aceite	Tanque muerto, 800 A, 69 kV	Brush	4	480
02	BARBONES	Aceite	Tanque muerto, 800 A, 69 kV	Brush	2	240
		Vacío	Reconectador 15 kV, 600 A	ABB	2	

03	EL CAMBIO	Aceite	Tanque muerto, 800 A, 69 kV	Brush	3	360
		Vacío	Interruptor en celda M.T. 15 kV, 600 A	Mitsubishi	4	
04	MACHALA	Aceite	Tanque muerto, 800 A, 69 kV	Brush	3	360
		Vacío	Reconectador 15 kV, 600 A	ABB	2	
		Vacío	Reconectador 15 kV, 600 A	G&W	1	
		Aceite	Reconectador 15 kV, 560 A	Cooper	1	120
05	LA AVANZADA					
06	LOS PINOS	Vacío	Interruptor en celda M.T. 15 kV, 600 A	Mitsubishi	6	
		Aceite	Tanque muerto, 800 A, 69 kV	Brush	2	240
07	SANTA ROSA	Vacío	Reconectador 15 kV, 600 A	ABB	3	
		Vacío	Reconectador 15 kV, 600 A	Entec	1	
		Vacío	Interruptor en celda M.T. 15 kV, 600 A	Mitsubishi	6	
08	MACHALA CENTRO	Vacío	Reconectador 15 kV, 600 A	ABB	1	
		Aceite	Tanque muerto, 800 A, 69 kV	Brush	1	120
09	ARENILLAS	Aceite	Reconectador 15 kV, 400 A	Reyrolle	3	360
		Vacío	Reconectador 15 kV, 600 A	ABB	1	
		Vacío	Interruptor en celda M.T. 15 kV, 600 A	Mitsubishi	6	
10	PORTOVELO	Vacío	Reconectador 15 kV, 600 A	Entec	1	
		Vacío	Interruptor en celda M.T. 15 kV, 600 A	Mitsubishi	5	
11	HUAQUILLAS	Vacío	Reconectador 15 kV, 600 A	Entec	1	
		Vacío	Interruptor en celda M.T. 15 kV, 600 A	Mitsubishi	5	
12	PAGUA	Vacío	Interruptor en celda M.T. 15 kV, 600 A	Mitsubishi	5	
13	BALAO	Aceite	Reconectador 15 kV, 400 A	Reyrolle	3	360
14	SARACAY	Vacío	Interruptor en celda M.T. 15 kV, 600 A	Mitsubishi	5	
15	LA IBERIA	Vacío	Interruptor en celda M.T. 15 kV, 600 A	Mitsubishi	6	
16	POROTILLO	Aceite	Tanque muerto, 800 A, 69 kV	Brush	1	120
		Vacío	Reconectador 15 kV, 630 A	Cooper	1	
		Aceite	Reconectador 15 kV, 400 A	Reyrolle	2	240
17	LA PRIMAVERA	Vacío	Interruptor en celda M.T. 15 kV, 600 A	ORMAZABAL	6	
Totales con aceite dieléctrico =					25	3.000

 Equipo con aceite dieléctrico

Fuente: CNEL Regional El Oro. Registro de información: Gilbert Añazco. 2.012

4.1.4 Capacitores para un voltaje nominal a 13,8 kV.

También se encuentran instalados y en operación 24 capacitores, comúnmente llamados condensadores, hay de varios tipos y rangos, cuyos componentes electrónicos sirven para almacenar una cantidad de energía y descargarla dependiendo del resto del circuito, están diseñados para un voltaje nominal a 13,8 kV. Todos estos equipos contienen aceite dieléctrico.

Gráfica No. 6:

Capacitores para Voltaje Nominal a 13.8 kV., con Diferente Capacidad y Switch Asociado a 15 kV, 200 A.



Fuente: CNEL Regional El Oro. Registro gráfico: Gilbert Añazco. 2.012

Todos los capacitores instalados y en funcionamiento contienen aceite dieléctrico. La cantidad total de aceite dieléctrico existente en el interior de las 24 carcasas de los capacitores con un voltaje nominal a 13,8 kV., es de aproximadamente 384 litros.

Cuadro No. 6: Características Técnicas Generales de los Capacitores con Aceite Dieléctrico

CORPORACIÓN NACIONAL DE ELECTRICIDAD REGIONAL EL ORO							
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GENERALES					REVISIÓN: 01		
CAPACITORES INSTALADOS EN BARRAS DE 13.8 kV., EN SUBESTACIONES					FECHA: ABRIL-2012		
COD.	SUBESTACIÓN	Capacidad (KVAR)	Switch asociado	Medio de aislamiento del switch	Cantidad	Aceite dielectrico (lts)	
1	LA PEÑA						
2	BARBONES	600	15 kV, 200 A	Aceite dieléctrico	3	48	
3	EL CAMBIO						
4	MACHALA	900	15 kV, 200 A	Aceite dieléctrico	6	96	
5	LA AVANZADA						
6	LOS PINOS						
7	SANTA ROSA	600	15 kV, 200 A	Aceite dieléctrico	3	48	
8	MACHALA CENTRO	1200	15 kV, 200 A	Aceite dieléctrico	6	96	
9	ARENILLAS						
10	PORTOVELO						
11	HUAQUILLAS						
12	PAGUA						
13	BALAO	600	15 kV, 200 A	Aceite dieléctrico	3	48	
14	SARACAY						
15	LA IBERIA	600	15 kV, 200 A	Aceite dieléctrico	3	48	
				Equipo con aceite dieléctrico	Totales =	24	384

Fuente: CNEL Regional El Oro. Registro de información: Gilbert Añazco. 2.012

4.1.5. Transformadores de Distribución a 13,8/7,62 kV.

Para realizar éste objetivo, se revisó la base de datos estadísticos de la Dirección de Planificación de la CNEL Regional El Oro, donde se estableció que existen codificados en el sistema eléctrico del área de concesión 10.503 transformadores de distribución que operan con un voltaje nominal a 138/7.62 kV., cuyos datos están registrados hasta el mes de diciembre del año 2.011. Se pudo verificar la potencia o capacidad expresada en kilovoltamperios (KVA), marca, serie y el nombre del propietario.

Los transformadores eléctricos, como su nombre lo indica, sirven para transformar la energía eléctrica, que viaja a través de los conductores eléctricos desnudos por líneas de alta, media y baja tensión, entre las subestaciones distribuyéndola por las ciudades. Los transformadores permiten aumentar o disminuir la tensión en un circuito de corriente alterna, manteniendo la potencia, existen diversos tipos de transformadores, ya sean monofásicos o trifásicos, varían según su potencia, capacidad, el uso o aplicación.

Gráfica No. 7:

Transformadores de Distribución Monofásicos y Trifásicos Montados en Postes de Hormigón Armado.



Fuente: CNEL Regional El Oro. Registro gráfico: Gilbert Añazco. 2.012

En el siguiente cuadro se aprecia que existen sesenta y siete (67) marcas de transformadores de distribución instalados en postes y cámaras de transformación, estas últimas de acceso restringido al público, además se

incluye el año de inicio de producción de las fábricas y su país de origen, entre las que sobresalen y en su orden las siguientes fábricas:

Cuadro No. 7:

Transformadores de Distribución Instalados en el Sistema Eléctrico

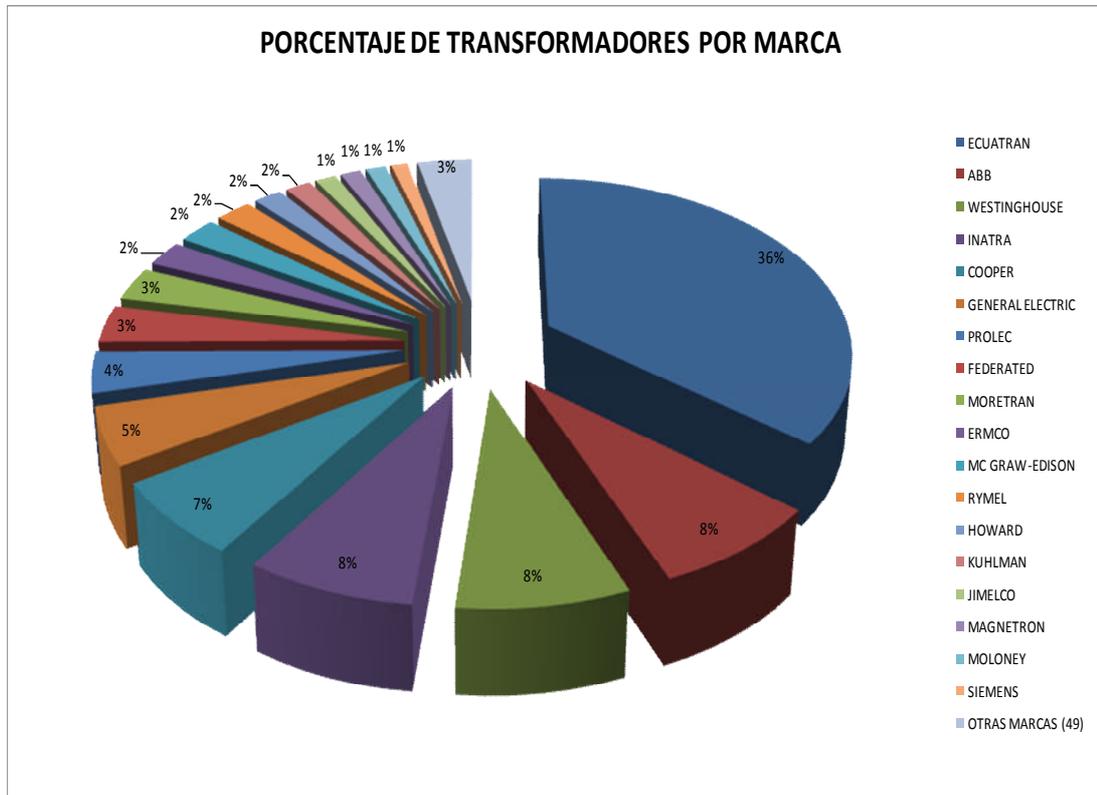
NÚMERO DE MARCAS DE TRAFOS	MARCA DEL TRANSFORMADOR	NÚMERO DE TRAFOS POR MARCA	AÑO DE PRODUCCIÓN DE LAS FÁBRICAS	PAIS DE ORIGEN
1	ECUATRAN	3778	1.979	Ecuador
2	ABB	835	1.930	Alemania/Ecuador
3	WESTINGHOUSE	807	1.885	EUA
4	INATRA	800	1.972	Ecuador
5	COOPER	707	1.877	EUA
6	GENERAL ELECTRIC	548	1.890	EUA
7	PROLEC	389	1.976	México
8	FEDERATED	352	1.975	EUA
9	MORETRAN	319	1.972	Ecuador
10	ERMCO	250	1.999	EUA
11	MC GRAW-EDISON	248	1.929	EUA
12	RYMEL	236	1.977	Colombia
13	HOWARD	185	1.977	EUA
14	KUHLMAN	169	1.969	EUA
15	JIMELCO	138	1.975	EUA
16	MAGNETRON	136	1.978	Colombia
17	MOLONEY	134	1.956	EUA
18	SIEMENS	112	1.910	España/Colombia
19	OTRAS MARCAS (49)	360	Varios	Varios
Total =		10.503	unidades	

Fuente: CNEL Regional El Oro. Registro de información: Gilbert Añazco. 2.012

Los transformadores marca ECUATRAN, sobresalen sobre el resto de transformadores de distribución, ya que abarcan el 36 % de la totalidad de los 10.503 transformadores instalados en el sistema eléctrico, le siguen en porcentaje los transformadores ABB, WESTINGHOUSE, INATRA, COOPER Y GENERAL ELECTRIC, que también prevalecen sobre los demás, ya que existen instalados en el sistema eléctrico sobre las 500 unidades.

Figura No. 3:

Porcentaje de Transformadores de Distribución por Marca



Fuente: CNEL Regional El Oro. Registro de información: Gilbert Añazco. 2.012

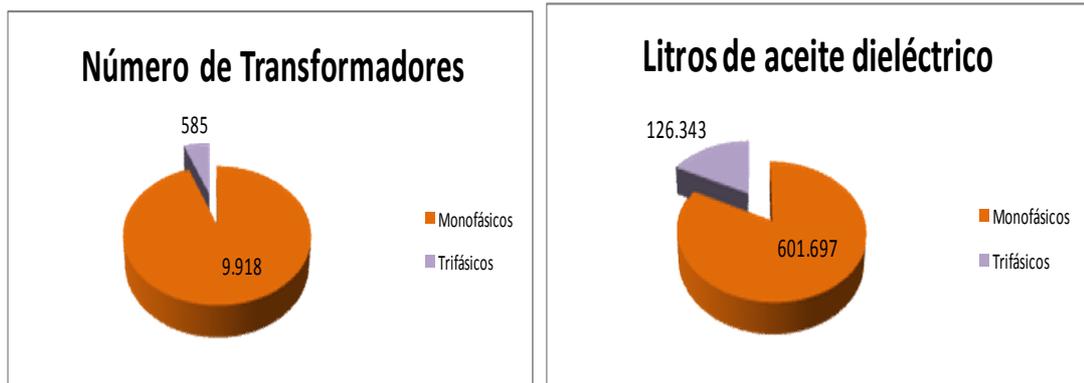
De la información obtenida en la Dirección de Planificación, e investigación con la documentación obtenida en el laboratorio de transformadores de la CNEL Regional El Oro, se pudo desarrollar el siguiente cuadro en el que se puede apreciar que existen 10.503 transformadores de distribución monofásicos y trifásicos que están codificados según sus características hasta diciembre del 2.011.

También se determinó la cantidad total aproximada de 728.040 litros de aceite dieléctrico que utiliza el total de los equipos descritos, estos resultados fueron obtenidos en base a la marca y cantidad de aceite dieléctrico colocado en el interior de las carcasas.

Todos los transformadores de potencia y los transformadores de distribución que se encuentran en operación, y los que han sido retirados del sistema eléctrico fueron fabricados con aceite dieléctrico.

Figura No. 4:

Inventario de Transformadores de Distribución a Diciembre del 2.011



Fuente: CNEL Regional El Oro. Registro de información: Gilbert Añazco. 2.012

Las causas de fallas de un transformador proviene por falta de mantenimiento ya que este equipo es muy importante dentro de las funciones que tiene el uso constante sin un mantenimiento adecuado produce que la calidad del aceite dieléctrico pierda sus cualidades y esto provoque fallas posteriores, siendo comúnmente, las siguientes:

- Fugas
- Carga de voltaje excesiva
- Una mala protección eléctrica
- Una mala instalación
- Un mal manejo y desconocimiento del equipo

Se pudo verificar que las placas de los transformadores, por los años de servicio a la intemperie, se encuentran deterioradas no pudiendo establecerse en su mayoría el año de fabricación, o simplemente no contienen ésa

información, pero si se pudo apreciar en la mayoría de los casos la capacidad en kilovoltamperios., la marca y el número de serie. Esta Bodega se encuentra en el interior de los patios de la Central Machala.

Gráfica No. 8:

Recopilación de Datos de los Transformadores de Distribución Dados de Baja y las Placas de Cada Equipo.



Fuente: CNEL Regional El Oro. Registro gráfico: Gilbert Añazco. Año 2.012

La recopilación de la información secundaria de los Transformadores de Distribución, se la tomó de la base estadística existente en la Dirección de Planificación y de la que consta en el Laboratorio de Transformadores de la CNEL Regional El Oro, donde a cada transformador se les realiza las pruebas eléctricas establecidas en ANSI: Pruebas de resistencia de aislamiento, pruebas de rigidez dieléctrica, prueba de pérdidas en vacío a voltaje nominal, pruebas de pérdidas de carga o cortocircuito, y medición relación de transformación.

En los formatos de Protocolos de Prueba, constan entre otras informaciones: Los datos del volumen de aceite dieléctrico en litros, número de serie, tipo convencional o autoprotegido, potencia nominal, clase de voltaje, número de fases, frecuencia, año de fabricación, norma, polaridad, método de refrigeración, altitud de diseño, temperatura de diseño, etc. Así mismo se revisó y procesó la información sobre de la cantidad de aceite dieléctrico en base a los catálogos de los transformadores según su marca de fábrica y potencia.

En el siguiente cuadro se aprecia el formato con las características del equipo, y los resultados de los protocolos de un transformador fabricado por INATRA.

Figura No. 5:

Resultados de los Protocolos de Prueba Realizados a los Transformadores que Ingresan al Sistema Eléctrico



INDUSTRIA ANDINA DE TRANSFORMADORES

PROCOLO DE PRUEBAS

DE TRANSFORMADORES

GUAYAQUIL - ECUADOR
 KM. 10,5 VÍA DAULE / PBX: (593-4) 3702700
 FAX: (593-4) 3702701 / INATRAV1@INATRA.COM
INATRA.COM

Nº DE SERIE: 051122219	AÑO DE FABRICACIÓN: 2011	ALTTUD DE DISEÑO: 3000 msnm	
TIPO: CSP	NORMA: NTE INEN 2120	TEMP. DE DISEÑO: 30 °C	
POTENCIA NOMINAL: 15 kVA	POLARIDAD: Aditiva	IMPEDANCIA: 1,5%	
CLASE DE VOLTAJE: 15 kV	GRUPO DE CONEXIÓN: ONAN	CALENTAMIENTO DE DEVANADOS: 65 °C	
Nº DE FASES: 1	MÉTODO DE REFRIGERACIÓN: ONAN	NIVEL BÁSICO DE AISLAMIENTO(BIL): 95 kV	
FRECUENCIA: 60 Hz		CLASE DE AISLAMIENTO: Ao	

VALORES NOMINALES				CARACT. NOMINALES		PINTURA	
PRIMARIO	VOLTAJE [V]	CORRIENTE [A]	TAP	DERIVACIONES	MASA TOTAL: 150 kg	VOL. DE ACEITE: 38 L	L. COLOR: <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> otro: _____
SECUNDARIO	13200Grd Y7620	1,97	3	+/-2 x 2,5%			ESPESOR: 120 µm
	120/240	62,50					

RESULTADOS DEL ENSAYO

1. LIQUIDO AISLANTE:

 TIPO: **2** MARCA: **LUBLINE**
 RIGIDEZ DIeléCTRICA: **>45** KV
 MÉTODO: **ASTM D-1816**

2. RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

 A **30** °C
 TENSIÓN DE PRUEBA: **5** KV
 TIEMPO DE LECTURA A 1 MINUTO
 ENTRE MI Y BT: **13900** MΩ
 ENTRE MT Y TIERRA: _____ MΩ
 ENTRE BT Y TIERRA: **13900** MΩ

3. RESISTENCIA ENTRE BORNES

A To **28,8** °C

	H1-H2	Prom. a To	Prom. a 65 °C	TAP	MATERIAL DE FABRICACIÓN
ALTA [Ω]	21,61062	21,61062	26,2232932	3	COBRE
BAJA [Ω]	0,01672729	0,01672729	0,02029764		COBRE

4. RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN

TAP	BOBINA1	BOBINA2	BOBINA3
1"A"	33,351		
2"B"	32,5551		
3"C"	31,7601		
4"D"	30,9615		
5"E"	30,1681		
6"F"			
7"G"			

5. ENSAYO DE AISLAMIENTO

 A) CON TENSIÓN APLICADA
 MT CONTRA BT Y TIERRA: _____ KV
 BT CONTRA MT Y TIERRA: **10** KV
 TIEMPO: **60** s
 B) CON TENSIÓN INDUCIDA
 VOLTAJE: **480** V
 FRECUENCIA: **480** Hz
 TIEMPO: **15** s

6. ENSAYO SIN CARGA

Vo [v]	Io1 [A]	Io2 [A]	Io3 [A]	Io% PROM.	Io% GARANT.	Wc [W] MEDIDO	Wc [W] GARANT.
240	0,33			0,53	2,40	61,71	68

7. ENSAYO EN CORTOCIRCUITO

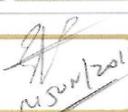
Vc [V]	Ic1 [A]	Ic2 [A]	Ic3 [A]	Ic [A] PROM.	Wc [W] MEDIDO
97,5	1,97			1,97	151,96

8. REGULACIÓN A PLENA CARGA A fp=0,8: **1,45** % **9. RENDIMIENTO A PLENA CARGA A fp=0,8:** **98,00** %

OBSERVACIONES: SELLO Nº: 0003137

RESPONSABLE TÉCNICO: **OMAR REINOSO**

LUGAR Y FECHA: **Guayaquil - Ecuador**



14/05/2011

x _____
 FIRMA RESPONSABLE TÉCNICO
 LABORATORIO DE PRUEBAS

Fuente: INATRA. Registro de información: Gilbert Añazco. Año 2.012

4.1.6. Tambores con aceite dieléctrico usado

En la Bodega destinada para desechos peligrosos, ubicada en un extremo interior de la Ex Central Colin Lockett, se encuentran depositados 465 tambores metálicos y de plástico industrial con una capacidad de 200 y 220 litros dando un total de 100.900 litros de aceite dieléctrico usado. Los recipientes están colocados de manera uniforme sobre pallets de madera, dejando un callejón para poder supervisar si filtran aceite hacia el piso. El aceite dieléctrico descrito, corresponde a un promedio aproximado de 1.678 transformadores de distribución de distinta capacidad y número de fases: monofásico o trifásico, retirados del sistema eléctrico.

En el Anexo 3 se puede apreciar los resultados de las pruebas cualitativas realizadas a todos los tambores que se encuentran en el interior de la Bodega de Desechos.

Grafica No. 9: Bodega de Desechos Peligrosos y la Disposición Interna del Aceite Dieléctrico Usado



Fuente: CNEL Regional El Oro. Registro gráfico: Gilbert Añazco. Año 2.012

De acuerdo al inventario de transformadores y equipos de protección eléctrica, se ha podido determinar que en el interior de las 10.616 carcasas existen alrededor de 925.992 litros de aceite dieléctrico, que representan aproximadamente 814.526 kilos.

Cuadro No. 8: Cantidad Transformadores y Equipos de Protección Eléctrica que Utilizan Aceite Dieléctrico

Inventario de Transformadores y Equipos de Protección en operación que utilizan aceite dieléctrico	Fabricación	Cantidad	Aceite Dieléctrico	
	Año	Unidades	Volumen	Peso
			Litros	Kilos
Transformadores de potencia a 69/13.8 kV.	1971-2010	28	174.490	152.808
Transformadores de servicio interno a 13.8/4.16 kV. (averiado fuera de servicio)	1971-1998	2	7.986	6.820
Transformadores de servicio interno a 13.8/0.23 kV.	1977-1981	6	2.912	2.448
Transformadores de potencia (P) a 69/13.8 kV.-69/4.16 kV.	2006-2010	5	17.995	19.762
Interruptores a 69 kV	1978-2011	28	6.600	5.779
Interruptores a 13.8 kV	1978-2011	20	3.000	2.627
Capacitores a 13.8 kV.	1978-2011	24	384	336
Transformadores de distribución a 13.8/7.62 kV.	1970-2011	8.825	611.725	535.602
465 Tambores con aceite dieléctrico usado (aproximadamente 1.678 trafos distribución)	2005-2011	1.678	100.900	88.344
Datos registrados a diciembre del año 2011	Totales =	10.616	925.992	814.526

Fuente: CNEL Regional El Oro. Registro de información: Gilbert Añazco. Año 2.012

4.2. Realizar análisis para verificar la presencia de PCBs por el US EPA SW-846 Method 9079 con el kit CLOR-N-OIL-50 a los transformadores y equipos de protección que son retirados del sistema eléctrico por presentar desperfectos al haber cumplido su vida útil.

Siguiendo la metodología para establecer la presencia o no de Bifenilospoliclorados-PCBs con los kits CLOR-N-OIL 50, entre el 4 de abril del 2.011 y el 28 de septiembre del 2012, se realizó un total de 800 pruebas cualitativas por el US EPA SW-846 Method 9079. Se incluyen todos los transformadores de poder a 69/13.8 kV., transformadores de servicio interno 13.8/0.23 kV., y equipos de protección eléctrica, ubicados en el interior de las 17 subestaciones de la CNEL Regional El Oro S.A. También forman parte los 130 transformadores de distribución dados de baja, los mismos que fueron retirados de manera paulatina del sistema eléctrico al haber presentado fallas en su estructura interna; de la misma manera constan los tambores embodegados que contienen aceite dieléctrico usado con capacidad de 200 y 220 litros cada uno. Adicionalmente se realizó una prueba aleatoria a un lote recién adquirido de 25 tanques metálicos con aceite dieléctrico nuevo con

capacidad de 220 galones cada uno, los mismos que se encontraban en la bodega en la subestación Pagua, cuyo resumen general es el siguiente:

Cuadro No. 9:

Resumen de las 800 Pruebas Realizadas con los Kits CLOR N OIL 50

Resumen de pruebas utilizando los kits CLOR N OIL 50 por el US EPA SW-846 Method 9079	Cantidad	Resultados	
		SIN PCBs	CON PCBs
Transformadores de potencia a 69/13.8 kV.	28	19	9
Transformadores de servicio interno a 13.8/4.16 kV. (averiado)	2	2	0
Transformadores de servicio interno a 13.8/0.23 kV.	6	6	0
Interruptores a 69 kV	28	27	1
Interruptores a 13.8 kV	20	19	1
Transformadores de distribución a 13.8/7.62 kV.	130	91	39
Tambores con aceite dieléctrico usado (Stock embodegado)	465	222	243
Lote de reciente adquisición de tambores de 55 galones	1	1	0
Capacitación del personal de la CNEL Regional El Oro S.A.	120	84	36
Total de pruebas con los kits CLOR N OIL 50 =	800	471	329

Fuente: CNEL Regional El Oro. Registro de información: Gilbert Añazco. Año 2.012

Adicional a lo descrito anteriormente, se capacitó a 130 personas de la CNEL Regional El Oro S.A., mediante un “*Seminario-Taller Sobre el Manejo de los Bifenilos Policlorados en el Sector Eléctrico, y Pruebas Técnicas Mediante el US EPA SW-846 Method 9079 con los kits CLOR N OIL 50*”, entre los asistentes se contó con la presencia de ingenieros, tecnólogos, personal del laboratorio de transformadores, personal de cuadrilla de distribución, personal de cuadrilla de construcciones, personal de subestaciones, personal de las agencias, personal que integra el Comité de Seguridad Industrial, personal de gestión ambiental, personal de seguridad industrial, personal de bodega, y personal de inventarios y avalúos.

El evento se desarrollo del 25 al 28 de septiembre del 2.012, asistieron en grupos diarios con promedio de 32 personas, para que la capacitación sea asimilada de la mejor manera tanto la teórica como la práctica. Bajo mi

supervisión se realizaron 120 pruebas prácticas, ya que por diferentes circunstancias de trabajo no pudieron estar presentes 10 asistentes a la teoría.

Grafica No. 10: Capacitación Teórica Sobre Manejo de PCBs al Personal de la CNEL Regional El Oro S.A.



Fuente: CNEL Regional El Oro. Registro gráfico: Equipo de apoyo del Autor. Año 2.012

Los asistentes a las capacitaciones, se concienciaron de la problemática existente en el sector eléctrico en lo referente a los aceites dieléctricos contaminados con PCBs., por lo que solicitaron se comunique a la administración que a los nuevos transformadores se les solicite un certificado de no poseer PCBs, y que adicionalmente se adquiera equipos de protección personal adecuados para realizar las labores de acuerdo a la actividad que realiza cada trabajador.

Grafica No. 11: Capacitación Practica Sobre Pruebas Colorimétricas con los Kits CLOR N OIL 50



Fuente: CNEL Regional El Oro. Registro gráfico: Equipo de apoyo del autor. Año 2.012

Como las pruebas cualitativas para determinar la presencia de PCBs., se realizaron al aire libre, se optó por utilizar mascarillas descartables.

4.2.1 Inventario del aceite dieléctrico y la proyección de los resultados

En base a los resultados obtenidos mediante el US EPA SW-846 Method 9079 con los kits CLOR-N-OIL-50, se determinó que se han ido retirando del sistema eléctrico los transformadores de distribución que han presentado fallas técnicas y con más años de servicio, es decir son equipos que prácticamente han cumplido su vida útil, por lo tanto el aceite dieléctrico usado se lo almaceno en tambores de 200 y 220 litros, aproximadamente desde el año 2005 hasta el año 2011.

Cuadro No. 10:

Inventario de Aceite Dieléctrico y Proyección de Resultados a Diciembre del 2011

Inventario de Aceite Dieléctrico en el Sistema Eléctrico CNEL Regional El Oro S.A.	Cantidad	Resultados			
		SIN PCBs		CON PCBs	
		Equipos	Litros	Equipos	Litros
Transformadores de potencia a 69/13.8 kV.	28	24	147.320	4	27.170
Transformadores de servicio interno a 13.8/4.16 kV. (averiado fuera de servicio)	2	2	7.986	0	0
Transformadores de potencia (P) a 69/13.8 kV.-69/4.16 kV. (*)	5	2	7.585	3	10.410
Transformadores de servicio interno a 13.8/0.23 kV.	6	1	777	5	2.135
Interruptores a 69 kV	28	27	6.360	1	240
Interruptores a 13.8 kV	20	19	2.880	1	120
Capacitores a 13.8 kV. (*)	24	11	176	13	208
Transformadores de distribución a 13.8/7.62 kV.	8.825	4.232	293.322	4.593	318.403
465 Tambores con aceite dieléctrico usado (aproximadamente 1.678 trafos distribución)	1.678	801	48.380	877	52.520
Total 925.992 litros de aceite dieléctrico	10.616	5.119	514.786	5.497	411.206

(*) Equipos sin realizarse las pruebas, cantidades asumidas en porcentajes

Fuente: CNEL Regional El Oro. Registro de información: Gilbert Añazco. Año 2.012

A los 130 transformadores de distribución que forman parte del inventario y que fueron dados de baja en meses anteriores se les realizaron las pruebas colorimétricas entre el 24 de agosto y el 20 de octubre del 2.011. Las carcasas de los transformadores de distribución, cuyo aceite dieléctrico se vació en los tambores de plástico industrial y metálicos, fue rematada años atrás como chatarra metálica. Esta situación se ha dado en vista de que anteriormente no

existían leyes ambientales puntuales sobre la disposición final para éste tipo de desechos peligrosos.

En base a los resultados obtenidos, se asume que están contaminados con trazas mayores a 50 ppm. de PCBs montados y en operación, aproximadamente el 52 % del total, a sea 4.593 transformadores de distribución de distinta capacidad, que representan alrededor de 318.403 litros de aceite dieléctrico contaminado, considerados como peligrosos. También existe la posibilidad de que el aceite dieléctrico usado provenga del recambio efectuado a ciertos los transformadores de poder, ubicados en las distintas subestaciones del sistema eléctrico de la CNEL Regional El Oro, ya que no se pudo verificar documentación de respaldo.

Cabe destacar que mientras los transformadores de potencia y equipos de protección se encuentren con las seguridades respectivas en cada subestación eléctrica y con los accesos restringidos al público en general; así como transformadores de distribución permanezcan en los postes del sistema eléctrico herméticamente cerrados, no representarán ningún peligro a la población o comunidad circundante, salvo en casos excepcionales que se presenten contingencias o desastres naturales.

4.2.2 Disposición final del aceite dieléctrico y carcasas contaminadas con PCBs.

Los lugares para el almacenamiento de desechos especiales deben cumplir con las condiciones mínimas de seguridad establecidas en el Artículo 192 del Acuerdo del Ministerio del Ambiente Nro. 161 suscrito el 31 de Agosto del 2.011 que expide la Reforma al Libro VI del Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio del Ambiente, mediante Decreto Ejecutivo Nro. 3516, Publicado en el R.O. Suplemento 2 del 31 de Marzo del 2.003.

Mediante Acuerdo Ministerial 048 del 29 de marzo del 2011, el Ministerio del Ambiente expide la “Norma Técnica para el Coprocesamiento de Desechos Peligrosos en Hornos Cementeros”, entre los cuales se encuentran los aceites dieléctricos con trazas menores a 50 ppm de Bifenilos Policlorados.

Los aceites dieléctricos con concentraciones mayores a 50 ppm de PCBs, cuyo valor límite está especificado en el Anexo A del Convenio de Estocolmo, serán considerados como desechos tóxicos peligrosos, deberán permanecer en custodia en cada Empresa Eléctrica, hasta que el Ministerio del Ambiente defina los procedimientos sobre la disposición final, y establezca los plazos para la eliminación definitiva de las sustancias indicadas como prohibidas, para lo cual se tendrá el asesoramiento de la Secretaría Técnica de Gestión de Productos Químicos Peligrosos.

En cuanto a las carcasas de los transformadores, estas deben ser sometidas a un proceso de descontaminación. Los gestores ambientales calificados otorgarán a las empresas eléctricas, el certificado de destrucción de este tipo de desechos de acuerdo a lo establecido en el Acuerdo Ministerial No. 026. Registro Oficial 334 del 12 de mayo del 2008, referente al procedimiento para el Registro de generadores de desechos peligrosos, gestión de desechos peligrosos, previo al licenciamiento ambiental, y para el transporte de materiales peligrosos.

El cierre de una instalación de disposición final deberá hacerse previo aviso al MAE o AAAR conforme el plan de cierre aprobado, el mismo que una vez ejecutado será verificado por la autoridad que lo certificó. Este Plan deberá contemplar al menos la descontaminación del sitio, estructuras, equipos, rehabilitación de áreas, así como los procedimientos para la liberación del desecho en caso de eliminación posterior. Artículo 248 del Acuerdo del Ministerio del Ambiente Nro. 161 suscrito el 31 de Agosto del 2011.

Los sistemas de eliminación y disposición final de desechos peligrosos y/o desechos especiales serán establecidas por la autoridad ambiental nacional mediante acuerdo ministerial. Artículo 230 del Acuerdo MAE Nro. 161 suscrito el 31 de Agosto del 2.011.

4.3 Elaborar un plan de manejo ambiental para la manipulación y retiro de transformadores y equipos de protección que contienen aceite dieléctrico con trazas mayores a 50 ppm de PCBs, instalados en el sistema eléctrico del área de concesión de la CNEL Regional El Oro.

Para el presente estudio, se implementó un Plan de Manejo Ambiental, en el que se determinan acciones para prevenir, mitigar, controlar, y corregir los impactos ambientales negativos que podrían causar, durante su adquisición, revisión, pruebas, manipuleo, operación, mantenimiento, transporte y disposición temporal, de los transformadores y equipos de protección eléctrica que posiblemente contengan aceite dieléctrico contaminado con PCBs, que se encuentran en operación y que por lo tanto se requiere de su retiro y reemplazo en el sistema eléctrico. Se incluyen todos los sistemas cerrados dados de baja, y los tambores plásticos industriales y metálicos con capacidad de 200 y 220 litros que contienen aceite dieléctrico usado, y que permanecen bajo custodia en la Bodega de Desechos Peligrosos de la Ex Central Termoeléctrica Colin Locekt, ubicada en la parroquia El Cambio del cantón Machala.

En el Plan de Manejo Ambiental, se destaca también las medidas de remediación a tomar para los suelos que han sido contaminados con aceite dieléctrico, ya que las afectaciones se encuentran generalmente bajo los tambores, transformadores y equipos de protección eléctrica. Para situaciones de emergencias, se describe un Plan de Contingencias para casos de derrames o incendios.

4.3.1 Remediación de suelos contaminados

En el Plan de Manejo Ambiental, se incluye la remediación de los suelos contaminados con aceite dieléctrico, poniendo especial énfasis a los suelos contaminados con trazas mayores a 50 ppm de Bifenilos Policlorados (PCBs), cuya situación la han provocado aquellos transformadores y equipos de protección ya sea por filtraciones, fugas, derrames accidentales, mal manipuleo, almacenamiento defectuoso, o abandono, cuyo fluido se ha vertido directamente al suelo.

Los suelos pueden ser alterados en su estructura debido a la acción de los fluidos del aceite dieléctrico de los transformadores y equipos de protección eléctrica, por las causas descritas, dejándolos inutilizados por largos períodos de tiempo, y que suponen un riesgo a la salud humana, a los organismos vivos y al ambiente. Es importante considerar que la delimitación de la contaminación puede extenderse a todos estos elementos y no solamente al suelo.

La localización del sitio de una forma adecuada es muy importante para dimensionar el problema de contaminación: En este sentido una localización y delimitación no adecuada conduce a subestimar los costos de muestreo, los costos de análisis químicos y la evaluación del sitio será deficiente. Esto obligará a realizar campañas de muestreo posteriores con lo cual aumenta el costo total. Por ello, es muy importante realizar una visita de campo inicial y llevar a cabo un levantamiento técnico del sitio con mucho cuidado.

El levantamiento técnico de un sitio contaminado comprende su localización, la que debe ser realizada mediante un Geo Posicionador Satelital (GPS) para obtener las coordenadas del polígono en coordenadas WGA 84 Zona 17 Sur, del transformador o equipo de protección que ocasionó la contaminación del suelo. En algunos casos es necesaria información adicional que incluyan:

fotografías, inclinaciones de terreno, instalaciones, depósitos, residuos, edificaciones, etc.

Prevención de la contaminación del recurso suelo

La prevención de la contaminación al recurso suelo se fundamenta en las buenas prácticas de manejo e ingeniería aplicada a cada uno de los procesos para el manipuleo de transformadores y equipos de protección eléctrica. Se evitará trasladar el problema de contaminación, por lo que se tomará las medidas de precaución preventiva y correctiva a fin de que el aceite dieléctrico usado con o sin PCBs, no causen daños físicos, químicos o biológicos a los suelos, para lo cual se impartirá al personal vinculado con esas actividades, con charlas alusivas para la adquisición correcta de equipos con certificados de no contener PCBs, al uso de estos compuestos, sus riesgos, métodos adecuados para la manipulación correcta, y disposición temporal de los equipos.

El responsable de la contaminación o daño ambiental puede llevar a cabo los estudios o la remediación de un sitio contaminado de manera directa, él también puede también designar a un Responsable Técnico, el cual puede llevar a cabo los Estudios de Caracterización y de Evaluación de Riesgo Ambiental y en su caso también llevar a cabo la ejecución del Programa de Remediación.

Diagnóstico de la contaminación in situ

El diagnóstico en situ permite obtener información de manera visual e inmediata de la contaminación del suelo. Como previamente se realiza las pruebas con el US EPA SW-846 Method 9079 con el kit CLOR-N-OIL 50, a los transformadores y equipos de protección eléctrica en operación, se sabrá si el suelo está contaminado o no con aceite dieléctrico con concentraciones > a 50 ppm., de PCBs.

Los patios de maniobras de ocho subestaciones del Sistema Eléctrico de la CNEL Regional El Oro, cuyos transformadores y equipos de protección eléctrica han vertido al suelo aceite dieléctrico ya sea por goteo intermitente, en forma fortuita, por el mantenimiento defectuoso, o por falta de ello, ha ocasionado la contaminación o alterado la calidad de un cuerpo receptor en éste caso al recurso suelo, convirtiéndolo en un desecho peligroso por sus propiedades físico-químicas o biológicas, y que por sus características tóxicas o irritantes, representan un peligro permanente y potencial para la salud humana, el equilibrio ecológico o al ambiente.

Grafica No. 12. Suelos contaminados con aceite dieléctrico en las Subestaciones Machala y El Cambio



Fuente: CNEL Regional El Oro. Registro gráfico: Gilbert Añazco. Año 2.012

De un total de diecisiete (17) subestaciones de propiedad de la CNEL Regional El Oro, en ocho (8) de ellas se ha detectado éste problemas de contaminación del suelo por aceite dieléctrico con o sin PCBs, siendo éstas las siguientes: La Peaña, Santa Rosa, Barbones, La Avanzada, Arenillas, Machala, Machala Centro, Balao. Falta por establecerse cuantos transformadores de distribución en operación se encuentran actualmente con el mismo problema.

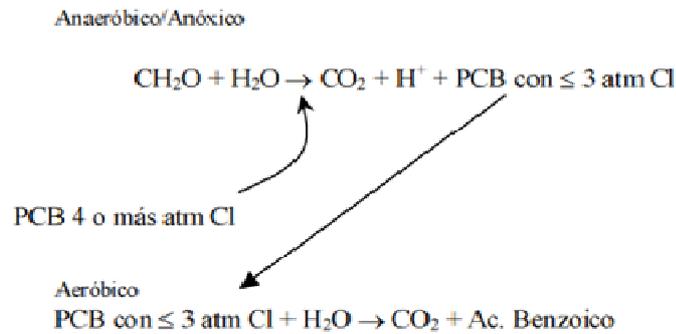
Método de bioremediación de suelos contaminados con aceite dieléctrico con PCBs.

El proceso de Bioremediación puede definirse como una práctica de limpieza o decontaminación de sitios contaminados a través del empleo de microorganismos que los metabolizan directa o indirectamente. La bioremediación puede realizarse en el lugar físico del sitio contaminado o Bioremediación *in situ* o excavar, dragar o remover la matriz a decontaminar y llevarla al sitio donde ocurrirá la biodegradación *ex situ*. Este tipo de bioremediación está recomendado para pequeñas superficies de suelos contaminados en las cuales la relación costo-beneficio favorece la excavación y el traslado hasta el sitio de decontaminación (King *et al.* 1992).

Asimismo está recomendada para la degradación de compuestos como los PCBs donde deben combinarse ambientes anaeróbicos y aeróbicos. La bioremediación ha crecido constantemente en la última década. En 1999 el 25 % de los proyectos aprobados por *US Superfund* (US EPA, 2001) para remediar sitios contaminados se realizaban según este procedimiento. Freedman y Lehmicke (2002) remarcan que la bioaugmentación con bacterias modificadas genéticamente más la acción bacterias nativas constituyen una herramienta adecuada para remediar sitios contaminados con compuestos orgánicos clorados.

La dehalogenización de los PCBs resulta en una biodegradación incompleta, sin embargo este proceso está en función del porcentaje de átomos de cloro presente en las moléculas a degradar. Los PCBs menos clorados, menos de tres átomos de cloro, son capaces de biodegradarse por vía aeróbica. Como resultado de esa degradación biológica la cual implica la actividad de enzimas dioxigenasas, se obtienen metabolitos como dihidroxi-PCB que finalmente producen (cloro)-ácido benzoico. Este es fácilmente metabolizable por bacterias aeróbicas. Por otra parte, los PCB pueden ser degradados indirectamente por bacterias anaeróbicas. En este caso las bacterias no utilizan a los PCBs como fuente de carbono sino como aceptores de electrones durante sus procesos metabólicos.

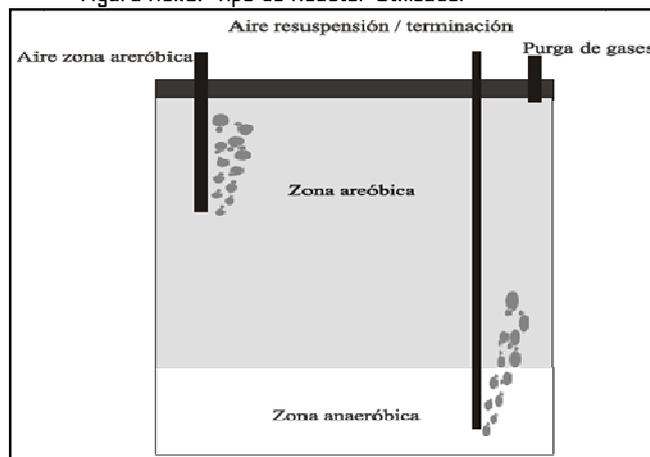
El resultado es la sustitución de un átomo de cloro por uno de hidrógeno produciendo un PCB cl-1 hasta formar PCB con ≤ 3 Cl. Estos procesos se representan en el siguiente esquema.



Los PCBs con menos de 3 átomos de cloro pueden ser degradados rápidamente por bacterias aeróbicas. Estos procesos naturales en el tiempo y el espacio pueden acelerarse y por ende constituirse como una herramienta de bioremediación mediante la intensificación por bioreactores (Manahan, 1994). En el siguiente esquema se presenta una de las posibles rutas conocidas como mecanismo metabólico de degradación de PCBs con menos átomos de cloro.

En la figura siguiente se indica la composición relativa de los distintos congéneres de PCB.

Figura No.6. Tipo de Reactor Utilizado.

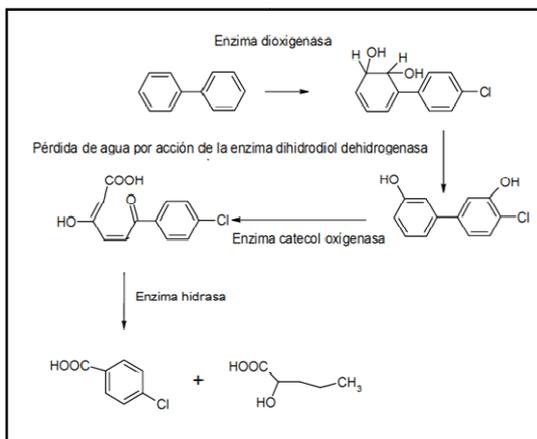


Fuente: Dr. Walter di Marzio. Año. 2002

Di Marzio *et al.* (2002) evalúan la eficiencia en la biodegradación de PCBs presentes en suelos contaminados utilizando reactores bacht anaeróbicos y aeróbicos. En un mismo reactor se combinaron períodos de aireación forzada y suspensión del material particulado con períodos sin aireación que favorecieron ambientes o condiciones anaeróbicas. En esas condiciones y monitoreando la aparición de ácido benzoico como metabolito final de la dehalogenización de los PCBs más la carga total del conjunto de los PCBs aportados por el Aroclor 1248, comprueban que en plazos de 10–15 días a 21°C de temperatura ambiente se obtienen degradaciones superiores al 70 %.

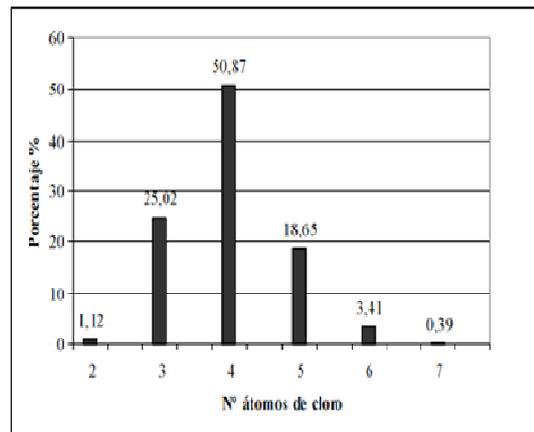
La degradación fue cuantificada a partir de los picos más abundantes en los cromatogramas obtenidos (ver figura 2). Estos fueron: 2,3',5-PCB; 2,3,3',5'-PCB; 2,2',3,5-PCB; 2,2',3',4,6-PCB; 2,2',3,4-PCB; 2,2'3,3'-PCB; 2,2'5,5'-PCB. En la próxima Tabla se indican los coeficientes de partición octanol-agua y agua-suelo calculados.

Figura No. 7. Degradación de PCBs con < de 3 átomos de cloro mediante bacterias aeróbicas



Fuente: Dr. Walter di Marzio. Año. 2002

Cuadro No. II. Porcentaje de PCBs sustituidos con n-átomos de cloro en la mezcla Aroclor 1248



Fuente: Dr. Walter di Marzio. Año. 2002

En las condiciones ensayadas se obtuvieron degradaciones de congéneres individuales mayores al 70 % y un máximo de aproximadamente 90 % para PCBs con cuatro átomos de cloro. La tasa de biodegradación puede expresarse

según la conocida ecuación de Monod, pero si la constante de saturación K_m es mucho mayor que la concentración de sustrato a degradar (PCBs) la misma se reduce a:

$$d\text{PCB}/dt = -K B \text{ PCB } t_0$$

Donde PCB_{t_0} es la concentración en el suelo contaminado y B es la biomasa de microorganismos expresada como sólidos volátiles. Se obtuvo así una tasa de biodegradación.

$$K = 0.57 \text{ mg PCB / g SV * día}$$

Este valor es superior a los encontrados en estudios similares en condiciones batch por otros autores y aproximadamente un tercio de la encontrada en condiciones de oferta continua de sustrato en reactores anaeróbicos-aeróbicos (Tartakovsky *et al.* 2001).

El porcentaje de biodegradación obtenido se grafica en la Tabla No. 1 referente a los picos más abundantes en el Aroclor 1248.

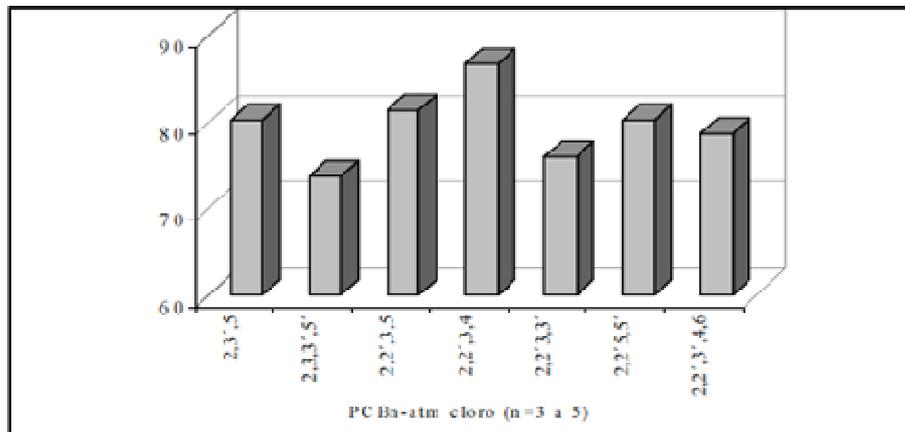
Caracterización de los congéneres de PCBs presentes en Aroclor 1248 PM: peso molecular, TR: tiempo de retención en el cromatograma, en minutos, IS: índice de similitud %.

Tabla No. 1. Caracterización de los congéneres de PCBs presentes en Aroclor 1248

PCB	PM	TR	IS	Log K_{ow}	Log K_{oc}	CAS N°
2,3',5'	256	14.94	88	5.92	4.60	38444-81-4
2,3,3',5'	290	18.41	84	6.51	4.92	41464-49-7
2,2',3,5'	290	16.23	86	6.26	4.78	70362-46-8
2,2',3,4'	290	16.38	70	6.14	4.72	52663-59-9
2,2',3,3'	290	16.98	76	6.14	4.72	38444-93-8
2,2',5,5'	290	17.43	71	6.38	4.85	35693-99-3
2,2',3',4,6'	324	20.40	70	6.72	5.03	60233-25-2

Fuente: Wiley, 1998 y NTIS, 1996

Cuadro No. 12. Porcentaje de PCBs biodegradados en suelos contaminados (20 mg/Kg) durante 7 días de exposición a 2.5 g/L de flóculos, a 20 °C en reactores batch aeróbicos.



Fuente: Dr. Walter di Marzio. 2012

Cromatogramas correspondientes al Aroclor 1248. A: tiempo cero 20 mg/Kg y B: a los 7 días de exposición a bacterias floculantes aeróbicas/anóxicas.

Como producto final de la biodegradación se dispone de un suelo con una carga de PCBs reducida considerablemente. Este asimismo puede volver a someterse a las mismas condiciones citadas más arriba, a la acción de bacterias específicas como las pertenecientes al género *Rhodococcus* sp M5 (Wang *et al.* 1995) mediante su bioaumentación o a la incineración tradicional.

Método de remediación con excavación, remoción y reemplazo de suelos contaminados con aceite dieléctrico

Si el aceite dieléctrico de los transformadores o equipos de protección eléctrica no supera las 50 ppm (partes por millón), se puede considerar libre de PCBs, al igual que las pequeñas áreas de suelo afectado, por lo que la remediación del suelo se podrá efectuar bajo tratamiento físico con excavación, remoción y reemplazo.

Procedimiento para Tratamientos Ex situ:

- Aislar las áreas en las cuales exista presencia de aceite dieléctrico derramado sobre el suelo, mediante la colocación de conos anaranjados y cintas de seguridad color amarillo con la leyenda de “peligro”.
- Excavar y retirar el suelo contaminado hasta donde se observe la contaminación, colocarlo en fundas plásticas de alta densidad, luego cerrar y etiquetar las fundas. El personal debe utilizar equipo de protección adecuado.
- Transportar las fundas plásticas con el producto hasta los hornos cementeros, en vehículos apropiados con las seguridades respectivas, el piloto debe poseer licencia ambiental actualizada emitida por el MAE.
- Someter al suelo contaminado en hornos a altas temperaturas (1200°C), se consigue su vitrificación con lo que se llegan a fundir los materiales del suelo, produciéndose una masa vítrea.
- Durante el proceso de descontaminación, los técnicos de la cementera controlarán la volatilización de los numerosos compuestos.
- El material pétreo tratado será transportado hasta el relleno sanitario más cercano para su disposición final. Se suscribirá y llevará registros o actas de lo actuado.
- Reemplazar inmediatamente el material pétreo contaminado, rellenando los huecos con materiales de similares características al retirado.
- Una vez nivelado el terreno se procederá al retiro de los conos y cintas de seguridad del área intervenida.

4.3.2 TRANSPORTE DEL MATERIAL CONTAMINADO

El transporte del material contaminado para ambos casos se lo realizará en vehículos que posean licencia ambiental, y las seguridades requeridas de

acuerdo a las regulaciones de la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2266:2010, referente al Transporte, Almacenamiento y Manejo de Productos Químicos Peligrosos, o la que la reemplace.

4.3.3 PLAN DE CONTINGENCIA

Las contingencias que se puedan producir en los casos de pérdidas, derrames, manipuleo y transporte de mercancías con residuos contaminantes, y/o incendios, y las medidas a tomar, deben ser manejadas adoptando un plan previamente establecido; el objetivo principal es prevenir y controlar cualquier desastre, de los nombrados, delegando responsabilidades a cada uno de los involucrados en sus operaciones, tratándose de eventos puntuales, estableciendo para el efecto varios procedimientos.

Para atender una contingencia se establecerá una organización de respuesta inmediata en la cual participarán todo el personal que labora en el área, a fin de utilizar eficiente y eficazmente los recursos humanos, equipos tecnológicos existentes, vías de evacuación; y proporcionar una adecuada respuesta operacional a las contingencias que se puedan presentar.

Dotar a toda la infraestructura del área de un sistema completo contra incendios, para lo cual se diseñará los elementos necesarios que cubran los requerimientos técnicos adecuados. La Bodega de Desechos Peligrosos estará compuesta de detectores fotoeléctricos de humo, pulsadores de alarmas, difusores de sonido, y ubicación adecuada de extintores de Polvo Químico Seco (PQS).

Mantener al personal con buena información, capacitación y entrenamiento, respecto a las normas de seguridad, salud y ambiente básicas, así como el manipuleo y uso de extintores y equipos contra incendios, los mismos que

deberán estar ubicados estratégicamente dentro del perímetro del área de influencia directa.

Objetivos

Todos los procedimientos del Plan de Contingencias Ambiental, van encaminados dar una respuesta rápida en caso de emergencias por pérdidas, derrames, manipuleo y transporte de mercancías con residuos contaminantes, y/o incendios, el mismo que tiene dos objetivos definidos:

1. Establecer el procedimiento a efectuar en caso de eventuales pérdidas o derrames que pudieran ocurrir durante el manipuleo y transporte de materiales y residuos contaminantes y las medidas a tomar.
2. Establecer el procedimiento de respuesta en caso de incendios que pudieran ocurrir en la carga, descarga, transporte o almacenamiento de materiales y/o residuos especiales o peligrosos, y las medidas a tomar.

Aplicación

El presente Plan de Contingencia será de carácter obligatorio en el área de concesión de la CNEL Regional El Oro, especialmente en los sitios donde se encuentren operando vehículos y personal de la corporación que manipulan, transformadores y equipos de protección eléctrica construidos con aceite dieléctrico.

Responsabilidades

El Director de Seguridad, Salud y Ambiente, será el responsable de la capacitación, información y aplicación del presente Plan de Contingencia con los trabajadores, cuyas actividades estén relacionadas con el objetivo.

El resto del personal vinculado con transformadores y equipos de protección, serán los responsables de realizar las operaciones de acuerdo al presente documento.

Manipuleo y trasvase a otros recipientes

No se utilizara para el trasvase métodos manuales ni mangueras a modo de sifón. Para tal fin se empleara bombas de accionamiento manual o eléctrico, teniendo en este caso la precaución de contar con las debidas protecciones de seguridad eléctrica, es decir: instalación normalizada, con aislamiento en perfecto estado, con descarga de puesta a tierra y protección diferencial. A fin de evitar el contacto de los residuos especiales con el suelo, en cada manipuleo se tomarán en cuenta, las siguientes medidas:

- Se extenderá sobre el piso del área afectada, un film de Polipropileno de 200 micrones, para absorber el fluido dieléctrico.
- Se tendrá la precaución de tener en el perímetro de la zona de trabajo arena o tierra absorbente en fundas plásticas tipo industrial, a fin de formar un cordón de contención por si acaso se produce algún.
- Se empleará cubetos de polietileno para controlar filtraciones y se dará prioridad a este procedimiento. El fluido recogido se lo vaciará en el recipiente trasvasado.

Operaciones de equipos o recipientes con pérdidas de fluidos dieléctricos

En el caso de retiro o reparación de equipos que contienen fluidos dieléctricos en su interior, que presenten pérdidas, se deberá asistir al lugar con equipamiento, a fin que la operación deje el menor impacto ambiental posible. Para ello es necesario tener un cubeto o recipiente de plástico industrial de alta densidad con capacidad suficiente para contener el aceite dieléctrico del equipo en cuestión. Por otra parte en el mismo recipiente, o en otro adicional se transportará las bolsas con arena o tierra contaminada (si la hubiese) y demás residuos contaminados.

Adicionalmente se deberá contar con film de Polipropileno de 200 micrones, con superficie para cubrir el área a trabajar a fin de evitar derrames o salpicaduras, y un kit con los elementos para contener derrames. El lugar donde se realice dicha operación deberá restringirse mediante conos plásticos de 25" de alto color naranja, rodeando el contorno del área y unidos entre sí mediante cintas plásticas de seguridad reglamentarias color amarillo con leyenda de advertencia de "Peligro".

El personal a trabajar, además de estar capacitado para realizar las operaciones necesarias, y dar muestras de conocimiento del Plan de Contingencia, deberá contar necesariamente con el equipamiento de protección personal adecuado para realizar cada actividad.

Despacho de residuos industriales

Cada entrega de aceite dieléctrico usado, residuos contaminados, arenas o tierras impregnadas o contaminadas con sustancias peligrosas o cualquier otro material peligroso producto o subproducto de procesos, que se decida enviar para su tratamiento, debe necesariamente cumplimentarse con la documentación correspondiente, la que contendrá como mínimo, sin perjuicio de lo que determine la Autoridad Ambiental de Aplicación responsable (AAAr), lo siguiente:

- Remisión de salida del producto desde la CNEL Regional El Oro, donde conste:

Serie y número del documento, fecha de emisión, datos del operador, del generador eventual (CNEL Regional El Oro), lugar de retiro con coordenadas GPS con su correspondiente número de habilitación (si lo tuviera), y los datos individualizados del lugar del tratamiento, disposición final o destino. Cantidad total y parcial de los residuos en unidades de peso y volumen, descripción del tipo de residuo. Las firmas del responsable de la operación, la firma del transportista y del responsable de la planta de tratamiento, disposición final o exportación.

- Manifiesto del transportista de los residuos peligrosos donde conste: las personas físicas o jurídicas responsables del transporte de los residuos especiales (Generador. Transportista y Operador), número del certificado ambiental expedido por el Ministerio del Ambiente (MAE), y en cada caso la respectiva fecha de vencimiento, tipo de embalaje de los residuos, números de guía e identificación. En el caso de Bifenilos Policlorados (PCB's) Nro. de guía 171 y número de identificación 2315 asignados en la Guía de Respuesta en Caso de Emergencia, emitida por el MAE. Plan de Contingencia, del Operador y del Transportista, y finalmente deberá estar firmado por los responsables técnicos del Generador, Operador y Transportista.

Situaciones especiales a tener en cuenta

El personal de cuadrilla de trabajadores de la CNEL Regional El Oro, que vayan a manipular tambores, transformadores o equipos de protección eléctrica, que contengan aceite dieléctrico usado contaminado con PCBs, u otros materiales categorizados como peligrosos, previamente deben

conocer el contenido y peligrosidad del contenido de los recipientes, deben usar equipo de protección adecuado, estar capacitados y adiestrados para realizar dichas labores.

El personal designado para manipular y transportar materiales o residuos especiales o peligrosos, previamente debe conocer el contenido y peligrosidad del envío. Esto se debe a la imposibilidad de transportar materiales o residuos radiactivos, biotóxicos explosivos, metales combustibles, etc. En estos casos, el personal de mayor rango tiene la responsabilidad de negarse a manipular transportar materiales o residuos para los que no esté expresamente autorizado.

Si por alguna situación especial o de emergencia, los residuos no pudiesen ser entregados en la planta de tratamiento o de disposición final indicada en el manifiesto, el transportista comunicara esa situación a CNEL Regional El Oro, y de ser necesario devolverá la carga a los lugares de origen, donde las mismas personas que hicieron la salida deberán constatar que no haya diferencias con la entrada de la totalidad de los residuos enviados.

Sistema de carga y descarga, minimización de efectos por contingencias

- Al momento de la carga o descarga, se limitará el contorno del camión, mediante conos plásticos de 25" de alto color naranja, rodeando el contorno del área y unidos entre sí mediante cintas plásticas de seguridad reglamentarias color amarillo con leyenda de advertencia de "Peligro".
- Para cada tipo de residuo especial (sólidos, semisólidos y líquidos) estará a disposición la Guía de Respuesta en Caso de Emergencia, emitida por el Ministerio del Ambiente en el año 2010.

- Los residuos especiales de diferentes características no podrán ser mezclados y deberán estar etiquetados para la identificación de su tipo, características, origen y destino final.
- Los residuos especiales de iguales características podrán mezclarse guardando un estricto control de las cantidades recibidas, almacenadas y despachadas, fácilmente verificable ante inspección de la Autoridad Ambiental de Aplicación responsable (AAAr).
- En el ingreso de cualquier tipo de residuo especial, deberá estar especificado previamente el motivo por el cual se depositó y si es transitorio el nombre del operador destinatario de los mismos.
- Prever y verificar que los materiales para envasar o contener residuos especiales peligrosos, deben presentar total estanqueidad, ser materiales inatacables químicamente, con tratamiento anticorrosivo si correspondiera, de adecuada resistencia física, deben contener en la parte superior tapas pequeñas roscables y sistema anti vuelco.
- Los aceites dieléctrico usados que fuesen almacenados o acumulados para su posterior tratamiento de recuperación (extracción de humedad, filtrado, etc.) o como insumo posterior, no perderán el carácter de residuo especial o peligroso, hasta no ser procesados y que fehacientemente mediante análisis fisicoquímicos se determine su clasificación como residuo peligroso (171-2315), por lo cual todo el manipuleo debe hacerse observando las especificaciones y normativa ambiental en vigencia.
- No podrá darse a los aceites dieléctricos usados un destino distinto a lo determinado (depósito transitorio o destrucción final).
- Los choferes de los vehículos de la CNEL Regional El Oro, que transporten materiales y residuos especiales o peligrosos, deberán poseer Licencia Ambiental habilitante actualizada y no podrán ser acompañados por personas que no cuenten con los mismos requisitos.

- Los movimientos de envases y contenedores de residuos o material contaminado, así como también equipos eléctricos, se realizarán a través de grúas, auto elevadores o los medios apropiados. Siempre en posición vertical y con la precaución de evitar derrames o salpicaduras. Se tendrá la precaución de que los movimientos sean realizados siempre en posición vertical.
- Cuando los envases o equipos fuesen movidos en auto elevadores o en los trayectos sobre camiones, deberán ser transportados sobre pallets y amarrados de manera de darle rigidez al conjunto. Para su transporte los recipientes no deben tener ningún tipo de pérdidas.
- Durante el transporte de envases y contenedores de residuos o material contaminado de una planta a otra, se deberá consolidar la carga mediante maderas a modo de cuñas, eslingas, cinchas y/o cadenas, de manera de evitar cualquier tipo de movimiento de la carga durante el trayecto.
- Queda prohibido transportar carga especial o peligrosa sin que previamente quede totalmente tapada por la cobertura de lona correspondiente, contando además con la totalidad de los vientos sujetos firmemente. En el caso que se transporten contenedores de 20' o 40', se deberá asegurar que los mismos se encuentren inmovilizados por cadenas o los pernos correspondientes.

En el caso de aceites con alta temperatura, se deberá tener en cuenta que en esas condiciones, el aceite es menos viscoso que a temperatura normal de trabajo, y por lo tanto puede producir derrames o salpicaduras.

Condiciones de estiba

En el caso de transportarse mercancías o residuos especiales o peligrosos, juntamente con no peligrosos, será necesario previo a la carga, la correcta

identificación de las primeras, ya sea mediante rótulos, etiquetas y marcadas de acuerdo a la clasificación y tipo de riesgo.

Por otro lado las estibas de las 2 clases de mercancías (incluye residuos), peligrosos y no peligrosos, se deben hacer por separado, tanto en la despacho como en el transporte, teniendo la precaución de la identificación de las dos zonas a simple vista.

Comunicación para emergencias

En caso de emergencia o accidente, se deberá comunicar de inmediato al Servicio Integrado de Seguridad ECU 911 Machala, o el más cercano de acuerdo al lugar de la contingencia. Este servicio ofrece respuestas integrales y eficientes por parte de: Policía Nacional, Comisión Nacional de Tránsito, Fuerzas Armadas, Cuerpo de Bomberos, Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, Cruz Roja, Servicios de Salud, y asistencia en caso de fenómenos naturales en casos de accidentes, incendios, desastres, catástrofes, asaltos y robos.

Figura No. 8 ECU 911 Machala



Fuente: Gilbert Añazco, 2012

Cuando se sospeche la presencia de líquidos, gases o vapores irritativos, tóxicos o asfixiantes, se puede recabar información a los

teléfonos (593-2) 2905 162 del Centro de Información y Asesoramiento Toxicológico (CIATOX) con atención ininterrumpida las 24 horas.

Ante intoxicaciones por líquidos, gases, vapores, alimentos ingeridos que puedan haber estado en contacto con materiales, residuos especiales o peligrosos, comunicarse inmediatamente con los números antes descritos.

4.3.3 Guía de respuesta en caso de emergencia

El incremento de Materiales Peligrosos que se maneja en los diferentes sectores productivos (Industrial, Agropecuario, Alimenticio, Petrolero, Eléctrico, Construcción) se encuentra en un crecimiento dinámico por el desarrollo económico y social de la población, para satisfacer las necesidades de una sociedad que se encuentra en progreso continuo. Sin embargo esto implica la necesidad de desarrollar o implementar acciones tales como: capacitación, fortalecimiento del marco legal, publicación de material informativo, que permitan asegurar un ambiente sano libre de contaminación.

De conformidad con la “Guía de Respuesta en Caso de Emergencia” para los que responden primero en la fase inicial de un incidente ocasionado en el transporte de materiales peligrosos, se deberán tomar las siguientes acciones:

Bifenilos Policlorados: Número de guía 171, número de identificación 2315

Peligros potenciales

Los peligros potenciales ante un incendio son los siguientes:

- Algunos pueden arder pero no incinerarse inmediatamente.
- Los contenedores pueden calentarse pero no explotar
- Algunos contenedores pueden transportarse calientes.

Efectos sobre la salud humana

Los aceites dieléctricos contaminados con Bifenilos Policlorados (PCBs), cuando son liberados al medio ambiente, pueden entrar al cuerpo humano y al de los animales a través de la inhalación, contacto cutáneo o por ingestión. Al entrar los PCBs al cuerpo humano y de los animales, se resisten a la descomposición y no son expulsados mediante procesos de excreción o secreción, sino que se quedan en los tejidos grasos del cuerpo, acumulando cada vez más concentraciones de estos elementos en su organismo, cuyos efectos principales sobre la salud humana, son los siguientes:

- **En caso de inhalación:** Trastornos tracto respiratorios, mareos, fatiga, leve irritación en las vías respiratorias, etc.
- **En caso de contacto directo:** Irritación de los ojos, irritación cutánea, cloracné, etc.
- **En caso de ingestión:** Trastornos hepáticos e inmunológicos, bioacumulación en el tejido graso, problemas de reproducción, cancerígeno, etc.

Comunicación de emergencia

En caso de contingencia o accidente, se deberá comunicar de inmediato al Servicio Integrado de Seguridad ECU 911 de la ciudad de Machala o de la provincia más próxima de acuerdo al lugar de la emergencia, a su vez se les detallará los números telefónicos que permitirán solucionar el problema con técnicos capacitados.

- Llamar primero al número de teléfono de respuesta en caso de emergencia en el documento de embarque. Si el documento de

embarque no está disponible o no hay respuesta diríjase a los números telefónicos enlistados en el forro de la contraportada.

- Cuando se sospeche la presencia de líquidos, gases o vapores irritativos, tóxicos o asfixiantes, llamar al número de teléfono de respuesta en caso de emergencia (593-2) 2905 162 que corresponde al Centro de Información y Asesoramiento Toxicológico (CIATOX) con atención ininterrumpida las 24 horas del día, en la ciudad de Quito: Iquique N14-285 y Yaguachí (Instituto Izquieta Pérez).

Elementos de protección personal y seguridad

Para el manipuleo, almacenamiento, transporte, toma de muestras y análisis de PCBs, se requiere que el personal disponga de los siguientes equipos de protección y seguridad:

Elementos de protección personal para manipuleo y almacenamiento:

- Calzado de seguridad dieléctrico con punta de acero
- Ropa de trabajo adecuada, preferiblemente tipo TYVEK en caso de necesidad de contacto con residuos líquidos o salpicaduras.
- Casco de seguridad reglamentario
- Guantes de PVC o nitrilo de caña alta
- Mascara con filtros respiratorios con doble filtro de carbón activado
- Gafas de seguridad transparentes normalizadas de Policarbonato

Elementos de protección personal para toma de muestras de aceite dieléctrico:

- Calzado dieléctrico
- Overol impermeable tipo TYVEK en caso de necesidad de contacto con residuos líquidos o salpicaduras.

- Casco de seguridad reglamentario
- Guantes de trabajo
- Guantes de PVC o nitrilo de caña alta
- Mascarilla con filtros respiratorios con doble filtro de carbón activado
- Gafas de seguridad transparentes normalizadas de Policarbonato

Elementos de protección personal que realiza el análisis de PCBs:

- Calzado impermeable
- Overol impermeable tipo TYVEK en caso de necesidad de contacto con residuos líquidos o salpicaduras.
- Casco de seguridad reglamentario
- Guantes de nitrilo o quirúrgicos
- Mascarilla con filtros respiratorios con doble filtro de carbón activado
- Gafas de seguridad transparentes normalizadas de Policarbonato

Elementos de protección personal para cada chofer y ayudante que transportan desechos peligrosos

- 1 Casco de seguridad reglamentario.
- 1 Par de guantes de trabajo
- 1 Chaleco reflectivo
- 1 Mameluco impermeable de tela tipo TYVEK
- 2 Pares de guantes de nitrilo
- 1 Par de gafas de seguridad transparentes normalizadas de Policarbonato
- 1 Mascarilla con doble filtro de carbón activado
- Calzado dieléctrico con punta de acero.

Elementos que deben contar cada vehículo que transporta desechos peligrosos.

- 1 Tambor de 200 litros con taps zunchada, identificado con la leyenda: "Kit para uso en caso de derrames".
- 2 Bolsas de recolección de residuos de PVC de alta densidad
- 1 Bolsa de arena tamizada de río o tierra mineral absorbente de 50 Kg de peso.
- 6 Conos plásticos rígidos de 65 cm de alto, de color naranja.
- 1 Rollo de cinta plástica amarilla de advertencia de 10 cm de ancho con leyenda de "Peligro".
- 30 Metros cuadrados de film de Polipropileno de 200 micrones.
- 1 Kit de seguridad reglamentario.
- 1 Pala de punta.
- 5 Kg de franela o guaype
- 1 Manga absorbente de 2 a 4 m., de longitud
- 2 Extintores de polvo químico seco triclase de 5 Kg cada uno, con carga vigente.

Evacuación del área

Consiste en movilizar al personal desde un área amenazada hasta un lugar seguro, para lo cual es necesario disponer de tiempo suficiente y que esté preparado para abandonarla ya que la evacuación es la mejor acción de protección.

En caso de derrame.- Si existe un vuelco involuntario de fluidos contenidos en equipos o recipientes, ya sea por mala práctica o por rotura del recipiente contenedor del fluido. Como acción inmediata de precaución, se debe hacer lo siguiente:

- Evacuar el área y mantenga a las personas alejadas del lugar.

- Proceder a descongestionar el lugar, retirando los vehículos, obstáculos y todo elemento que se considere de fácil combustión.
- Evite que personas externas ingresen al predio u observen desde lugares en dirección donde va el viento, exponiéndose a inhalar gases
- En ningún momento se arriesgará a poner en peligro la propia integridad física, ni se arriesgará a las personas que colaboran.
- Si el derrame es grande considere la evacuación inicial a favor del viento de por lo menos 300 metros.
- Llamar al Servicio Integrado de Seguridad, ECU-911 Machala, que ofrece respuestas integrales y eficientes.
- Llamar al Director de Seguridad, Salud y Ambiente de la CNEL Regional El Oro.

En caso de incendio.- Si un tanque, autotanque, transformador o equipo de protección eléctrica está involucrado en un incendio, AISLE el área a la redonda y expándala a favor del viento cruzado. Como acción inmediata de precaución:

- Evacue al personal lo suficientemente lejos para que no tengan que retirarse nuevamente si el viento cambia y manténgalas alejadas del lugar.
- Si el fuego es en un automotor que se está abasteciendo, se hará descender a los ocupantes del mismo.
- Se procederá a descongestionar el lugar, retirando los vehículos, obstáculos y todo elemento que se considere de fácil combustión.
- Evite que personas externas ingresen al predio u observen desde lugares en dirección donde va el viento, exponiéndose a inhalar gases.
- Si el incendio se ha declarado totalmente, alejarse del área y evit que otras personas se acerquen, limitándose a controlar la evolución del fuego y completar la evacuación.

- Retirarse inmediatamente del lugar si sale un sonido creciente o si el tanque o equipo se empieza a decolorar.
- Llamar al Servicio Integrado de Seguridad, ECU-911 Machala, que ofrece respuestas integrales y eficientes.
- Llamar al Director de Seguridad, Salud y Ambiente de la CNEL Regional El Oro.

Primeros auxilios

Mientras llega la atención médica, se tomarán acciones inmediatas que pueden ser tomadas en caso de inhalación contacto, o ingestión por la víctima u otras personas, usando material generalmente disponible para reducir o eliminar efectos adversos a la salud, por lo que se debe proceder de la siguiente manera:

Intoxicados por inhalación de vapores, gases o humos, hidrocarburos o PCB's

- Retirar a la víctima del lugar afectado y trasladarla a una zona ventilada y con aire fresco y limpio.
- Aplicar respiración artificial o suministrar oxígeno si la víctima respira con dificultad.
- Quitar y aislar la ropa y el calzado contaminados.
- Si hubiese asfixia y paro cardíaco, aplicar las técnicas de reanimación cardiorrespiratoria.

En contacto con hidrocarburos normales

- Se puede limpiar la zona afectada con una franela o guaype.
- También se puede utilizar si se dispone de arena o tierras absorbentes.
- Lavar con abundante agua corriente y detergente.

- Posteriormente enjuáguese con abundante agua corriente y jabón.

En el caso de contacto con aceite dieléctrico contaminado o residuos peligrosos

- Quitarse de inmediato la ropa contaminada, lavarse con abundante agua fría y jabón neutro. No se debe utilizar solventes, detergentes o abrasivos.
- Lavado de piel la piel afectada con abundante agua fría y jabón (preferiblemente en forma de agua jabonosa o con detergente líquido, preparado por separado), si la zona expuesta tiene lastimaduras hacer un mínimo frotado.
- Secar apoyando una toalla sin frotar y aplicar vaselina (si es líquida mejor)
- Proteger con gasa estéril fijada con vendaje o tela adhesiva y concurrir al Centro asistencial más próximo.
- En caso de contacto con los ojos, enjuagarlos con abundante agua corriente durante quince minutos como mínimo. Los párpados deben separarse durante el lavado.
- Concurrir inmediatamente de efectuados los lavados a un centro oftalmológico o centro médico asistencial más próximo, según sea el caso.

Ante ingestión de un residuo peligroso líquido

- Enjuagarse la boca varias veces con agua limpia y tomar agua.
- Suministrar 250 cc de vaselina líquida
- Si se dispone una cucharada de Sulfato de Sodio en 250 ml de agua.
- Consultar rápidamente a un médico para las precauciones del caso.

Ante intoxicaciones por gases, vapores, líquidos, alimentos ingeridos o medicamentos

- Comunicarse inmediatamente con el Servicio Integrado de Seguridad ECU 911 de la ciudad de Machala o al de la provincia más próxima.

Simulacros

Se deberá realizar simulacros anuales para formar hábitos de respuesta inmediata que ayuden a minimizar los riesgos, siguiendo un plan previamente establecido basado en los procedimientos que se han descrito y que permiten evaluar, mejorar y retroalimentar los planes propuestos.

4.3.4 Capacidad de respuesta ante derrames

Definiciones

Derrame.- Vuelco involuntario de fluidos contenidos en equipos a recipientes, ya sea por mala práctica o por rotura del recipiente contenedor del fluido.

Perdida.- Se considera pérdida a todo vuelco involuntario del fluido, menor a 2 litros.

Las acciones a realizar en caso de contaminación por derrames o pérdidas de materiales peligrosos o residuos especiales o peligrosos son las siguientes:

Elementos a utilizar

Para complementar las acciones propuestas, el responsable del cuidado y/o transporte y su asistente deberán contar con los equipos de Protección

adecuados, así como los elementos antes descritos de acuerdo a sus actividades.

- No tocar ni caminar sobre el material derramado, detenga la fuga en caso de poder hacerlo sin riesgo, utilizando el equipo de protección adecuado.
- En el caso de derrames pequeños de aceite dieléctrico contaminado con PCBs u otro líquido contaminante sobre el suelo, o contenidos dentro de los cubículos de contención, se deberá emplear productos absorbentes como arena tamizada de río, arcillas diatomeas, tierra absorbente o turba activada, contenidos en los Kits para derrames, colocando el producto de manera que cubra completamente la superficie del líquido derramado o suelo contaminado, dejando actuar hasta que se evidencie que el cambio del color original del absorbente se mantiene invariable (no absorbe más líquido) por espacio de 20 minutos.
- Si son derrames grandes, construir un dique más adelante del derrame, cubra el derrame con plástico o lona para minimizar su propagación en caso de lluvia, prevenga la entrada hacia vías navegables, alcantarilla, sótanos o áreas confinadas, luego proceder a su recolección para su disposición final posterior.
- Recoger el material absorbente, secar el área con trapos, limpiar y disponer en tambores normalizados UN, dentro de bolsas de polietileno de 200 micrones e identificar el recipiente, a fin de poder mantener la trazabilidad correspondiente a la gestión posterior.
- Los recipientes cerrados se transportarán en forma segura, se almacenarán previo registro en la Bodega de Desechos Peligrosos de la CNEC Regional El Oro, estibados de acuerdo a las reglamentaciones vigentes, y a la espera de su disposición final. En caso de estibas de tambores tipo UN con PCBs, disponerlos sobre

palets y sobre piso de hormigón rígido impermeable, en lugares ventilados, sin riesgo de fuego y bajo techo.

- En caso de fisuras o roturas de envases, asegurarse de contar con todos los pegamento siliconado o masilla epóxica de fraguado rápido y revestir la zona (zunchar) con film de Polietileno o PVC, simultáneamente bajar el nivel del envase por debajo de la rotura o trasvasar el contenido en caso de estar la rotura en la base. recoja el líquido en bandejas o recipientes de plástico resistente del tipo industrial elementos de protección personal, obturar o sellar la perdida con abundante. Si la situación lo permite recoja el líquido en bandejas o recipientes de plástico resistente del tipo industrial y vacíe el líquido en otro tanque vacío.
- Si el derrame fuese de líquido con capacidad de fluir, contenerlo inmediatamente con pequeños terraplenes de arena tamizada de río, tierra, arcilla, etc. Especialmente si el accidente ocurre cerca de cualquier media que permita que escurran hacia ríos, lagos, mares o capa freática, etc., o se pongan en contacto con alimentos. Posteriormente absorber el derrame y proseguir según lo expresado en párrafos anteriores.
- En el caso de tratarse de suelos removibles, se removerá lo contaminado hasta la profundidad que llego la afectación, disponiéndose en tambores normalizados UN, siguiendo los pasos mencionados en párrafos anteriores. Los terrenos una vez asegurada su limpieza, se cubrirán con material pétreo nuevo, con características del suelo que existió previo su contaminación.
- Nunca se usarán solventes inflamables (gasolina, thinner). De ser necesario se utilizara tricloroetileno y posteriormente el material utilizado para limpiar, también será gestionado como un residuo peligroso.
- Si la ropa fue contaminada con líquidos corrosivos, cáusticos, herbicidas, bifenilos policlorados, solventes de seguridad o irritantes

de la piel (álcalis: hidróxidos de sodio o potasio; ácidos: sulfúrico, clorhídrico, nítrico, muriático, o aceites contaminados) NO volver a utilizarla. Se deberá dar igual tratamiento que un residuo peligroso. Se deberá comunicar a Seguridad Industrial para proceder a su recambio

Comunicación y registro

Ante un derrame a pérdida que haya afectado al medio ambiente, y una vez realizadas las tareas de control y solución del problema original, la persona de mayor rango en el lugar debe elaborar y enviar a la oficina de Control de Medio Ambiente de la CNEL Regional El Oro, un informe conteniendo, lo siguiente:

- Lugar, fecha, y hora del accidente o incidente.
- Motivos del accidente a incidente.
- Acciones realizadas para resolver a mitigar los impactos ambientales.
- Consecuencias ambientales, aclarar si quedaron a no rastros de contaminación.
- Informar sobre el destino de los residuos.
- Personal que intervino en la acción.
- Mencionar lugar, fecha y responsable a quien le entregó los residuos en la CNEL Regional El Oro.

4.3.5 Capacidad de respuesta ante incendios

Definiciones

Emergencia.- Es aquella situación que pone en peligro a las instalaciones y al personal de la CNEL Regional El Oro.

Fuego.- Es una oxidación rápida que genera luz y calor. Se produce ante la presencia simultánea de tres (3) factores: Oxígeno-Combustible-Calor, en proporciones adecuadas. Si falta uno de estos elementos, o no está en la proporción conveniente el fuego se extingue.

Figura Nro.9. Elementos del Fuego



Fuente: Gilbert Añazco, 2012

Incendio.- Fuego no deseado y fuera de control.

Gravedad de la Emergencia.- Se clasificará la emergencia según su magnitud en:

- Falsa alarma
- Conato de incendio
- Incendio grave
- Gran incendio

Clases de fuegos

Teniendo en cuenta la naturaleza del fuego, se realiza una clasificación de los diferentes tipos de fuego:

Clase A: Son los tipos de incendio que se producen en materiales sólidos comunes de fácil combustión (Papel, cartón, madera, plásticos, tejidos, etc.). Este tipo de incendio puede arder con llama o incandescencia. Producen brazas y cenizas y el efecto extintor se logra bajando la temperatura o calor.

Clase B: Son los tipos de incendio que se originan en combustibles derivados del petróleo, líquidos o gaseosos (Aceites, pinturas, grasas, alcoholes, parafinas, etc.) Este tipo de incendio siempre arde con llama. Sin producción de cenizas y el efecto extintor se logra por sofocación del fuego, interponiendo un agente ignífugo entre el combustible y el oxígeno.

Clase C: Son los tipos de incendio que se producen en instalaciones eléctricas con tensión. (Motores, transformadores, tableros, instalaciones y elementos eléctricos, etc.), o gases (Butano, Acetileno, Metano, Propano, etc.). En las instalaciones de media y alta tensión se debe interrumpir el paso de la energía eléctrica, en las instalaciones de baja tensión por lo general debe accionar el breaker de la caja térmica. Donde existe corriente eléctrica El efecto extintor se logra por sofocación del fuego.

Clase D: Son los tipos de incendio que se declaran en los metales y aleaciones, llamados fuegos químicos (Aluminio en polvo, titanio, potasio, sodio, magnesio, zirconio, etc.). Son combustiones muy especiales y menos frecuentes, cuyo control exige técnicas y extintores muy especiales. No debe arrojarse agua, ya que produce reacción química que provoca explosiones con desprendimiento de esquirlas del material comprometido poniendo en riesgo la vida del personal actuante. Solo se utiliza polvos especiales para su extinción.

Elementos a utilizar

Para complementar las acciones propuestas por documento, el responsable del transporte deberá tener a disposición en el momento de la carga a descarga, 2 Extintores de polvo químico triclase ABC de 5 Kg cada uno con carga vigente.

En las inmediaciones de la Bodega de Desechos Peligrosos, adicional a los sensores de humo, temperatura, alarma, sirena, se debe contar en la parte exterior con dos extintores de Polvo Químico Seco (PQS) triclase ABC de 20 libras cada uno y un extintor de Espuma Formadora de Película Acuosa (AFFF) de 25 libras, ambos con carga vigente.

En cada una de las Subestaciones del Sistema Eléctrico, debe existir 1 extintor de Polvo Químico Seco (PQS) triclase ABC de 20 libras y un extintor de Espuma Formadora de Película Acuosa (AFFF) de 25 libras, ambos con carga vigente.

Cómo actuar ante un incendio

En este tipo de contingencias, el principal peligro es el fuego y los gases de la combustión que se propagan al aire, pudiendo afectar grandes extensiones en dirección del viento.

Conocer el comportamiento adecuado, multiplica las posibilidades de supervivencia, por lo tanto es importante conocer y enseñar de cómo actuar en un incendio a todas las personas que realizan las actividades en torno a los tanque, transformadores y equipos de protección eléctrica:

- La tendencia actual es utilizar extintores de extinción múltiple, es decir que son aptos para apagar fuegos de Clases A, B y .C. Son los denominados matafuegos de Polvo Químico Seco Triclase.

- Están presurizados internamente con Nitrógeno y poseen un pequeño manómetro que indica la presión del recipiente.
- Al margen de su composición, los polvos químicos son extremadamente eficaces en la extinción de incendios de líquidos inflamables, en particular cuando se hallan derramados.
- En caso del inicio de un incendio, la persona que esté más cerca deberá tratar de aplacar el incendio de forma inmediata con los elementos existentes en el ámbito de las Subestaciones Eléctricas.
- Si con el uso de los extintores, el fuego no puede ser controlado, inmediatamente deberá dar la voz de alarma y deberá presionar el pulsador manual o alarma de incendio para activar el Plan de Contingencias.
- Sonada la alarma, quién se encuentre más cercano al conato de incendio, tendrán la responsabilidad de realizar el primer contacto telefónico con las autoridades, y se organizará el equipo de trabajo.
- Si sus prendas se prenden con el fuego, no correr: tirarse al piso, taparse la cara con las manos, y rodar, rodar, rodar para ahogar las llamas.
- El fuego debe atacarse siempre en dirección del viento, es decir que el operador del equipo extintor debe recibir el viento en su espalda.
- Al combatir fuegos en superficies líquidas (también en sólidos) se debe comenzar por la parte delantera del mismo, dirigiendo el chorro a la base del fuego y haciendo desplazamientos suaves de la tobera en forma horizontal.
- Si se trata de un derrame que se está produciendo desde una cierta altura (por ejemplo del tanque de nafta al piso), se deberá atacar comenzando por arriba y producir la extinción hacia abajo.
- Cuando es posible, es conveniente utilizar los extintores disponibles al mismo tiempo, en lugar de usarlos de a uno por vez.
- Se debe tener sumo cuidado y estar atentos a la reiniciación del fuego, para ello, al alejarse del lugar debe hacerse siempre dándole la espalda al fuego.

- En caso de no haber extintores a mano y si las características del fuego lo permiten, se podrá intentar cubrir el fuego con arena o tierra a efectos de provocar la sofocación del mismo (anulación del aporte de oxígeno).
- Si sólo se contara con la posibilidad de usar agua, únicamente se podrá utilizar en forma de niebla o lluvia finamente dividida.
- Nunca deberá arrojarse en forma de chorro ya que provocaría una ampliación del área de incendio por derrame del aceite dieléctrico.
- Quedarse fuera del área de flagelo hasta que los bomberos autoricen la entrada al mismo, una vez controlado el flagelo.
- Se identificará el origen del problema. Posteriormente se evaluará los daños y las pérdidas.

Extintores de polvo químico seco

El principal uso de los extintores de polvos químicos secos PQS es para extinguir fuegos producidos por combustibles líquidos o fuegos Clase B. Otra de las propiedades de los polvos químicos secos es que no son conductores de la electricidad por lo que también están recomendados para su utilización en incendios de eléctricos energizados o Clase C, en forma eficiente y segura.

Extintores de espuma formadora de película acuosa (AFFF)

Para incendios de grandes proporciones, utilizar extintores de Espuma Formadora de Película Acuosa (AFFF), por cuanto forma una película que aísla el combustible y no se vuelve a encender, se debe interrumpir o desconectar el paso de la energía eléctrica hasta que se haya sofocado el incendio.

Uso correcto del extintor portátil

Los extintores portátiles son elementos básicos para mantener las medidas de seguridad de cualquier inmueble. Su función básicamente consiste en apagar el fuego que puede haberse generado en algunas de las áreas del edificio,

ayudando a contener una posible propagación del mismo, su uso correcto es el siguiente:

1. Tirar del cierre de seguridad o pasador
 2. Apuntar hacia abajo, hacia la base del fuego
 3. Presionar el gatillo que esta sobre la manija
 4. Esparcir el contenido de lado a lado y de atrás a adelante
- Los extintores portátiles deben ser colocados en lugares accesibles, libres de toda clase de obstáculos o sea donde habitualmente no se almacenen mercaderías, cajones o equipajes que impidan o dificulten el empleo de los mismos, teniendo en cuenta la confusión natural que sucede a un principio de incendio.
- Recuerde que la carga de un extintor portátil no dura más allá de un (1) minuto dependiendo de cómo lo opere. Por lo tanto, todo debe obedecer a una preparación previa de las personas expuestas al factor de riesgo.

Verificación y alarma de fuego durante el transporte

El conductor al iniciar las operaciones de carga o descarga, debe tomar conocimiento exactamente del tipo de mercancías o residuos que transportará. En cuanto se detecte el comienzo de un foco ígneo, ya sea en viaje o estando detenido el vehículo, se actuará de la siguiente manera:

- Si se está en movimiento detener la marcha inmediatamente, si se está detenido, dar la alarma correspondiente. Evaluar inmediatamente la gravedad de la emergencia.
- Si es un conato de incendio, la extinción la realizará el personal de intervención de la CNEL Regional El Oro, capacitado y adiestrado para usar los extintores portátiles adecuados más próximos.

- De no ser posible controlar el conato al transformarse en un incendio fuera de control, se dará la alarma y se llamará al ECU 911 solicitando la presencia de los Bomberos de la localidad más cercana, se evacuará la zona afectada de terceras personas que no formen parte del equipo de intervención.
- Informar inmediatamente tanto a autoridades de control como a los bomberos, sobre material o residuo que está en ignición. Si está capacitado y adiestrado colaborar en el control del incendio. Evitar todo contacto de terceras personas con los materiales o residuos peligrosos o contaminados.
- Siempre manténgase alejado de tanques envueltos en fuego. Retirarse inmediatamente del lugar si sale un sonido creciente de los mecanismos de seguridad de las ventilas, o si el tanque se empieza a decolorar.
- Enfríe el tanque o los contenedores de hidrocarburos con chorros de agua hasta mucho después de que el fuego se haya extinguido.
- El rescate, atención y traslado de los heridos se realizará con la llegada del cuerpo de bomberos y el personal de rescate especializado. Se aislará el área e iniciará las labores de control.
- Extinguido el accidente, se colaborará con los Bomberos a fin de investigar las causas del incendio a fin de emitir el correspondiente informe.
- Proceder a la limpieza del sitio afectada según las consideraciones sobre contaminación por derrames o pérdidas.

Verificación y alarma de fuego en bodega y equipos estacionarios.

Como primera medida, verificar si el fuego se produce en las proximidades o dentro de la Bodega de Desechos peligrosos, si es ocasionado por algún tambor o está en combustión algún equipo que contiene aceite dieléctrico contaminado con PCBs. En caso cualquier caso si permite la sofocación por falta de oxígeno, hágalo rápidamente

con los extintores disponibles ya sea de Polvo Químico Seco (PQS) o Espuma Formadora de Película Acuosa (AFFF).

Si es un conato de incendio, la extinción la realizará el personal de intervención de la CNEL Regional El Oro, capacitado y adiestrado para usar los extintores portátiles adecuados más próximos.

Trate de extinguir el fuego, evitando la inhalación de gases. Si lo que está ardiendo es material cercano o pasto, si es posible sofocarlo con alguno de los sistemas de extinción disponible o alguna manta, hágalo a la mayor brevedad.

De no ser posible controlar el conato al transformarse en un incendio fuera de control, se dará la alarma y se llamará al ECU 911 solicitando la presencia de los Bomberos de la localidad más cercana e infórmelos sobre la sustancia en combustión, se evacuará la zona afectada de terceras personas que no formen parte del equipo de intervención.

Si es un incendio de grandes proporciones, ya sea en la Bodega de Desechos Peligrosos, Laboratorio de Transformadores, o un Transformador de Potencia, use extintores de Espuma Formadora de Película Acuosa (AFFF), por cuanto forma una película que aísla el combustible y no se vuelve a encender, se debe interrumpir o desconectar el paso de la energía eléctrica hasta que se haya sofocado el incendio.

Si en incendio involucra tanques, enfrié los contenedores del área de fuego si lo puede hacer sin ningún riesgo. Retírese inmediatamente si sale un sonido creciente de los mecanismos de seguridad de las ventilas, o si el tanque se empieza a decolorar.

Siempre manténgase alejado de tanques envueltos en fuego. Retirarse inmediatamente del lugar si sale un sonido creciente de los mecanismos de seguridad de las ventilas, o si el tanque se empieza a decolorar.

El rescate, atención y traslado de los heridos se realizará con la llegada del cuerpo de bomberos y el personal de rescate especializado. Se aislará el área e iniciará las labores de control.

Extinguido el incendio, se colaborará con los Bomberos a fin de investigar las causas del incendio a fin de emitir el correspondiente informe.

Proceder a la limpieza del sitio afectada según las consideraciones sobre contaminación por derrames o pérdidas.

Colaboración con bomberos

Una vez realizado el llamado al ECU 911, abra el ingreso al predio, retire posibles vehículos y otros objetos que obstruyan el paso, y todo elemento que considere de fácil combustión. Evite que personas externas ingresen al predio u observen desde lugares en dirección donde va el viento, exponiéndose a inhalar gases.

Se procederá a descongestionar el lugar, retirando los vehículos y todo otro elemento que se considere de fácil combustión.

Se deberá verificar, en todos los casos, que no se produzca ningún tipo de obstrucción en los egresos que dificulten la rápida evacuación, tanto de personas como de vehículos.

Una vez que los Bomberos estén dentro del predio, no permita el acceso a personas ajenas a la empresa, y vuelva a recordarles la peligrosidad de los

PCBs. Colabore con la información que requiera el personal de Bomberos. Si hay en las inmediaciones instalaciones eléctricas, corte desde la llave de alimentación en el tablero o de ser posible en los seccionadores en media tensión.

Comunicación y registro

Ante un conato de incendio o un incendio grave cuyas consecuencias hayan afectado al medio ambiente, una vez realizadas las tareas de control y solución del problema original, la persona de mayor rango en el lugar debe elaborar y enviar a la oficina de Control de Medio Ambiente de la CNEL Regional El Oro, un informe conteniendo, lo siguiente:

- Lugar, fecha, y hora del conato o incendio.
- Motivos de la emergencia.
- Acciones realizadas para resolver a mitigar el conato o incendio.
- Consecuencias personales, ambientales y materiales, aclarar si quedaron a no rastros de contaminación.
- Informar sobre el destino de los residuos.
- Personal que intervino en la acción.
- Mencionar lugar, fecha y responsable a quien le entregó los residuos en la CNEL Regional El Oro.

4.3.6 Actividades del plan de manejo ambiental

En el Plan de Manejo Ambiental se detalla el ordenamiento del procedimiento una serie de actividades para el manejo y retiro de transformadores y equipos de protección, que contienen aceite dieléctrico contaminado con PCBs., y que se encuentran montados y en operación, así como de otros que se encuentran embodegados considerados como pasivos ambientales, se incluye la

remediación de suelos contaminados . El PMA se lo ha desarrollado en base a las necesidades y condiciones actuales de la Corporación, y que de acuerdo al Plan Nacional de Implementación para la eliminación de los Componentes Orgánicos Persistentes, tendrá un plazo no mayor hasta el año 2.020 para dejar al Sistema Eléctrico del Área de Concesión de la CNEL Regional El Oro S.A., libre de Bifenilos Policlorados (PCBs):

1. Implementar controles para adquisiciones de equipos libres de PCBs: En los Pliegos que se suben al portal www.compraspublicas.gob.ec y en los contratos debe incluirse una cláusula solicitando Certificación autorizada de no contener PCBs.
2. Implementar controles internos, para la aprobación de los proyectos eléctricos, con el fin de evitar el ingreso al sistema eléctrico de transformadores con PCBs. Se puede optar por la realización de una prueba con el kit CLOR N OIL 50 a cada transformador.
3. Capacitar sobre el US EPA SW-846 Method 9079 con los kits CLOR-N-OIL-50, al personal involucrado con la realización de las pruebas.
4. Capacitar sobre los Bifenilos Policlorados (PCBs), al personal involucrado con la adquisición, manejo y transporte de transformadores y equipos de protección eléctrica.
5. Capacitar sobre primeros auxilios al personal que manipula y transporta transformadores, equipos de protección eléctrica y tambores con aceite dieléctrico usado con PCBs.
6. Capacitar sobre Guía de Respuesta en Caso de Emergencia, ocasionado en el transporte de materiales peligrosos. Emitido por el Ministerio el Ambiente del Ecuador. Anexo 11.
7. Adquirir equipos de protección individual (EPI) adecuados de acuerdo a la actividad que realiza el personal para realizar los análisis, la manipulación y transporte de transformadores con aceite dieléctrico.
8. Adquirir kits CLOR N OIL 50 marca DEXSIL para realizar pruebas de PCBs por el US EPA SW-846 Method 9079. Anexo 11 Varios

9. Realizar cromatografía de gases al 5 % de los transformadores y tambores que contienen aceite dieléctrico usado para establecer el grado de contaminación en ppm. Estas pruebas las deberán realizar laboratorios acreditados ante la OAE.
10. Adquirir kits de emergencia para controlar medianos derrames de aceite dieléctrico. El recipiente debe tener capacidad para 111 litros: ácidos, alcalinos, hidrocarburos o agua. El kit contiene: 50 hojas, 1 par de guantes, 1 par de gafas, 4 cojines, 1 compuesto obturador 5 barreras y 3 bolsas de recogida. Anexo 11.
11. Adquisición de 500 tambores de plástico industrial con capacidad para 55 galones para almacenamiento de aceite dieléctrico usado. El tanque deberá tener en la parte superior dos tapas de 3". Anexo 11.
12. Adquirir un montacargas mecánico manual para el manipuleo interno de los transformadores y tambores con aceite dieléctrico usado que ingresan a la Bodega de Desechos Peligrosos.
13. Adquirir 500 pallets de madera o de pino: de 1.20cm por 1.20 cm. Servirán de soporte para colocar los tambores y transformadores para estibarlos correctamente con el montacargas. Anexo 11.
14. Adecuar áreas adyacentes en el actual laboratorio de transformadores para almacenamiento temporal de equipos y tambores con PCBs. (Ídem al numeral 14).
15. Adecuar bodegas con normas internacionales para almacenamiento de equipos con PCBs. (piso impermeable, señalética, extintores, ventilación, detectores de humo, sirena, etc.).
16. Adquirir 2.000 etiquetas con nuevo diseño para equipos que contienen aceite dieléctrico. Las anteriores deberán ser reemplazadas. Anexo 11.
17. Almacenar provisionalmente los transformadores que salen del sistema eléctrico, previo pruebas con los kits CLOR N OIL 50 y etiquetado de los equipos.
18. Disposición final adecuada de los elementos que contienen los kits CLOR N OIL 50 y de los accesorios que se utilizan en la realización de

las pruebas. La entrega se la realiza de manera documentada al administrador del relleno sanitario de Machala.

19. Contratar el inventario definitivo, para establecer cuantos equipos que están instalados en el sistema eléctrico y en desuso, contienen aceites dieléctricos contaminados con PCBs.
20. Los transformadores en operación, que hayan dado positivo PCBs en la pruebas cualitativas, deben inspeccionarse cada tres meses para detección de fugas, goteos, filtraciones o derrames de fluidos hasta que sean reemplazados.
21. Sustituir o reemplazar los transformadores con PCBs, dando prioridad a aquellos donde se exista afluencia constante de personas, como clínicas, hospitales, centros de educación, iglesias, cines, teatros, salas de convenciones, coliseos, estadios, edificios con cámaras de transformación, etc.
22. Realizar mantenimiento anual a la Bodega de Desechos Peligrosos, verificando signos de deterioro, corrosión, humedad, fugas, derrames o fisuras, de las instalaciones en general.
23. Remediar los suelos contaminados con o sin PCBs., de las diferentes subestaciones y en los lugares donde haya existido derrames de los transformadores de distribución.
24. Realizar chequeo médico anual y llevar registro del personal que labora y manipula directamente con los transformadores y equipos de protección eléctrica.
25. Contar con 2 extintores de con rueda de PQS de 150 libras cada uno, y dos extintores portátiles de 20 libras cada uno ubicados estratégicamente en los exteriores de la Bodega de desechos Peligrosos.
26. Capacitar y adiestrar al personal involucrado con transformadores y equipos de protección eléctrica sobre el Plan de Contingencias, para lo cual se debe contar con equipos y uniformes de protección personal según el tipo de incidente. Se deberá realizar simulacros anuales para formar hábitos de respuesta que ayuden a minimizar los riesgos.

27. Incluir los costos de las obras, actividades, productos o servicios en el presupuesto anual de inversiones para la ejecución del Plan de Manejo Ambiental
28. Realizar la eliminación y/o disposición final de los equipos y aceites con PCBs, una vez que el MAE defina las políticas de eliminación de los PCBs a nivel nacional.

4.3.7 Cronograma Valorado del Plan de Manejo Ambiental

El *“Plan de Manejo Ambiental para la Manipulación de Transformadores en el Área de Concesión de la CNEL Regional El Oro S.A”*, consta de un cronograma donde se aprecia en detalle las veinte y siete (27) actividades necesarias para un buen manejo de los transformadores, cuyo plazo final concluye el 31 diciembre del 2020, y el costo requerido es de \$.5'237.480 (CINCO MILLONES DOSCIENTOS TREINTA Y SIETE MIL CUATROCIENTOS OCHENTA 00/100 DOLARES USD), para retirar del Sistema Eléctrico los transformadores y equipos de protección eléctrica, que contengan Bifenilos Policlorados.

ITEM	ACTIVIDAD	AÑO 2012				AÑO 2013				AÑO 2014				AÑO 2015				AÑO 2016				AÑO 2017				AÑO 2018				AÑO 2019				AÑO 2020				COSTO DOLARES
		I	II	III	IV																																	
7	Adquirir equipos de protección individual (EPI) adecuados de acuerdo a las actividades que realiza el personal.																																					18.000
8	Adquirir kits CLOR N OIL 50 marca DEXSIL para realizar pruebas de PCBs por el US EPA SW-846 Method 9079. Anexo II Varios																																					160.000
9	Realizar cromatografía de gases al 5% de los transformadores y tambores que contienen aceite dieléctrico usado, con laboratoios calificvados OAE.																																					32.000
10	Adquirir kits para controlar medianos derrames de aceite dielectrico. Anexo II																																					3.400
11	Adquirir 500 tambores de plástico industrial con capacidad de 55 galones para almacenamiento de aceite dieléctrico usado. Anexo II																																					25.000
12	Adquirir un montacargar mecanico manual para el manipuleo de los transformadores y tambores con acite dieléctrico usado.																																					2.000
13	Adquirir 500 pallets de madera para colocar los tambores y transformadores para estibarlos correctamente. Anexo II																																					1.500

ITEM	ACTIVIDAD	AÑO 2012				AÑO 2013				AÑO 2014				AÑO 2015				AÑO 2016				AÑO 2017				AÑO 2018				AÑO 2019				AÑO 2020				COSTO DOLARES
		I	II	III	IV																																	
14	Adecuar áreas adyacentes del laboratorio de transformadores para almacenamiento temporal de equipos y tambores con PCBs. (Ídem numeral 14)																																					130.000
15	Adecuar bodegas con normas internacionales para almacenamiento de equipos con PCBs.																																					412.000
16	Adquirir 2.000 etiquetas con nuevo diseño para equipos que contienen aceite dieléctrico. Las anteriores deberán ser reemplazadas. Anexo II.																																					480
17	Almacenar provisionalmente los transformadores que salen del sistema eléctrico, previa pruebas con los kits CLOR N OIL 50 y etiquetado de los equipos.																																					50.000
18	Disposición final adecuada en los rellenos sanitarios de los elementos que contienen los kits CLOR N OIL 50 y de los accesorios que se utilizan en la realización de las pruebas.																																					800
19	Contratar el inventario definitivo, para establecer cuantos equipos que están instalados en el sistema eléctrico y en desuso, contienen aceites dieléctricos contaminados con PCBs.																																					546.000
20	Los transformadores en operación, que hayan dado positivo PCBs, deben inspeccionarse cada tres meses para detección de fugas, goteos, filtraciones o derrames de fluidos hasta que sean reemplazados.																																					50.000
21	Sustituir los transformadores con PCBs, dando prioridad a aquellos donde se exista afluencia constante de personas, como hospitales, centros de educación, iglesias, etc.																																					3.700.000

ITEM	ACTIVIDAD	AÑO 2012				AÑO 2013				AÑO 2014				AÑO 2015				AÑO 2016				AÑO 2017				AÑO 2018				AÑO 2019				AÑO 2020				COSTO DOLARES				
		I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV					
22	Realizar mantenimiento anual a la Bodega de Desechos Peligrosos, verificando signos de deterioro, corrosión, humedad, fugas, derrames o fisuras, de las instalaciones en general.																																									16.000
23	Remediar los suelos contaminados con PCBs., de las diferentes subestaciones y en los lugares donde haya existido derrames de los transformadores de distribución.																																									17.000
24	Realizar chequeo médico anual y llevar registro del personal que labora y manipula directamente con los transformadores y equipos de protección eléctrica.																																									32.000
25	Contar con 2 extintores de ruedas de PQS de 150 libras cada uno, y dos portátiles de 20 libras, ubicados estratégicamente en los exteriores de la Bodega de Desechos Peligrosos.																																									12.000
26	Elaborar un Plan de Contingencias, para lo cual se debe contar con personal capacitado y adiestrado, dotado de EPP según el tipo de incidente.																																									3.000
27	Incluir los costos de las obras, actividades, productos o servicios en el presupuesto anual de inversiones para la ejecución del PMA.																																									500
28	Realizar la eliminación y/o disposición final de los equipos y aceites con PCBs, una vez que el MAE defina las políticas de eliminación de los PCBs a nivel nacional.	Esta actividad sera incluida en el cronograma una vez que el Ministerio del Ambiente defina las políticas para la eliminación de los PCBs a nivel Nacional																																								
		PRESUPUESTO TOTAL REQUERIDO																												\$.				5.237.480								

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como se habrá podido observar, la situación de los Bifenilos Policlorados es crítica a nivel provincial y nacional, por tratarse de un sustancia química orgánica peligrosa, catalogada de primera prioridad a nivel nacional por ser un componente orgánico persistente, con afectación directa a la salud humana y el ambiente, por lo que hay que tomar también medidas de seguridad industrial para prevenir, mitigar, controlar, y corregir los impactos ambientales negativos que podrían causar, durante su adquisición, revisión, pruebas, manipuleo, operación, mantenimiento, transporte y disposición temporal, de los transformadores y equipos de protección eléctrica que posiblemente contengan aceite dieléctrico contaminado con PCBs, que se encuentran en operación y que por lo tanto se requiere de su retiro y reemplazo en el sistema eléctrico, especialmente en aquellos que han sido construidos hasta antes del año 1.977.

Los resultados proyectados, luego de haberse realizado 800 pruebas colorimétricas con los kits CLOR N OIL 50 con el US EPA SW-846 Method 9079 establecieron que en el sistema eléctrico de la CNEL Regional El Oro, se encuentran instalados y en operación aproximadamente entre 5.497 equipos y transformadores contaminados con PCBs, con un volumen total de 411.206 litros de aceite dieléctrico contaminado con trazas mayores a 50 ppm., sin embargo aún no se sabe la ubicación geográfica de aproximadamente 4.593 transformadores de distribución que representan el 52 % con un total de 318.403 litros de aceite dieléctrico contaminado, el mismo que deberá ser retirado según lo programado hasta el año 2020, con la finalidad de declarar a la provincia de El Oro libre de PCBs., para lo cual se ha planteado la “Implementación de un Plan de Manejo Ambiental para la Manipulación de Transformadores en el Área de concesión de la CNEL Regional El Oro S.A.”

Los suelos contaminados con aceite dieléctrico con trazas mayores a 50 ppm., de PCBs, están definidos claramente como pequeñas superficies de suelos, por

lo que se empleará el proceso de Biorremediación de los sitios contaminados a través del empleo de microorganismos, que por su relación costo-beneficio favorece la excavación y el traslado hasta el sitio de decontaminación. Este método está recomendado para la degradación de compuestos como los PCBs donde deben combinarse ambientes anaeróbicos y aeróbicos.

Cuando los suelos contaminados con aceite dieléctrico usado tengan trazas menores a 50 ppm de Bifenilos Policlorados (OCBs), se adoptará el método de remediación bajo tratamiento físico con excavación, remoción y reemplazo. Se optará por la incineración a 1200 °C., del material pétreo contaminado. Luego de éste proceso se procederá a su traslado en relleno sanitario del cantón Guayaquil para su disposición final.

El material pétreo contaminado con o sin PCBs, será trasladado en vehículos que posean la licencia ambiental de acuerdo a las regulaciones de la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2266, referente al Transporte, Almacenamiento y Manejo de Productos Químicos Peligrosos, o la que la reemplace.

Como el país no cuenta con alternativas para la eliminación de los desechos con contenidos de PCB's, es decir, no existen gestores o prestadores de servicio para el tratamiento o disposición final del aceite dieléctrico, el Ministerio del Ambiente dispuso a través del CONELEC, que las empresas eléctricas adecuen áreas de almacenamiento en función de la normativa ambiental aplicable, hasta que se genere la capacidad nacional de tratamiento o exportación, sin perjuicio de que las mismas empresas puedan realizarlo por su cuenta, y que, por lo tanto, son custodios de los transformadores y equipos contaminados con PCB's hasta su eliminación final, tal como menciona el artículo 181 Título V del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria, hasta que el MAE defina las políticas de eliminación de los PCBs a nivel nacional.

Se deberá nombrar un responsable, de preferencia consultor ambiental, para que coordine el presupuesto y supervise la realización de manera eficiente todas las actividades, obras, productos o servicios que se describen en el “*Plan de Manejo Ambiental para la Manipulación de Transformadores en el Área de Concesión de la CNEL Regional El Oro S.A*”, cuyo presupuesto asciende a la cantidad de \$.5'237.480,00 (CINCO MILLONES DOSCIENTOS TREINTA Y SIETE MIL CUATROCIENTOS OCHENTA 00/100 DOLARES USD), para dejar a la provincia de El Oro, libres de Bifenilos Policlorados.

6. BIBLIOGRAFÍA

- PNUMA. 2.011. Manejo y Destrucción Ambientalmente Adecuados de Bifenilos Policlorados (BPCs). México.
- MAE. 2.011. Acuerdo Ministerial 161. Reforma al Libro VI del Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio del Ambiente, expedido mediante Decreto Ejecutivo Nro. 3516, Publicado en el R.O. Suplemento 2 del 31 de Marzo del 2.003.
- MAE. 2.010. Guía de Respuesta en Caso de Emergencia. Ecuador.
- NTE INEN. 2 266:2010. Transporte, Almacenamiento y Manejo de Materiales peligrosos. Requisitos. Ecuador.
- PLAN NACIONAL DEL BUEN VIVIR. 2.009-2.013. Ecuador.
- WEINBERG, J. 2008. Guía para las ONG sobre los Contaminantes Orgánicos Persistentes. México.
- NORMAS APA-Guía para elaboración tesis, 2008. Ecuador.
- MINISTERIO DE AMBIENTE. 2007. Vivienda y Desarrollo Territorial, Inventario preliminar de Compuestos BifenilosPoliclorados (PCB) existentes en Colombia. Colombia.
- ARELLANO, R. 2.007. Manejo Materiales Peligrosos. México.
- MAE. 2.006. Plan Nacional de Implementación para la Gestión de los Contaminantes Orgánicos Persistentes en El Ecuador. Ecuador.

- MARTINEZ, J. 2.005. Centro Coordinador del Convenio de Basilea para América Latina y El Caribe: Guía para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos. Fichas Temáticas. Tomos I y II. Uruguay.
- CONVENIO DE RÓTTERDAM. 2.004. Procedimiento Fundamentado Previo Aplicable a Ciertos Plaguicidas y Productos Químicos Peligrosos Objeto de Comercio Internacional. Holanda
- GOBIERNO DE CHILE, Comisión Nacional de Medio Ambiente. 2004. Manual de Chile sobre el Manejo de los Bifenilos Policlorados (PCBs; Askareles), Chile.
- PNUMA. 2.004. Directrices Técnicas para la Gestión Ambientalmente Racional de Desechos Consistentes en Bifenilos Policlorados (PCB), Terfenilos Policlorados (PCT) o Bifenilos Polibromados (PBB), que los Contengan o estén Contaminados con ellos. Ginebra: Convenio de Basilea. Suiza
- MAE. 2.003. Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente. Libro VI de la Calidad Ambiental; en el Título V promulga el “Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación por Desechos Peligrosos”.
- Corporación Alternativa para el Desarrollo COALDES. 2003. Inventario Preliminar de Bifenilos Policlorados en el Ecuador.
- NO-OTE-AM-0003/00. 2.003. Norma Gestión de Materiales Peligrosos.
- ROMANO, D. & BLOUNT, E. 2.003. Guía Sindical para la Eliminación de los PCBs. Disruptores Endocrinos. España.
- PNUMA. 2002. Transformadores y condensadores con PCBs: desde la gestión hasta la reclasificación y eliminación. Suiza.
- CONVENIO DE ESTOCOLMO. 2.001. Entró en vigor el 17 de mayo del 2.004. Ratificado por Ecuador el 7 de junio del 2.004. Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP). Suecia.
- LEY DE GESTIÓN AMBIENTAL. Registro Oficial 245 de fecha 30 de julio de 1.999. Ecuador.

- PROYECTO CERI-ACDI-COLOMBIA. 1.999. Manual de Manejo de PCBs para Colombia.
- PNUMA, 1998. Inventario de la capacidad mundial de destrucción de Bifenilos Policlorados.
- BLOUNT, E. 1.996. Problemática Ambiental de los PCBs. Daphnia. Boletín Informativo sobre Prevención de la Contaminación y la Producción Limpia. España.
- CONVENIO DE BASILEA. R.O. de Ecuador el 4 de mayo de 1.994. Control de los Movimientos Trasfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación. Suiza.
- EPA METHOD 9079 Screening Test Method for Polychlorinated Biphenyls en transformer oil.
- NTE INEN 801:1987. Extintores Portátiles y Requisitos Generales. Ecuador
- NTE INEN 439:1984. Colores, Señales y Símbolos de Seguridad. Ecuador.

Sitios de internet consultados

www.greenfacts.org/es/pcb/index.htm

www.ecologialapampa.gov.ar

www.europa.eu/index_es.htm

www.ambiente.gob.ec

www.greenpeace.org

www.conelec.gob.ec

www.fing.uce.edu.ec

www.chem.unep.ch

www.dexsil.com

www.aae.org.ar

www.crc.gov.co

www.europa.eu

www.ipen.org

7. ANEXOS

Formarán parte del presente proyecto, los siguientes anexos:

Anexo 1: Mapa del Área de Conseción de la CNEL Regional El Oro S.A.

Anexo 2: Memoria Fotográfica: Proceso Empleado para el Manejo del Aceite Dieléctrico.

Anexo 3: Lista de Pruebas Realizadas a 466 Tambores con Aceite Dieléctrico

Anexo 4: Lista de Pruebas Realizadas a 130 Transformadores de Distribución Dados de Baja

Anexo 5: Lista de Pruebas Realizadas a 36 Transformadores de Potencia y de Servicio Interno

Anexo 6: Lista de Pruebas Realizadas a 28 Interruptores/Disyuntores a 69 kV.

Anexo 7: Lista de Pruebas Realizadas a 25 Interruptores/Disyuntores a 13.8 kV.

Anexo 8: Lista de 115 Pruebas que se realizó Previa Capacitación del US EPA SW-846 Method 9079 que utiliza el kit CLOR-N-OIL-50

Anexo 9: Lista de las 130 Personas que Recibieron Capacitación en el Seminario-Taller sobre “Manejo de Bifenilos Policlorados en el Sector Eléctrico y Pruebas por el US EPA SW-846 Method 9079 que utiliza el kit CLOR-N-OIL-50”

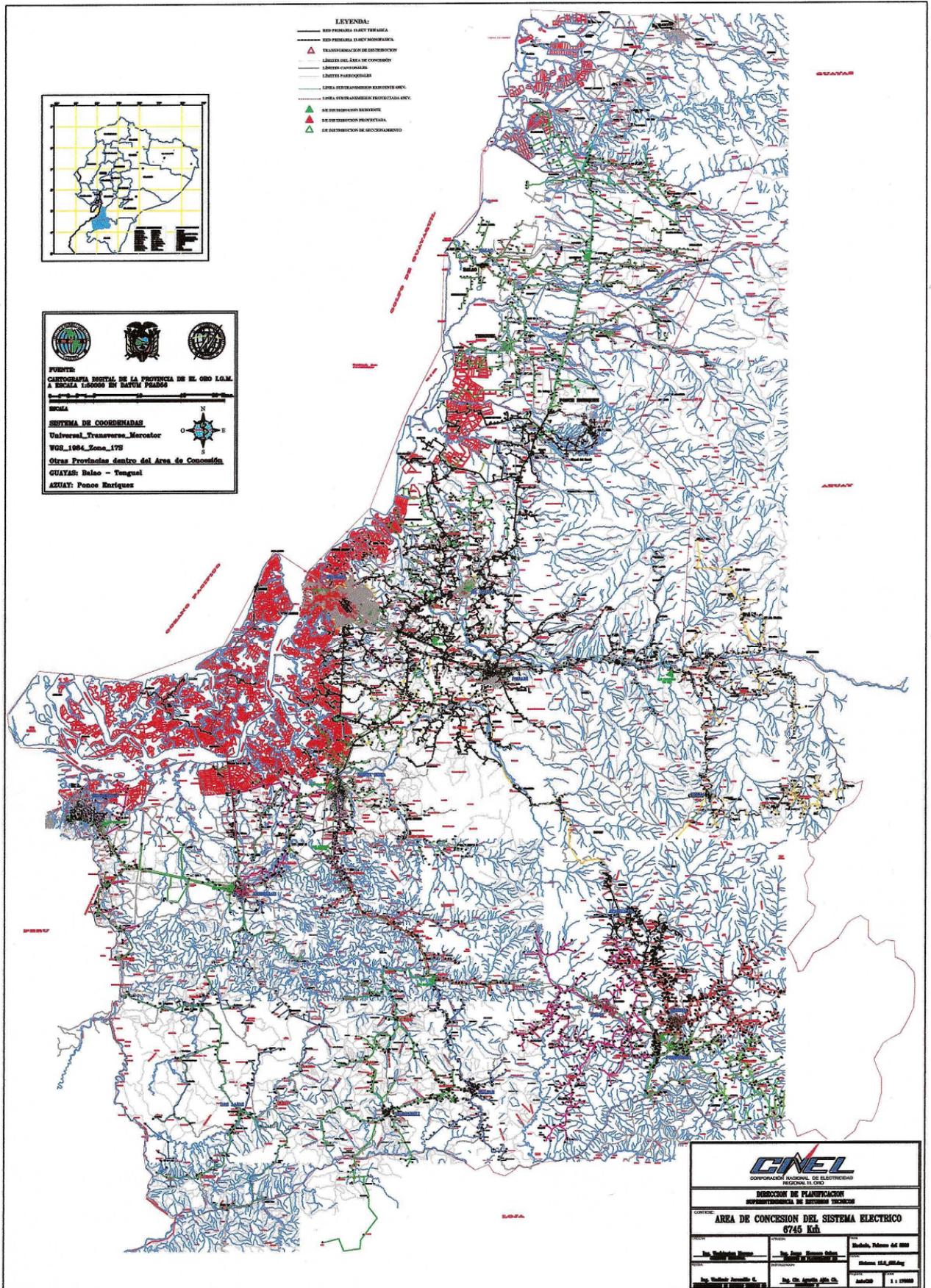
Anexo 10: Modelo de Certificados entregados a los Asistentes al Seminario-Taller

Anexo 11: Varios

ANEXO 1

Mapa del Área de Conseción de la CNEI Regional El Oro S.A.

MAPA DEL ÁREA DE CONSECIÓN DE LA CNEL REGIONAL EL ORO S.A.



ANEXO 2

**Memoria Fotográfica: Proceso Empleado
para el Manejo del Aceite Dieléctrico.**

PROCESO PARA EL MANEJO DE ACEITE DIELECTRICO



Nro. 1: Se retiró los tambores dispersos de la Central Machala y Central Colin Lockett



Nro. 2: Se cambió el aceite dieléctrico de los tanques metálicos viejos a tanques de plástico industrial nuevos



Nro. 3: Se observa como se recibe los transformadores en mal estado. Personal capacitado realiza pruebas PCBs.



Nro. 4: Se registra y etiqueta los transformadores y tanques con PCBs, y se los almacena en la Bodega de PCBs.

PROCESO PARA EL MANEJO DE ACEITE DIELECTRICO



Nro. 5: Luego de etiquetados se almacena adecuadamente los transformadores y tanques con aceite dieléctrico usado



Nro. 6: Se observa la Subestación El Cambio y las pruebas realizadas a uno de los transformadores de servicio interno



Nro. 7: Se realiza las pruebas con kits CLOR N OIL 50. Si sale positiva la prueba se coloca al equipo sticker de peligro



Nro. 8: Se realiza las pruebas con los kits CLOR N OIL 50. Si sale negativa la muestra no se coloca por ahora ningún sticker

PROCESO PARA EL MANEJO DE ACEITE DIELECTRICO



Nro. 9: Los elementos de los kits utilizados en las pruebas CLDR N OIL 50 son entregados con actas al relleno sanitario



En la Subestación Pagua el 21-sep-12 se realizó una prueba aleatoria a un lote adquirido. El resultado fue (-) PCBs



Al transformador del colegio Juan Montalvo de la ciudad de Machala se realizó una prueba. El resultado fue (-) PCBs



Se aprecia la forma de cómo se solicita y se entrega ahora los transformadores a ser instalados en el sistema eléctrico.

ANEXO 3

Lista de Pruebas Realizadas a 466 Tambores con Aceite Dieléctrico

CNEL REGIONAL EL ORO S.A.

Pruebas con kits CLOR-N-OIL-50 para determinar la presencia de PCB's

Número de la prueba	Fecha de pruebas	Tipo de Tambor	Volumen del tambor SIN PCB's	Volumen del tambor CON PCB's	OBSERVACIONES
			litros	litros	
1	04-abr-11	Tambor plástico		220	Aceite dieléctrico de trafos retirados del sistema electrico
2	04-abr-11	Tambor plástico	220		Aceite dieléctrico de trafos retirados del sistema electrico
3	04-abr-11	Tambor plástico	220		Aceite dieléctrico de trafos retirados del sistema electrico
4	04-abr-11	Tambor plástico	220		Aceite dieléctrico de trafos retirados del sistema electrico
5	04-abr-11	Tambor plástico	220		Aceite dieléctrico de trafos retirados del sistema electrico
6	05-abr-11	Tambor plástico	220		Aceite dieléctrico de trafos retirados del sistema electrico
7	05-abr-11	Tambor plástico	220		Aceite dieléctrico de trafos retirados del sistema electrico
8	05-abr-11	Tambor plástico		220	Aceite dieléctrico de trafos retirados del sistema electrico
9	05-abr-11	Tambor plástico		220	Aceite dieléctrico de trafos retirados del sistema electrico
10	06-abr-11	Tambor plástico	220		Aceite dieléctrico de trafos retirados del sistema electrico
11	06-abr-11	Tambor plástico		220	Aceite dieléctrico de trafos retirados del sistema electrico
12	06-abr-11	Tambor plástico		220	Aceite dieléctrico de trafos retirados del sistema electrico
13	06-abr-11	Tambor plástico		220	Aceite dieléctrico de trafos retirados del sistema electrico
14	04-abr-11	Tambor plástico		220	Aceite dieléctrico de trafos retirados del sistema electrico
15	04-abr-11	Tambor plástico		220	Aceite dieléctrico de trafos retirados del sistema electrico
16	04-abr-11	Tambor plástico		220	Aceite dieléctrico de trafos retirados del sistema electrico
17	04-abr-11	Tambor plástico		220	Aceite dieléctrico de trafos retirados del sistema electrico
18	04-abr-11	Tambor plástico		220	Aceite dieléctrico de trafos retirados del sistema electrico
19	05-abr-11	Tambor plástico		220	Aceite dieléctrico de trafos retirados del sistema electrico
20	05-abr-11	Tambor plástico		220	Aceite dieléctrico de trafos retirados del sistema electrico
21	05-abr-11	Tambor plástico		220	Aceite dieléctrico de trafos retirados del sistema electrico
22	05-abr-11	Tambor plástico	220		Aceite dieléctrico de trafos retirados del sistema electrico

444	21-jul-12	Tambor metálico		220	Aceite dieléctrico de trafos retirados del sistema electrico
445	21-jul-12	Tambor metálico	220		Aceite dieléctrico de trafos retirados del sistema electrico
446	21-jul-12	Tambor metálico		220	Aceite dieléctrico de trafos retirados del sistema electrico
447	21-jul-12	Tambor metálico		220	Aceite dieléctrico de trafos retirados del sistema electrico
448	21-jul-12	Tambor metálico		220	Aceite dieléctrico de trafos retirados del sistema electrico
449	21-jul-12	Tambor metálico		220	Aceite dieléctrico de trafos retirados del sistema electrico
450	21-jul-12	Tambor metálico		220	Aceite dieléctrico de trafos retirados del sistema electrico
451	21-jul-12	Tambor metálico		220	Aceite dieléctrico de trafos retirados del sistema electrico
452	21-jul-12	Tambor metálico		220	Aceite dieléctrico de trafos retirados del sistema electrico
453	21-jul-12	Tambor metálico		220	Aceite dieléctrico de trafos retirados del sistema electrico
454	21-jul-12	Tambor metálico		220	Aceite dieléctrico de trafos retirados del sistema electrico
455	21-jul-12	Tambor metálico		220	Aceite dieléctrico de trafos retirados del sistema electrico
456	21-jul-12	Tambor metálico		220	Aceite dieléctrico de trafos retirados del sistema electrico
457	21-jul-12	Tambor plástico		220	Aceite dieléctrico de trafos retirados del sistema electrico
458	21-jul-12	Tambor metálico		220	Aceite dieléctrico de trafos retirados del sistema electrico
459	21-jul-12	Tambor metálico		220	Aceite dieléctrico de trafos retirados del sistema electrico
460	21-jul-12	Tambor metálico	220		Aceite dieléctrico de trafos retirados del sistema electrico
461	21-jul-12	Tambor metálico	220		Aceite dieléctrico de trafos retirados del sistema electrico
462	21-jul-12	Tambor metálico	220		Aceite dieléctrico de trafos retirados del sistema electrico
463	21-jul-12	Tambor metálico		220	Aceite dieléctrico de trafos retirados del sistema electrico
464	21-jul-12	Tambor metálico	220		Aceite dieléctrico de trafos retirados del sistema electrico
465	21-jul-12	Tambor metálico	220		Aceite dieléctrico de trafos retirados del sistema electrico
466	21-ago-12	Tambor metálico			Prueba realizada a un lote recién adquirido-Pagua

Totales =

48.380

52.520

ANEXO 4

Lista de Pruebas Realizadas a 130

Transformadores de Distribución Dados de Baja

CNEL REGIONAL EL ORO S.A.

Pruebas con kits CLOR-N-OIL-50 para determinar la presencia de PCB's

Número de prueba	Fecha de pruebas	Marca del Transformador	Código/Serie	Capacidad	Transformador SIN PCB's	Transformador CON PCB's	Observaciones
467	24-ago-11	FEDERATED	(s/c)/81078513	5 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volumen del
468	24-ago-11	FEDERATED	9632/M03750252	7,5 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volumen del
469	24-ago-11	ECUATRAN	12956/5952198	5 KVA		Con PCB's	Sin determinar el volumen del
470	24-ago-11	ECUATRAN	(s/c)/5952198	5 KVA		Con PCB's	Sin determinar el volumen del
471	24-ago-11	ECUATRAN	(s/c)/(s/s)	10 KVA		Con PCB's	Sin determinar el volumen del
472	24-ago-11	GENERAL ELECTRIC	10381/90867956974	25 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volumen del
473	24-ago-11	MORETRAN	20911/102481	15 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volumen del
474	24-ago-11	FEDERATED	9112/3750266	7,5 KVA		Con PCB's	Sin determinar el volumen del
475	24-ago-11	PROLEC	11313/M29101155	15 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volumen del
476	24-ago-11	HOWARD	(s/c)/50623002	10 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volumen del
477	25-ago-11	FEDERATED	(s/c)/380391	5 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volumen del
478	25-ago-11	JIMELCO	12122/58CC2133	5 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volumen del
479	25-ago-11	ECUATRAN	(s/c)/7159401	15 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volumen del
480	25-ago-11	ECUATRAN	15590/7654502	15 KVA		Con PCB's	Sin determinar el volumen del
481	25-ago-11	ECUATRAN	(s/c)/1374887	15 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volumen del
482	26-ago-11	ECUATRAN	(s/c)/4808296	15 KVA		Con PCB's	Sin determinar el volumen del
483	26-ago-11	FEDERATED	12038/3750569	15 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volumen del
484	26-ago-11	ERMCO	14340/899077052016	10 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volumen del
485	26-ago-11	KULMAN	8043/4615741007	15 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volumen del
486	26-ago-11	GENERAL ELECTRIC	8798/657571664879	25 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volumen del

487	26-ago-II	HOWARD	6861/2201131997	25 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volumen del
488	26-ago-II	GENERAL ELECTRIC	(s/c)/L259868473AA	25 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volumen del
489	26-ago-II	JIMELCO	7000-2/8701549	25 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volumen del
490	26-ago-II	ECUATRAN	20811/10794107	25 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volumen del
491	7-sept.-II	WEHOOSESTING	10063/(s/s)	25 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volumen del
492	7-sept.-II	PROLEC	16396/MQ3J1651	10 KVA		Con PCB's	Sin determinar el volumen del
493	7-sept.-II	ECUATRAN	22158/SE6023698	10 KVA		Con PCB's	Sin determinar el volumen del
494	7-sept.-II	KULMAN	5670/462501330	10 KVA		Con PCB's	Sin determinar el volumen del
495	7-sept.-II	COOPER	14812/SE911016506	25 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volumen del
496	7-sept.-II	KULMAN	S462504119	25 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volumen del
497	16-sept.-II	ECUATRAN	(s/c)/2416691	10 KVA		Con PCB's	Sin determinar el volumen del
498	16-sept.-II	S/M	14539/(s/s)	10 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volumen del
499	16-sept.-II	RYMEL	6280/131161195	10 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volumen del
500	16-sept.-II	ECUATRAN	5941/(s/s)	15 KVA		Con PCB's	Sin determinar el volumen del
501	16-sept.-II	ABB	9270/S94A314433	15 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volumen del
502	16-sept.-II	ABB	9050/S92A142978	15 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volumen del
503	22-sept.-II	GENERAL ELECTRIC	(s/c)/L200013PDL	75 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volumen del
504	22-sept.-II	GENERAL ELECTRIC	(s/c)/L200009PDL	75 KVA		Con PCB's	Sin determinar el volumen del
505	22-sept.-II	GENERAL ELECTRIC	(s/c)/L200007PDL	75 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volumen del
506	22-sept.-II	GENERAL ELECTRIC	(s/c)/L200006PDL	75 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volumen del
507	22-sept.-II	GENERAL ELECTRIC	(s/c)/M380565PJS	75 KVA		Con PCB's	Sin determinar el volumen del
508	22-sept.-II	GENERAL ELECTRIC	(s/c)/M580958PKS	75 KVA		Con PCB's	Sin determinar el volumen del
509	22-sept.-II	GENERAL ELECTRIC	(s/c)/M580955PLS	75 KVA		Con PCB's	Sin determinar el volumen del
510	30-sept.-II	KULMAN	20949/H645	25 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volumen del

511	30-sept.-11	PROLEC	(s/c)/SIM28901360	10 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volúmen del
512	30-sept.-11	ECUATRAN	12101/2010599	25 KVA		Con PCB's	Sin determinar el volúmen del
513	30-sept.-11	KULMAN	(s/c)/46161040	25 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volúmen del
514	30-sept.-11	ERCONS	6091/28X3503927	25 KVA		Con PCB's	Sin determinar el volúmen del
515	30-sept.-11	S/M	(s/c)/(s/s)	25 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volúmen del
516	30-sept.-11	JIMELCO	14643/8701565	25 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volúmen del
517	07-oct-11	G. ELECTRIC	89518/(s/s)	25 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volúmen del
518	07-oct-11	ECUATRAN	15335/7366202	25 KVA		Con PCB's	Sin determinar el volúmen del
519	07-oct-11	M. EDISON	8187/78ZE0420155	25 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volúmen del
520	07-oct-11	MAGMETRON	6825/103054	25 KVA		Con PCB's	Sin determinar el volúmen del
521	07-oct-11	KULMAN	5625/4615321013	25 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volúmen del
522	07-oct-11	TRANSFORMER	5874/744N19332	25 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volúmen del
523	11-oct-11	RYMEL	6179/131511095	10 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volúmen del
524	11-oct-11	TPL S.A.	13177/00681	10 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volúmen del
525	11-oct-11	INATRA	16174/05048317	15 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volúmen del
526	11-oct-11	ERCO	6097/28X39039	25 KVA		Con PCB's	Sin determinar el volúmen del
527	11-oct-11	GEN. ELECTRIC	16451/1984288	10 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volúmen del
528	11-oct-11	JIMELCO	(s/c)/8701649	5 KVA		Con PCB's	Sin determinar el volúmen del
529	11-oct-11	MAGNETRON	6221/09837	10 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volúmen del
530	11-oct-11	PROLEC	(s/c)/132006RDY7620	10 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volúmen del
531	11-oct-11	FEDERATED	5630/03750588	15 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volúmen del
532	11-oct-11	ABB	15489/02A181309	10 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volúmen del
533	11-oct-11	FEDERATED	4536/03750534	10 KVA		Con PCB's	Sin determinar el volúmen del
534	12-oct-11	ECUATRAN	14297/762655	25 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volúmen del
535	12-oct-11	JIMELCO	(s/c)/9111102	25 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volúmen del

536	13-oct-11	FEDERATED	5632/05800535	5 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volúmen del
537	13-oct-11	RYMEL	(s/c)/131151195	10 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volúmen del
538	13-oct-11	TRANSFORMER	(s/c)/13200GRDY7620	25 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volúmen del
539	13-oct-11	KULMAN	10481/462551244	10 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volúmen del
540	13-oct-11	HOWAR	12130/3963324697	10 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volúmen del
541	13-oct-11	ECUATRAN	13157/2667591	50 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volúmen del
542	18-oct-11	WESTINGHAUSE	8853/80A202336	37,5 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volúmen del
543	18-oct-11	WESTINGHAUSE	8962/80A202536	37,5 KVA		Con PCB's	Sin determinar el volúmen del
544	18-oct-11	WESTINGHAUSE	5917/87A4092736	37,5 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volúmen del
545	18-oct-11	WESTINGHAUSE	5321/80D512777	37,5 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volúmen del
546	18-oct-11	COOPER	6804/971093377	37,5 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volúmen del
547	19-oct-11	ECUATRAN	5858/2568391	37,5 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volúmen del
548	19-oct-11	E.D.P.	22255/302089458	37,5 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volúmen del
549	19-oct-11	GRAW EDISON	(s/c)/772LY03001	37,5 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volúmen del
550	19-oct-11	ECUATRAN	16502/148427	37,5 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volúmen del
551	19-oct-11	ECUATRAN	7458/2654791	37,5 KVA		Con PCB's	Sin determinar el volúmen del
552	19-oct-11	GRAW EDISON	13404/207240	37,5 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volúmen del
553	19-oct-11	GRAW EDISON	7206/75TB10809	50 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volúmen del
554	19-oct-11	ECUATRAN	21835/2253450	37,5 KVA		Con PCB's	Sin determinar el volúmen del
555	20-oct-11	WESTINGHAUSE	5760/80A512804	50 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volúmen del
556	20-oct-11	JIMELCO	5954/87D520	50 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volúmen del
557	20-oct-11	ECUATRAN	22425/2588591	50 KVA		Con PCB's	Sin determinar el volúmen del
558	20-oct-11	ECUATRAN	14097/6070097	50 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volúmen del
559	20-oct-11	ECUATRAN	16738/5741798	50 KVA		Con PCB's	Sin determinar el volúmen del
560	20-oct-11	MACGRAW	5520/74TD59001	50 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volúmen del

561	20-oct-11	WESTINGHAUSE	(s/c)/80D512865	50 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volúmen del
562	20-oct-11	WESTINGHAUSE	21814/8A512901	50 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volúmen del
563	20-oct-11	WESTINGHAUSE	5939/80A454026	75 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volúmen del
564	20-oct-11	WESTINGHAUSE	7600/80A513968	75 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volúmen del
565	20-oct-11	WESTINGHAUSE	7593/80A460610	75 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volúmen del
566	07-nov-11	ECUATRAN	13097/010311	37,5 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volúmen del
567	07-nov-11	GRAW EDISON	7754/911019562	37,5 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volúmen del
568	07-nov-11	GRAW EDISON	8620/7216218020	37,5 KVA		Con PCB's	Sin determinar el volúmen del
569	07-nov-11	COOPER	6000/941078299	50 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volúmen del
570	07-nov-11	FEDERATED	(s/c)/03750594	15 KVA		Con PCB's	Sin determinar el volúmen del
571	07-nov-11	A.B.B	(s/c)/93A300060	10 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volúmen del
572	07-nov-11	WESTINGHAUSE	20952/80A453778	37,5 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volúmen del
573	07-nov-11	PROLEC	11357E/M293028	25 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volúmen del
574	07-nov-11	JIMELCO	(s/c)/87D1637	10 KVA		Con PCB's	Sin determinar el volúmen del
575	11-nov-11	GRAW EDISON	5795/74ZH226004	37,5 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volúmen del
576	11-nov-11	ERCO	(s/c)/28X39037	10 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volúmen del
577	11-nov-11	GRAW EDISON	5809/72TL400066	25 KVA		Con PCB's	Sin determinar el volúmen del
578	11-nov-11	ECUATRAN	10358P/250981	10 KVA		Con PCB's	Sin determinar el volúmen del
579	11-nov-11	A.B.B	7462/92A142501	37,5 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volúmen del
580	11-nov-11	A.B.B	5824/93A341369	15 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volúmen del
581	11-nov-11	KULMAN	7226/4625041201	25 KVA		Con PCB's	Sin determinar el volúmen del
582	05-dic-11	GRAW EDISON	5936E/77CY04004	75 KVA		Con PCB's	Sin determinar el volúmen del
583	05-dic-11	WESTINGHAUSE	5870E/80A2113865	25 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volúmen del
584	05-dic-11	ECUATRAN	(s/c)/616266	15 KVA		Con PCB's	Sin determinar el volúmen del
585	05-dic-11	ECUATRAN	5838E/073311	10 KVA		Con PCB's	Sin determinar el volúmen del

586	05-dic-11	GENERAL ELECTRIC	8446/987123YHNA	10 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volúmen del
587	22-dic-11	ECUATRAM	(s/c)/6186399	25 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volúmen del
588	22-dic-11	ABB	(s/c)/93A072989	15 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volúmen del
589	22-dic-11	MORETRAN	12128E /100368T6	10 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volúmen del
590	22-dic-11	WESTINGAUSE	(s/c)/ 80A461272	75 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volúmen del
591	22-dic-11	JIMELCO	(s/c)/ 9111108	25 KVA		Con PCB's	Sin determinar el volúmen del
592	22-dic-11	EVERPOWER	(s/c)/ S10-1108009	10 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volúmen del
593	22-dic-11	EMERCO	(s/c) / 28Y39037	10 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volúmen del
594	22-dic-11	ABB	1543/02A102841	10 KVA	Sin PCB's		Sin determinar el volúmen del
595	22-dic-11	WESTINGHAUSE	13667/80A213856	25 KVA		Con PCB's	Sin determinar el volúmen del
596	20-oct-11	ECUATRAN	7304/2730391	50 KVA		Con PCB's	Sin determinar el volúmen del
Totales =					5.393	2.344	

ANEXO 5

Lista de Pruebas Realizadas a 36

**Transformadores de Potencia y de Servicio
Interno**

TRANSFORMADORES EN SUBESTACIONES DEL SISTEMA ELECTRICO DE LA CNEL REGIONAL EL ORO S.A.

Pruebas con kits CLOR-N-OIL-50 para determinar la presencia de PCB's

Nro. Prueba	Fecha de pruebas	Nombre de la Subestación	Marca del Transformador	Voltajes (KV)	Capacidad Trafos OA-FDA (MVA)	Año de Fabricación	Pais de Fabricación	Aceite dieléctrico	
								SIN PCBs (Its)	CON PCBs (Its)
597	23-ago-12	La Peaña	MITSUBISHI	69/13.8	10/12.5	1.987	Japón	5.200	
598	23-ago-12	La Peaña	WEG-TRAFD	69/13.8	16/20	2.010	Brasil	5.500	
599	23-ago-12	La Peaña	SOUTH WALES	13,8/0,23	0,1	1981	Australia		275
600	28-ago-12	Barbones	HAWKER SIDDELEY	67/13.8	2,5	1.981	Inglaterra		4.640
601	28-ago-12	Barbones	HAWKER SIDDELEY	67/13.8	2,5	1.978	Inglaterra	4.848	
602	28-ago-12	Barbones	SOUTH WALES	13,8/0,23	0,1	1981	Australia		275
603	13-ago-12	El Cambio	HAWKER SIDDELEY	67/13.8	10	1.981	Inglaterra		7.665
604	13-ago-12	El Cambio	HAWKER SIDDELEY	67/13.8	10	1.981	Inglaterra		7.665
605	13-ago-12	El Cambio	HAWKER SIDDELEY	13,8/13,8	10	1.981	Inglaterra	4.645	
606	13-ago-12	El Cambio	HAWKER SIDDELEY	13,8/0,23	0,5	1.981	Inglaterra		610
607	13-ago-12	El Cambio	HAWKER SIDDELEY	13,8/0,23	0,5	1.978	Inglaterra	777	
608	13-ago-12	El Cambio	BRUSHI TRANSFORMER	13,8/0,23	0,5	1.976	Inglaterra		700
609	15-ago-12	Machala	HAWKER SIDDELEY	67/13.2	10	1.978	Inglaterra	9.311	
610	15-ago-12	Machala	HAWKER SIDDELEY	67/13.2	10	1.982	Inglaterra	8.970	
611	24-ago-12	Los Pinos	SIEMENS	69/13.8	16/20	1.998	Colombia	11.500	
612	22-ago-12	Santa Rosa	PAUWELS	69/13.8	5/6.25	1.996	Belgica	4.536	
613	22-ago-12	Santa Rosa	CROMPTON GREAVES	69/13.8	10/12.5	2.009	India	7.795	

614	22-ago-12	Santa Rosa	SOUTH WALES	13,8/0,23	0,1	1981	Australia		275
615	17-ago-12	Machala Centro	MITSUBISHI	69/13.8	10/12.5	1.998	Japón		7.200
616	17-ago-12	Machala Centro	SINDELEN	69/13.8	3,75	1.976	Chile	5.636	
617	17-ago-12	Machala Centro	FOSTER	13,8/4,16	6	1.971	USA	3.993	
618	17-ago-12	Machala Centro	FOSTER	13,8/4,16	6	1.971	USA	3.993	
619	16-ago-12	Arenillas	CROMPTON GREAVES	69/13.8	10/12.5	2.009	India	7.795	
620	21-ago-12	El Pache	PAUWELS	69/13.8	5/6.25	1.996	Belgica	4.536	
621	21-ago-12	El Pache	WEG-TRAFD	69/13.8	16/20	2.010	Brasil	5.500	
622	21-ago-12	El Pache	MITSUBISHI	69/13.8	10/12.5	1.998	Japón	7.200	
623	16-ago-12	Huaquillas	CROMPTON GREAVES	69/13.8	10/12.5	2.009	India	7.795	
624	16-ago-12	Huaquillas	MITSUBISHI	69/13.8	5	1.987	Japón	3.208	
625	14-ago-12	Pagua	MITSUBISHI	69/13.8	5/6.25	1.998	Japón	5.200	
626	14-ago-12	Pagua	MITSUBISHI	69/13.8	5/6.25	1.998	Japón	5.200	
627	14-ago-12	Balao	OSAKA	69/13.8	5	1.982	Japón	4.000	
628	14-ago-12	Balao	HAWKER SIDDELEY	67/13,2	2,5	1.981	Inglaterra	4.640	
629	21-ago-12	Saracay	HAWKER SIDDELEY	67/13,2	3,75	1.980	Inglaterra	5.636	
630	20-ago-12	La Iberia	MITSUBISHI	69/13.8	10/12.5	1.998	Japón	7.200	
631	23-ago-12	Porotillo	HAWKER SIDDELEY	67/13,2	2,5	1.978	Inglaterra	4.848	
632	17-ago-12	La Primavera	TRAFD	69/13.8	20/24	2.007	Brasil	6.621	

Totales =

156.083

29.305

ANEXO 6

Lista de Pruebas Realizadas a 28 Interruptores/Disyuntores a 69 kV.

CORPORACIÓN NACIONAL DE ELECTRICIDAD REGIONAL EL ORO S.A.

Pruebas con kits CLOR-N-OIL-50 para determinar la presencia de PCB's

CARACTERISTICAS TÉCNICAS GENERALES DE INTERRUPTORES EN SUBESTACIONES

Nro. de Pruebas	Fecha de pruebas	Subestación	Voltaje Nominal a 69 kV.					
			Medio de interrupción de arco	Tipo de interruptor/reconectador	Marca	Cantidad	Aceite dieléctrico	
							SIN PCBs (lts)	CON PCBs (lts)
633	23-ago-12	LA PEAÑA	Aceite	Tanque vivo, 600 A, 69 Kv	Reyrolle	1	240	
634	23-ago-12	LA PEAÑA	Aceite	Tanque vivo, 600 A, 69 Kv	Reyrolle	1	240	
635	23-ago-12	LA PEAÑA	Aceite	Tanque vivo, 600 A, 69 Kv	Reyrolle	1	240	
636	28-ago-12	BARBONES	Aceite	Tanque vivo, 600 A, 69 Kv	Brush	1	240	
637	28-ago-12	BARBONES	Aceite	Tanque vivo, 600 A, 69 Kv	Brush	1	240	
638	28-ago-12	BARBONES	Aceite	Tanque vivo, 600 A, 69 Kv	Brush	1	240	
639	13-ago-12	EL CAMBIO	Aceite	Tanque vivo, 600 A, 69 Kv	Reyrolle	1		240
640	13-ago-12	EL CAMBIO	Aceite	Tanque vivo, 600 A, 69 Kv	Reyrolle	1	240	
641	13-ago-12	EL CAMBIO	Aceite	Tanque vivo, 600 A, 69 Kv	Reyrolle	1	240	
642	13-ago-12	EL CAMBIO	Aceite	Tanque vivo, 600 A, 69 Kv	Reyrolle	1	240	
643	13-ago-12	EL CAMBIO	Aceite	Tanque vivo, 600 A, 69 Kv	Reyrolle	1	240	
644	13-ago-12	EL CAMBIO	Aceite	Tanque vivo, 600 A, 69 Kv	Reyrolle	1	240	
645	15-ago-12	MACHALA	Aceite	Tanque vivo, 600 A, 69 Kv	Reyrolle	1	240	
646	15-ago-12	MACHALA	Aceite	Tanque muerto, 800 A, 69 Kv	Brush	1	240	

647	15-ago-12	MACHALA	Aceite	Tanque muerto, 800 A, 69 Kv	Brush	1	240	
648	15-ago-12	MACHALA	Aceite	Tanque muerto, 800 A, 69 Kv	Brush	1	240	
649	22-ago-12	LA AVANZADA	Aceite	Tanque vivo, 600 A, 69 Kv	Reyrolle	1	240	
650	22-ago-12	LA AVANZADA	Aceite	Tanque vivo, 600 A, 69 Kv	Reyrolle	1	240	
651	24-ago-12	LOS PINOS	Aceite	Tanque vivo, 600 A, 69 Kv	Reyrolle	1	240	
652	24-ago-12	SANTA ROSA	Aceite	Tanque vivo, 600 A, 69 Kv	Reyrolle	1	240	
653	24-ago-12	SANTA ROSA	Aceite	Tanque vivo, 600 A, 69 Kv	Reyrolle	1	240	
654	24-ago-12	SANTA ROSA	Aceite	Tanque vivo, 600 A, 69 Kv	Reyrolle	1	240	
655	16-ago-12	ARENILLAS	Aceite	Tanque vivo, 600 A, 69 Kv	Reyrolle	1	240	
656	16-ago-12	ARENILLAS	Aceite	Tanque vivo, 600 A, 69 Kv	Reyrolle	1	240	
657	14-ago-12	PAGUA	Aceite	Tanque vivo, 600 A, 69 Kv	Reyrolle	1	240	
658	14-ago-12	PAGUA	Aceite	Tanque vivo, 600 A, 69 Kv	Reyrolle	1	240	
659	14-ago-12	PAGUA	Aceite	Tanque vivo, 600 A, 69 Kv	Reyrolle	1	240	
660	23-ago-12	POROTILLO	Aceite	Tanque vivo, 600 A, 69 Kv		1	120	
Totales =						28	6.360	240

ANEXO 7

Lista de Pruebas Realizadas a 25 Interruptores/Disyuntores a 13.8 kV.

CORPORACIÓN NACIONAL DE ELECTRICIDAD REGIONAL EL DRO S.A.

Pruebas con kits CLOR-N-OIL-50 para determinar la presencia de PCB's

CARACTERISTICAS TÉCNICAS GENERALES DE INTERRUPTORES EN SUBESTACIONES

Nro. de Pruebas	Fecha de pruebas	Subestación	Voltaje Nominal a 13.8 kV.					Aceite dieléctrico	
			Medio de interrupción de arco	Tipo de interruptor/reconectador	Marca	Cantidad	SIN PCBs	CON PCBs	
							(lts)	(lts)	
661	23-ago-12	LA PEÑA	Aceite	Tanque muerto, 800 A, 69 Kv	Brush	1	120		
662	23-ago-12	LA PEÑA	Aceite	Tanque muerto, 800 A, 69 Kv	Brush	1	120		
663	23-ago-12	LA PEÑA	Aceite	Tanque muerto, 800 A, 69 Kv	Brush	1	120		
664	23-ago-12	LA PEÑA	Aceite	Tanque muerto, 800 A, 69 Kv	Brush	1	120		
665	28-ago-12	BARBONES	Aceite	Tanque muerto, 800 A, 69 Kv	Brush	1	120		
666	28-ago-12	BARBONES	Aceite	Tanque muerto, 800 A, 69 Kv	Brush	1	120		
667	13-ago-12	EL CAMBIO	Aceite	Tanque muerto, 800 A, 69 Kv	Brush	1	120		
668	13-ago-12	EL CAMBIO	Aceite	Tanque muerto, 800 A, 69 Kv	Brush	1	120		
669	13-ago-12	EL CAMBIO	Aceite	Tanque muerto, 800 A, 69 Kv	Brush	1	120		
670	15-ago-12	MACHALA	Aceite	Tanque muerto, 800 A, 69 Kv	Brush	1	120		
671	15-ago-12	MACHALA	Aceite	Tanque muerto, 800 A, 69 Kv	Brush	1	120		
672	15-ago-12	MACHALA	Aceite	Tanque muerto, 800 A, 69 Kv	Brush	1	120		
673	15-ago-12	MACHALA	Aceite	Reconectador 15 Kv, 560 A	Cooper	1	120		
674	22-ago-12	SANTA ROSA	Aceite	Tanque muerto, 800 A, 69 Kv	Brush	1	120		
675	22-ago-12	SANTA ROSA	Aceite	Tanque muerto, 800 A, 69 Kv	Brush	1	120		

676	16-ago-12	ARENILLAS	Aceite	Tanque muerto, 800 A, 69 Kv	Brush	1	120	
677	16-ago-12	ARENILLAS	Aceite	Reconectador 15 Kv, 400 A	Reyrolle	1	120	
678	16-ago-12	ARENILLAS	Aceite	Reconectador 15 Kv, 400 A	Reyrolle	1	120	
679	16-ago-12	ARENILLAS	Aceite	Reconectador 15 Kv, 400 A	Reyrolle	1	120	
680	14-ago-12	BALAO	Aceite	Reconectador 15 Kv, 400 A	Reyrolle	1	120	
681	14-ago-12	BALAO	Aceite	Reconectador 15 Kv, 400 A	Reyrolle	1	120	
682	14-ago-12	BALAO	Aceite	Reconectador 15 Kv, 400 A	Reyrolle	1	120	
683	23-ago-12	POROTILLO	Aceite	Tanque muerto, 800 A, 69 Kv	Brush	1		120
684	23-ago-12	POROTILLO	Aceite	Reconectador 15 Kv, 400 A	Reyrolle	1	120	
685	23-ago-12	POROTILLO	Aceite	Reconectador 15 Kv, 400 A	Reyrolle	1	120	
Totales =						25	2.880	120

ANEXO 8

**Lista de 115 Pruebas que se Realizó Previa
Capacitación del US EPA SW-846 Method
9079 que Utiliza el kit CLOR-N-OIL-50**

CORPORACIÓN NACIONAL DE ELECTRICIDAD REGIONAL EL ORO S.A.

Pruebas con kits CLOR-N-OIL-50 para determinar la presencia de PCB's

PRUEBAS REALIZADAS POR EL PERSONAL DE LA CNEL REGIONAL EL ORO S.A., QUE RECIBIÓ CAPACITACIÓN

Nro. de pruebas	Día de la Capacitación	Cantidad de pruebas	Lugar de las pruebas	Ciudad
De la 686 a la 713	Martes 25/09/2012	28	Laboratorio de Transformadores de la Central Machala	Machala
De la 714 a la 741	Miércoles 26/09/2012	28	Laboratorio de Transformadores de la Central Machala	Machala
De la 742 a la 769	Jueves 27/09/2012	28	Laboratorio de Transformadores de la Central Machala	Machala
De la 770 a la 800	Viernes 28/09/2012	31	Laboratorio de Transformadores de la Central Machala	Machala
Totales de pruebas =		115		

Nota: Se han realizado un total de 800 pruebas por el US EPA SW-846 Method 9079 con el kit CLOR-N-OIL-50 entre el 4 de abril del 2011 y el 28 de septiembre del 2012

ANEXO 9

Lista de las 130 Personas que Recibieron Capacitación en el Seminario-Taller sobre “Manejo de Bifenilos Policlorados en el Sector Eléctrico y Pruebas por el US EPA SW-846 Method 9079 que utiliza el kit CLOR-N-OIL-50”

SEMINARIO-TALLER SOBRE MANEJO DE BIFENILOS POLICLORADOS EN EL SECTOR ELÉCTRICO Y PRUEBAS**POR EL US EPA SW-846 METHOD 9079 CON EL KIT CLOR-N-OIL-50****Realizado durante los días del 25 al 28 de septiembre del 2012****Instructor: Ing. Gilbert Añazco Loayza****Interlocutor de Gestión Ambiental de CNEL Regional El Oro S.A.**

ASISTENTES	NOMBRE DEL ASISTENTE	CARGO	NIVEL DE INSTRUCCIÓN
1	AGUILAR FEIJOO JORGE OSWALDO	OPER./TABL.CENT.ELECTRICAS SUBESTACIONES	TERCER NIVEL
2	ARICHABALA SOTO JAVIER EGIDIO	INGENIERO A SUPER. DISTRIBUCIÓN	TERCER NIVEL
3	BRAVO VILELA GUILLERMO	INGENIERO A SUBESTACIONES	TERCER NIVEL
4	CUEVA CARRION CORNELIO ANTONIO	ELECT. DE CENTR. ELECTRICAS SUBEST. SUBESTACIONES	TERCER NIVEL
5	ECHEVERRIA LEON JOSE ALBERTO	ELECT. DE CENTR. ELECTRICAS SUBESTA.SANTA ROSA	TERCER NIVEL
6	ESPINOZA AÑAZCO FAUSTO GONZALO	SUPERT. DE INGENIERIA Y CONSTRUCCIONES	TERCER NIVEL
7	ESPINOZA MORA NEY JAVIER	INGENIERO A SUPER. DISTRIBUCIÓN	TERCER NIVEL
8	FERNANDEZ LOJAN DARWIN PATRICIO	ASISTENTE TECNICO SUPER. DISTRIBUCIÓN	TERCER NIVEL
9	GUANUCHE MALLA AURELIO	JEFE DE SUBAGENCIA CHILLA	TERCER NIVEL
10	MONTALVO BLACIO JOSE MAURICIO	INGENIERO A SUBESTACIONES	TERCER NIVEL
11	ORDOÑEZ AGUILAR STALIN PEDRO	LINEERO A LINEAS Y REDES	TERCER NIVEL
12	ORDOÑEZ TITUANA CRISTIAN AUGUS	JEFE DE CALIDAD SUPER. DISTRIBUCIÓN	TERCER NIVEL
13	DRELLANA SALCEDO ROSA EMILIA	ASISTENTE ESTUDIOS Y DISEÑOS	TERCER NIVEL
14	PAULINI SANCHEZ TERESA DE JESUS	ELECT. DE CENTR. ELECTRICAS SUBETAC LA PEÑA	TERCER NIVEL
15	PEÑALOZA ROSILLO MILENA DEL ROCIO	ADMINISTRADOR DE ACTIVOS FIJOS	TERCER NIVEL

16	QUEZADA GUARNIZO JIMMY HINDAR	INGENIERO A SUPERINTEND. INGENIER. Y CONST.	TERCER NIVEL
17	RODRIGUEZ LUDEÑA ROSWEL RAFAEL	OPER./TABL.CENT.ELECTRICAS SUBESTACIONES	TERCER NIVEL
18	ROMERO CARRERA VICTOR HYGORTH	INGENIERO B SUPERINTENDENCIA DE DISTRIBUCIÓN	TERCER NIVEL
19	ULLAURI CASTRO REGINA ABIGAIL	AUX. ADMINISTRADORA DE ACTIVOS FIJOS	TERCER NIVEL
20	VALLE ALVARADO JORGE LUIS	JEFE DE GRUPO A ZARUMA-OPERAC. COMERCIALIZCION	TERCER NIVEL
21	VERA SISALEMA ELIAS NICOLAS	INGENIERO B SUPERINTENDENCIA DE DISTRIBUCIÓN	TERCER NIVEL
22	CORREA ILLESCAS GREGORIO NIVALDO	JEFE DE GRUPO A PASAJE-INSTALAC. SERV. ABONADO	TECNICOS SUPERIOR
23	MEDINA HURTADO MARCELO MANUEL	LIENERO A CONSTRUCCIONES	TECNICOS SUPERIOR
24	LLIVICHUSCA SILVESTRE RAMON AUGUSTO	AUXILIAR SERVICIOS GENERALES	TEGNOLOGO
25	PINEDA QUIZHPE RICHARD WENCESLAD	LINIERO A SUBESTACIONES	TEGNOLOGO
26	AGUILAR FEIJOO ANDERSON OSWALDO	LINIERO A LINEAS Y REDES	BACHILLER
27	AGUILAR LOAYZA DIEGO JAVIER	CADENERO SUPERINTEND. INGENIER. Y CONST.	BACHILLER
28	AGUILAR MARQUEZ EDGAR FABRICIO	LINIERO A LINEAS Y REDES	BACHILLER
29	AGUILAR PAULINI EDWIN OSWALDO	ELECTRICISTA DE CENT. ELECTRICAS SUBEST. PEÑA	BACHILLER
30	AJILA MOROCHO CRISPIN VIDAL	OPER./TABL.CENT.ELECTRICAS LA PEÑA	BACHILLER
31	ALVERCA CLAVIJO LUIS ALBERTO	ELECT. DE CENTR. ELECTRICAS SUBEST. SANTA ROSA	BACHILLER
32	AÑAZCO ANAZCO JOSE FIDEL	CHOFER B CONSTRUCCIONES	BACHILLER
33	APOLO CAMACHO HUGO ADALBERTO	ELECT. DE CENTR. ELECTRICAS SUBESTAC.SARACAY	BACHILLER
34	BARREZUETA ESPINOZA CARLOS ALAN	OFICINISTA BODEGA	BACHILLER
35	BENENAULA GUTIERREZ GERMAN WILFRIDO	ELECTRICISTA DE CENT. ELECTRICAS SUBEST.LOS PINOS	BACHILLER
36	BUSTAMANTE MALACATUS FERNANDO RODRIGO	ELECT. DE CENTR. ELECTRICAS SUBEST. SANTA ROSA	BACHILLER
37	CABRERA SOLANO WINING ELOY	AUXILIAR SERVICIOS GENERALES	BACHILLER
38	CALERO MOREIRA LUIS FELIPE	LINIERO A LINEAS Y REDES	BACHILLER

39	CAMACHO RAMON CARLOS ALBERTO	JEFE DE GRUPO B SUBESTACIONES	BACHILLER
40	CAPA MACAS WILLIAN ALONSO	OPER./TABL.CENT.ELECTRICAS SUBESTACIONES	BACHILLER
41	CARAGUAY MOGROVEJO ALEXIS JAVIER	ELECTRICISTA A SUBAGENCIA EL CAMBIO	BACHILLER
42	CARVAJAL CURAY HECTOR FELIX	LINIERO B CODONSTRUCCIONES	BACHILLER
43	CASTAÑEDA CARRANZA GONZALO ENRIQUE	CADENERO SUPERINTEND. INGENIER. Y CONST.	BACHILLER
44	CASTILLO CASTILLO SEGUNDO MANUEL	ELECT. DE CENTR. ELECTRICAS SUESTAC. IBERIA	BACHILLER
45	CASTILLO ESPINOZA ALVARO JESUS	ELECTRICISTA DE CENT. ELECTRICAS SUBESTACIONES	BACHILLER
46	CASTILLO SARI JOHNNY JAVIER	ELECTR. DE CENT. ELECTRICAS SUESTAC LA IBERIA	BACHILLER
47	CASTRO ARMIJOS MARIO ERWIN	LINIERO A ALUMBRADO PUBLICO	BACHILLER
48	CEVALLOS GAVILANES JORGE MILTON	LINIERO A ALUMBRADO PUBLICO	BACHILLER
49	CHICA ESPINOSA AUGUSTO ANTONIO	LINIERO B CONSTRUCCIONES	BACHILLER
50	CRUZ CHAVEZ ESTEBAN OSWALDO	OPER./TABL.CENT.ELECTRICAS SUBESTACIONES	BACHILLER
51	CRUZ NEIRA ANGEL PEDRO	JEFE DE GRUPO B CONSTRUCCIONES	BACHILLER
52	CRUZ NOVILLO DIEGO FABIAN	LINIERO B LINEAS Y REDES	BACHILLER
53	CRUZ VELASCO RICHARD MARLON	CADENERO ELECTRIFICACIÓN RURAL	BACHILLER
54	CUENCA CEVALLOS ORLANDO GONZALO	JEFE DE SUBAGENCIA ATAHUALPA INST.SERV.ABONAD.	BACHILLER
55	ENCALADA MACAS HECTOR EDMUNDO	ELECTRICISTA B LAS LAJAS INST. SERV. ABONADOS	BACHILLER
56	ENCALADA MALDONADO RAMIRO EFREN	ELECT. DE CENTR. ELECTRICAS SUESTAC. EL PACHE	BACHILLER
57	ESPINOZA ROMAN JOSE FRANCISCO	ELECT. DE CENTR. ELECTRICAS SUBESTAC. SARACAY	BACHILLER
58	FEIJOO AGUILAR EDGAR VINICIO	JEFE DE GRUPO A SANTA ROSA INST. SERV. ABONADO	BACHILLER
59	FERNANDEZ DOMINGUEZ NARCISO ANTONIO	ELECTRICISTA A BALAO-INST.SERV.ABONADOS	BACHILLER
60	FERNANDEZ FRANCO WILMER RAYMUNDO	OPER./TABL.CENT.ELECTRICAS SUBESTACIONES	BACHILLER
61	FLORES LUZURIAGA JOSELITO HIPOLITO	BODEGUERO A BODEGA	BACHILLER

62	GARCIA CUENCA CARLOS ERICO	LINIERO A CONSTRUCCIONES	BACHILLER
63	GODOY PONCE DARWIN NEPTALI	OPER./TABL.CENT.ELECTRICAS SUBESTACIONES	BACHILLER
64	GOROTIZA VALAREZO FULTON GONZALO	LINIERO A ALUMBRADO PUBLICO	BACHILLER
65	GUAMAN BERMEO LUIS JULIO	JEFE DE GRUPO A HUAQUILLAS-INST.SERV.ABONADO	BACHILLER
66	GUEVARA EDINSON ARMANDO	ELECTICISTA A MARCABELI-INST.SERV.ABONADOS	BACHILLER
67	ITURRALDE BARZALLO FRANCISCO ALEJANDRO	LINIERO B ALUMBRADO PUBLICO	BACHILLER
68	LEON ARIAS LUIS ALBERTO	LINIERO B LINEAS Y REDES	BACHILLER
69	LIMONES GONZALEZ TRAINER FRANCISCO	ELECTRICISTA A TENGUEL-INST.SERV. ABONADOS	BACHILLER
70	LOAYZA FLORES LUIS ANTONIO	LINIERO B LINEAS Y REDES	BACHILLER
71	LOAYZA LEON MARCO ANTONIO	JEFE DE GRUPO A PIÑAS-INST.SERV.ABONADOS	BACHILLER
72	LUIS FERNANDO RAMON SOLORZANO	LINIERO I CONSTRUCCIONES	BACHILLER
73	MACAS YAGUANA REMIGIO RAFAEL	LINIERO B LINEAS Y REDES	BACHILLER
74	MAGALLANES ITURRALDE JOSE ABEL	LINIERO B LINEAS Y REDES	BACHILLER
75	MEDINA AUCAPEÑA KLEBER ELIAS	OPER./TABL.CENT.ELECTRICAS SUBESTACIONES	BACHILLER
76	MOCHA NOVILLO MARCO ROLANDO	JEFE DE GRUPO B LINEAS Y REDES	BACHILLER
77	MOCHA SARMIENTO RODOLFO XAVIER	LINIERO A LINEAS Y REDES	BACHILLER
78	MUÑOZ CABANILLA WASHINGTON ENRIQUE	OFICINISTA ACTIVOS FIJOS	BACHILLER
79	NOE FERNANDEZ ROBERTO SIXTO	LINIERO A CONSTRUCCIONES	BACHILLER
80	ORELLANA HONDRES STALIN DANILO	LINIERO/CHOFER	BACHILLER
81	ORTEGA JARA JOSE LUIS	ELECT. DE CENTR. ELECTRICAS SUBESTACIONES	BACHILLER
82	PALADINES BRAVO GERARDO DANIEL	ELECTRICISTA A LABORATORIO DE TRANSFORMADORES	BACHILLER
83	PARRALES BARROS JOSE LUIS	LINIERO A LINEAS Y REDES	BACHILLER

84	PARRALES LIGUA CARLOS ENRIQUE	LINIERO A LINEAS Y REDES	BACHILLER
85	PEÑA CHAMBA FELIX ANTONIO	JEFE DE LABORATORIO /TRANSFORMADORES	BACHILLER
86	PIEDRA BERNITA CARLOS ENRIQUE	LINIERO A LINEAS Y REDES	BACHILLER
87	PINCAY SANDOVAL RICHARD ALBERTO	LINIERO A ALUMBRADO PUBLICO	BACHILLER
88	PINDO PINDO LUIS ALBERTO	ELECT. DE CENTR. ELECTRICAS SUBESTAC. LA PEAÑA	BACHILLER
89	PRECIADO GARRIDO JHOSEP GABRIEL	ELECT. DE CENTR. ELECTRICAS SUBESTACIONES	BACHILLER
90	QUEZADA JARAMILLO ELVIS FREDDY	LINIERO B LINEAS Y REDES	BACHILLER
91	QUEZADA VALAREZO FREDDY FABIAN	LINIERO A CONSTRUCCIONES	BACHILLER
92	QUEZADA VALAREZO PABLO GARY	ELECTRICISTA B PORTOVELD-INST.SERV.ABONADOS	BACHILLER
93	QUIÑONEZ CEDILLO LUIS MIGUEL	LINIERO B ALUMBRADO PUBLICO	BACHILLER
94	RAMIREZ QUEZADA FRANCISCO SABINO	LINIERO A CONSTRUCCIONES	BACHILLER
95	RAMIREZ ZAMBRANO JESSICA JOHANA	OFICINISTA SUPERINTENDENCIA EST.TECNICOS	BACHILLER
96	REQUELME ORELLANA ANGEL RODRIGO	LINIERO A CONSTRUCCIONES	BACHILLER
97	RIZZO FERNANDEZ NINO XAVIER	OFICINISTA SEGURIDAD INDUSTRIAL	BACHILLER
98	ROMERO AGUILAR ROGELIO BISMARCK	ELECT. DE CENTR. ELECTRICAS SUBESTAC. EL PACHE	BACHILLER
99	ROMERO GUERRERO ANGEL GABRIEL	LINIERO A CONSTRUCCIONES	BACHILLER
100	ROSALES CORREA MAURICIO JOHN	LINIERO A ALUMBRADO PUBLICO	BACHILLER
101	ROSALES VELEZ LUIS ENRIQUE	LINIERO A LINEAS Y REDES	BACHILLER
102	SANCHEZ FRANK RICARDO JORGE	AUXILIAR SUBESTACIONES	BACHILLER
103	SARMIENTO GAVILANES ANGEL PATRICIO	ELECT. DE CENTR. ELECTRICAS SUBEST. BARBONES	BACHILLER
104	SEDAMANS RIOFRIO JINSOP ALEXANDER	ELECTRICISTA A BALSAS-INST.SERV.ABONADOS	BACHILLER
105	SERRANO ORDONEZ MANUEL APARICIO	ELECT.DE CENTR.ELECTRICAS SUBESTC. AVANZADA	BACHILLER
106	SUAREZ SALCEDO JAVIER BENITO	LINIERO A SUPERINTEND.INGENIERIA Y CNST.	BACHILLER

107	TEJEDOR ERRAEZ FLORENCIO RENATO	ELECT.DE CENTR.ELECTRICAS SUBESTC. BALAO	BACHILLER
108	TELLO AREVALO MARCOS AQUILINO	LINIERO B LINEAS Y REDES	BACHILLER
109	TORO PARDO JORGE LEONARDO	ELECT.DE CENTR.ELECTRICAS SUBESTAC. IBERIA	BACHILLER
110	TORRES RIOS CARLOS ARTURO	LINIERO B LINEAS Y REDES	BACHILLER
111	TORRES SANCHEZ LENIN FERNANDO	LINIERO A SUPERINTEND.INGENIERIA Y CNST.	BACHILLER
112	VASQUEZ DELGADO RODOLFO GERMAN	ELECT.DE CENTR.ELECTRICAS SUBESTC.BALAO	BACHILLER
113	VEGA VELEZ GERMAN EMILIO	AUXILIAR SUBESTACIÓN BARBONES	BACHILLER
114	VEINTIMILLA DAVILA HERNAN RODOLFO	ELECT.DE.CENR.ELECTRICAS SUBEST.POROTILLO	BACHILLER
115	VIDAL RIOFRIO JACINTO EDUARDO	ELECTRICISTA A PUERTO BOLIVAR.SERV.ABONADO	BACHILLER
116	VIDAL ROSARIO JACINTO SALOMON	CHOFER B CONSTRUCCIONES	BACHILLER
117	ZAMBRANO PIEDRA JOSE VICENTE	ELECT.DE CENTR. ELECTRICAS SUBESTAC.BARBONES	BACHILLER
118	PALADINES CORDOVA EDILBERTO JACINTO	ELECT.DE.CENR.ELECTRICAS SUBEST.SARACAY	CICLO BASICO
119	APONTE GONZALEZ DANNY RENAN	ELECT.DE.CENT.ELECTRICAS SUBESTAC.HUAQUILLAS	ESCUELA
120	BALTAN INTRIAGO MARTIRES NICOLAS	MECANICO DE CENTRALES SUBESTACIONES	ESCUELA
121	ESPINOZA FARIAS LUIS ANTONIO	LINIERO A LINEAS Y REDES	ESCUELA
122	GALLARDO MATAMOROS MARCO VINICIO	LINIERO A LINEAS Y REDES	ESCUELA
123	INFANTE APONTE FREDY RUBEN	ELECT.DE.CENT.ELECTRICAS SUBESTC.HUAQUILLAS	ESCUELA
124	DRELLANA ALVARADO FELIPE SANTIAGO	ELECT.DE.CENT.ELECTRICAS SUBESTAC.ARENILLAS	ESCUELA
125	PORRAS FREDDY ALBERTO	OPER./TABL.CENT.ELECTRICAS SUBESTACIONES	ESCUELA
126	SANCHEZ JOSE MESIAS	LINIERO B LINEAS Y REDES	ESCUELA
127	SANCHEZ ROBLES JORGE VICENTE	ELECT.DE CENT.ELECTRICAS SUBESTAC.HUAQUILLAS	ESCUELA
128	TEJEDOR ERRAEZ JOSE SILVIO	ELECT.DE.CENT.ELECTRICAS SUBESTAC.BALAO	ESCUELA
129	VASQUEZ GUERRERO VICTORIANO ENRIQUE	CHOFER B LINEAS Y REDES	ESCUELA
130	ZUMBA AGUILAR FULVIO VICENTE	JEFE DE MECANICA SUBESTACIONES	ESCUELA

ANEXO 10

Modelo de Certificados entregados a los Asistentes al Seminario-Taller

Certificado en Calidad de Instructor



Confiere el presente Certificado

A: **ING. GILBERT AÑAZCO LOAYZA**

Por su participación como Instructor en : **SEMINARIO TALLER SOBRE MANEJO DE BIFENILOS
POLICLORADOS- PCBs EN EL SECTOR ELECTRICO Y PRUEBAS US EPA SW-846 METHOD
9079 CON EL EL KIT CLOR-N-OIL-50.**

Realizado en la ciudad de Machaia durante el 25, 26, 27 y 28 de septiembre de 2012.

GERENTE REGIONAL



INSTRUCTOR

DIRECTOR DE RR. II. Oro



Certificados Tipo Entregado a los Asistentes: El Presente Corresponde al Jefe del Laboratorio de Transformadores



Confiere el presente Certificado

A: FELIX ANTONIO PEÑA CHAMBA

Por su participación en : SEMINARIO TALLER SOBRE MANEJO DE BIFENILOS POLICLORADOS-PCBs EN EL SECTOR ELECTRICO Y PRUEBAS US EPA SW-846 METHOD 9079 CON EL EL KIT CLOR-N-OIL-5J.

Realizado en la ciudad de Machala el 23 de septiembre de 2012. Duración 8 horas.


GERENTE REGIONAL




INSTRUCTOR


DIRECTOR DE R.R.II.

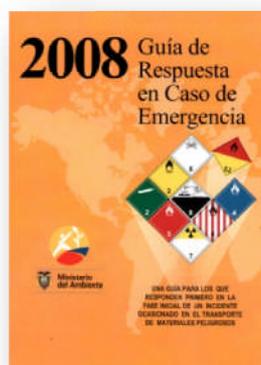


ANEXO 11

Varios

GUIA DE RESPUESTA EN CASOS DE EMERGENCIA

Una guía para los que responden primero en la fase inicial de un incidente ocasionado en el transporte de materiales peligrosos. Libro editado por el Ministerio del Ambiente.



KITS CLOR N OIL 50 MARCA DEXSIL

Servirán para realizar pruebas para determinar la presencia de Bifenilos Policlorados - PCBs por el US EPA SW-846 Method 9079



KITS DE EMERGENCIA

Contenedor equipado con ruedas PKCI, utilizado para derrames medianos, con tapa completamente abatible. El recipiente debe tener capacidad para 111 litros: ácidos, alcalinos, hidrocarburos o agua. El kit contiene: 50 hojas, 1 par de guantes, 1 par de gafas, 4 cojines, 1 compuesto obturador 5 barreras y 3 bolsas de recogida.



TAMBORES DE PLÁSTICO INDUSTRIAL

Capacidad para 55 galones para almacenamiento de aceite dieléctrico usado. El tanque deberá tener en la parte superior dos tapas para carga y descarga.



PALLETS DE MADERA

Pallets de madera o de pino sujeto con clavos: De 1.20cm por 1.20 cm; 2 tablas arriba de 18 cm., más 5 tablas de 9 cm.; 4 tablas abajo de 18 cm., todas las tablas de 1" de espesor; 3 listones muertos de 4 cm., de espesor por 9 cm., de alto.



ETIQUETADO DE EQUIPOS

En el Manual de Procedimientos para el Manejo de Bifenilos Policlorados emitida por el CONELEC y aprobada por el MAE mediante Oficio No. MAE-SCA-2012-0534 del 16 de abril del 2012, señala que los stickers tendrán el siguiente diseño y dimensiones, por lo tanto serán reemplazados por los que están colocados actualmente:



Largo: 20 cm Ancho 10 cm

Largo: 10 cm Ancho 8 cm.