



Montevideo – Uruguay
Hotel Escuela Kolping
27 y 28 Octubre de 2011



GESTIÓN AMBIENTAL DE LOS ACEITES DIELECTRICOS Y EQUIPOS CON PCB EN UTE

Carrau, María (*)

Ing. Civil H/A.

U.T.E. Gerencia de Medio Ambiente

Kramer, Ricardo (*)

Lic.Cs Biológicas.

U.T.E. Gerencia de Medio Ambiente

Sastre, María Teresa (*)

Ing. Civil H/A.

U.T.E. Gerencia de Medio Ambiente



(*): Palacio de la Luz, Paraguay 2431 piso 8, oficina 819 Montevideo, 11800, Uruguay
Tel.: 155-1776 Fax: 22002927 e-mail: mcarraub@ute.com.uy

RESUMEN

Los Bifenilos Policlorados (PCB) son compuestos organoclorados sintetizados por el hombre, que pertenecen al grupo de los contaminantes orgánicos persistentes (COP). Son compuestos térmica y químicamente estables, insolubles en agua y resistentes al fuego, por lo que han sido utilizados a nivel industrial en transformadores y condensadores como aislantes eléctricos. UTE cuenta con transformadores y condensadores que contienen aceites dieléctricos con PCB y libres de PCB, siendo los que contienen PCB un pequeño porcentaje del total. Por esta razón UTE ha implementado una gestión integral que atiende tanto los aspectos administrativos como operativos, desde la detección del PCB hasta su eliminación final.

Palabras Clave:

Bifenilos Policlorados (PCB); gestión ambiental; compuestos orgánicos persistentes (COP); Convenio de Estocolmo; Convenio de Basilea; valorización residuos.

INTRODUCCION

Los Bifenilos Policlorados son compuestos orgánicos clorados, que constituyen una serie de 209 congéneres. La cloración procede por sustitución de átomos de hidrogeno presentes en la molécula de Bifenilo, por otros de cloro. El Bifenilo cuenta con 10 posiciones diferentes de hidrógenos en donde se pueden sustituir por el Cloro, con un grado de sustitución de Cloros entre 1 y 10.

Pertenecen al grupo de los 12 Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs) y son térmica y químicamente estables, insolubles en agua y resistentes al fuego. Estas características han llevado a que estos compuestos presenten variadas aplicaciones a nivel industrial en transformadores y condensadores como aislantes eléctricos, como fluidos transmisores de calor, como fluidos hidráulicos y como componentes en revestimientos interiores de frenos, fabricación de adhesivos, selladores, barnices y tintas de imprenta, plastificados, pinturas marinas, etc.

UTE cuenta con transformadores y condensadores que contienen aceites dieléctricos con PCB y libres de PCB, siendo los que contienen PCB un pequeño porcentaje del total.

Del total de transformadores existentes en el país, el 96% pertenece a la empresa del estado UTE y el 4% restante pertenece a 500 clientes de UTE, que consumen energía en media y alta tensión y que poseen transformadores propios.

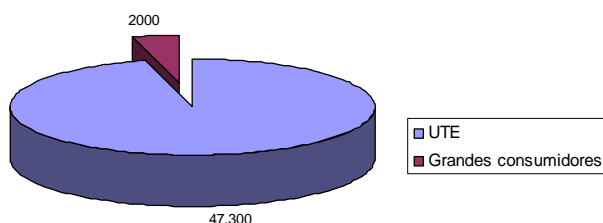


Figura 1 - Distribución de Transformadores a nivel nacional

Actualmente Uruguay cuenta como legislación aplicable a los PCB, la ratificación del Convenio de Estocolmo mediante la Ley 17.732 del 31/12/2003. Como Estado Parte del mismo, Uruguay está obligado a:

1. La prohibición de su producción y uso (a excepción de equipos intactos y estancos y solamente en zonas en que el riesgo de liberación en el medio ambiente pueda reducirse a un mínimo)
2. La eliminación del uso de los PCB en equipos a más tardar en 2025. Para ello se deberá identificar, etiquetar y retirar de servicio todo equipo que contenga PCB
3. Prohibir la exportación y la importación salvo para fines de gestión ambientalmente adecuada de los residuos
4. Reducir la exposición y el riesgo para las personas y el ambiente.
5. Preparar un informe cada cinco años sobre los progresos alcanzados en la eliminación de los PCB y presentarlo a la Conferencia de las Partes

Además se cuenta con la ratificación del Convenio de Basilea mediante la Ley Nº 16.221, relativo al control de los movimientos transfronterizos de residuos peligrosos y su eliminación. Las obligaciones generales derivadas del mismo son:

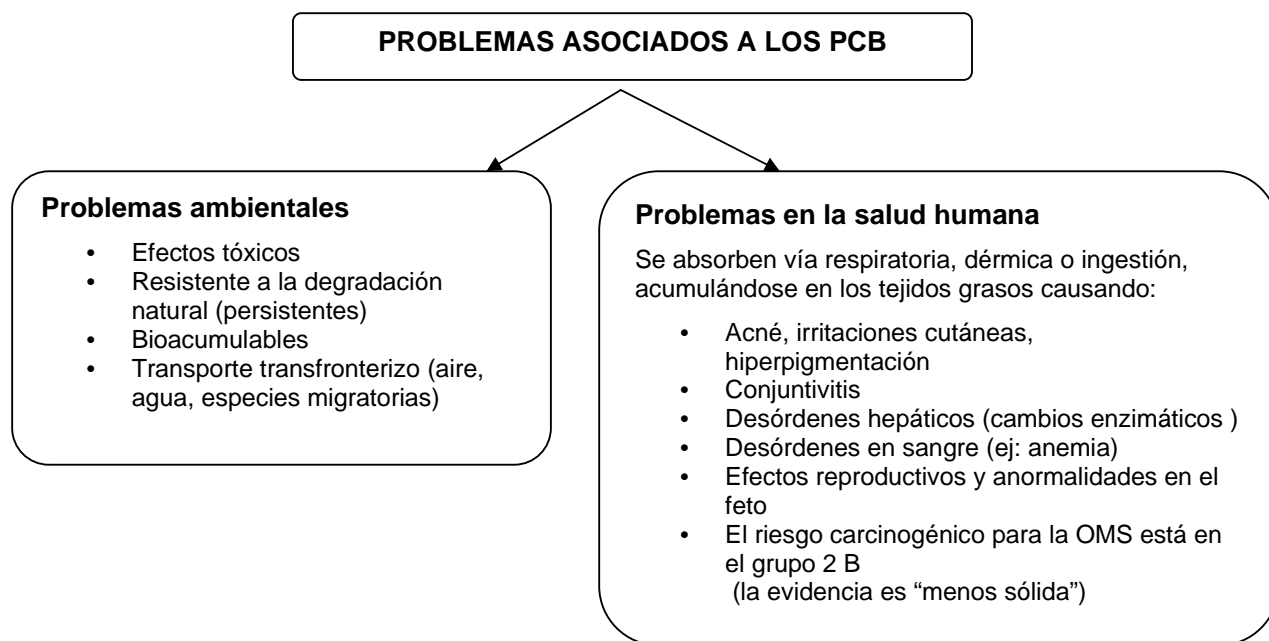
1. se prohíbe exportar o importar residuos peligrosos y otros residuos con destino a o procedentes de un Estado que no sea parte del Convenio;
2. no podrá exportarse ningún residuo si el Estado de importación no ha dado por escrito su aprobación específica para la importación de estos residuos;
3. deben comunicarse a los Estados afectados la información sobre los movimientos transfronterizos propuestos por medio de un formulario de notificación a fin de que puedan evaluar las consecuencias de los movimientos de que se trata para la salud humana y el medio ambiente;
4. los residuos que deban ser objeto de un movimiento transfronterizo deben embalsarse, etiquetarse y transportarse con arreglo a las normas internacionales e ir acompañados de un documento de movimiento desde el lugar de origen del movimiento hasta el lugar de eliminación;

A pesar de contar con dichas leyes, Uruguay no cuenta con una legislación nacional específica que regule la gestión, uso y disposición final de los PCBs.

Para realizar una gestión ambientalmente responsable de estos compuestos, UTE ha implementado una gestión integral que atiende tanto los aspectos administrativos como operativos, desde la detección del PCB hasta su eliminación final.

A tales efectos, se han realizado relevamientos, inventarios y análisis de equipos eléctricos y aceites, redacción de normas corporativas y procedimientos, sistemas de acondicionamiento y valorización de aceites, construcción de un depósito de seguridad transitorio y establecimiento de procedimientos de comunicación y de logística de transporte para el traslado de estos residuos tóxicos a los centros de eliminación autorizados, según lo establecido en el Convenio de Basilea.

Por otro lado actualmente se encuentra en ejecución conjuntamente con el MVOTMA el proyecto: "Desarrollo de las capacidades para la gestión ambientalmente adecuada de Bifenilos Policlorados (PCB) en Uruguay", con financiamiento del GEF (Global Environmental Facility).

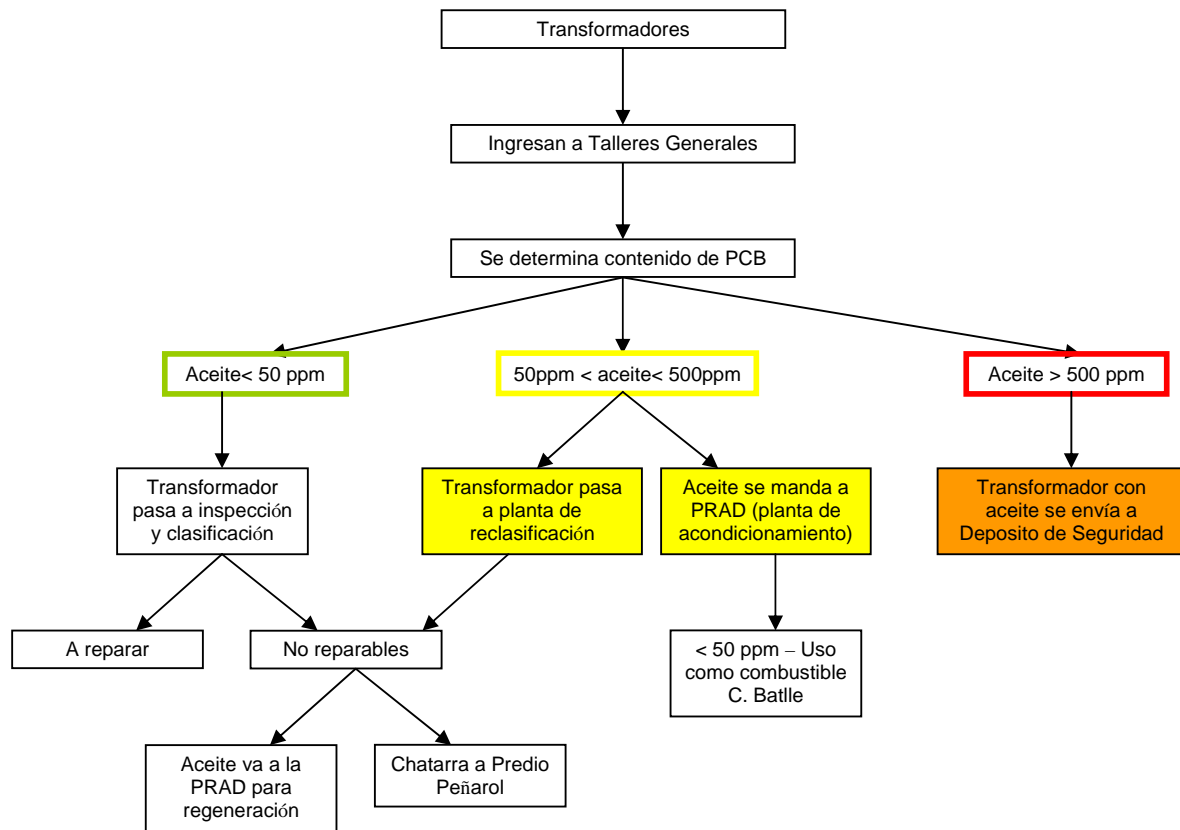


GESTIÓN AMBIENTAL EN UTE

A efectos de realizar una gestión ambientalmente adecuada, UTE cuenta desde 1996 con un Plan de gestión de residuos peligrosos que se inscribe dentro del marco del Convenio de Basilea, del cual Uruguay es firmante. Una de las principales líneas de acción del citado Plan, es la gestión del equipamiento eléctrico con aceites con PCB, dicha gestión comprende:

- Elaboración de normas corporativas
- Identificación de contenido de PCB en aceites dieléctricos
- Clasificación
- Valorización de aceites con menos de 50 ppm de PCB
- Reclasificación de equipos
- Almacenamiento transitorio de aceites con más de 500 ppm de PCB
- Disposición final para aceites con más de 500 ppm de PCB

Flujograma



Elaboración de normas corporativas

UTE elaboró las siguientes normas corporativas de cumplimiento obligatorio:

- Prohibición de compra de aceites y equipos con PCB;
- Gestión de aceites dieléctricos usados de transformadores;
- Gestión de aceites dieléctricos usados de condensadores, interruptores, disyuntores, reconectores y reguladores de tensión;
- Reclasificación de equipos PCB y contaminados con PCB.

Identificación de contenido de PCB en aceites dieléctricos

Para la detección primaria de PCB (screening), UTE realizaba un primer ensayo mediante la utilización del Kit CLOR-N-OIL® 50 de la empresa DEXIL. A través del mismo se determina si la muestra de aceite contiene cloro en una proporción mayor a los 50 partes por millón (ppm); recordar que el PCB cuenta con Cloro en su composición molecular. Ante evidencias positivas, se realiza la confirmación de contenido de PCB mediante un análisis de laboratorio (cromatografía de gases) según norma internacional reconocida.

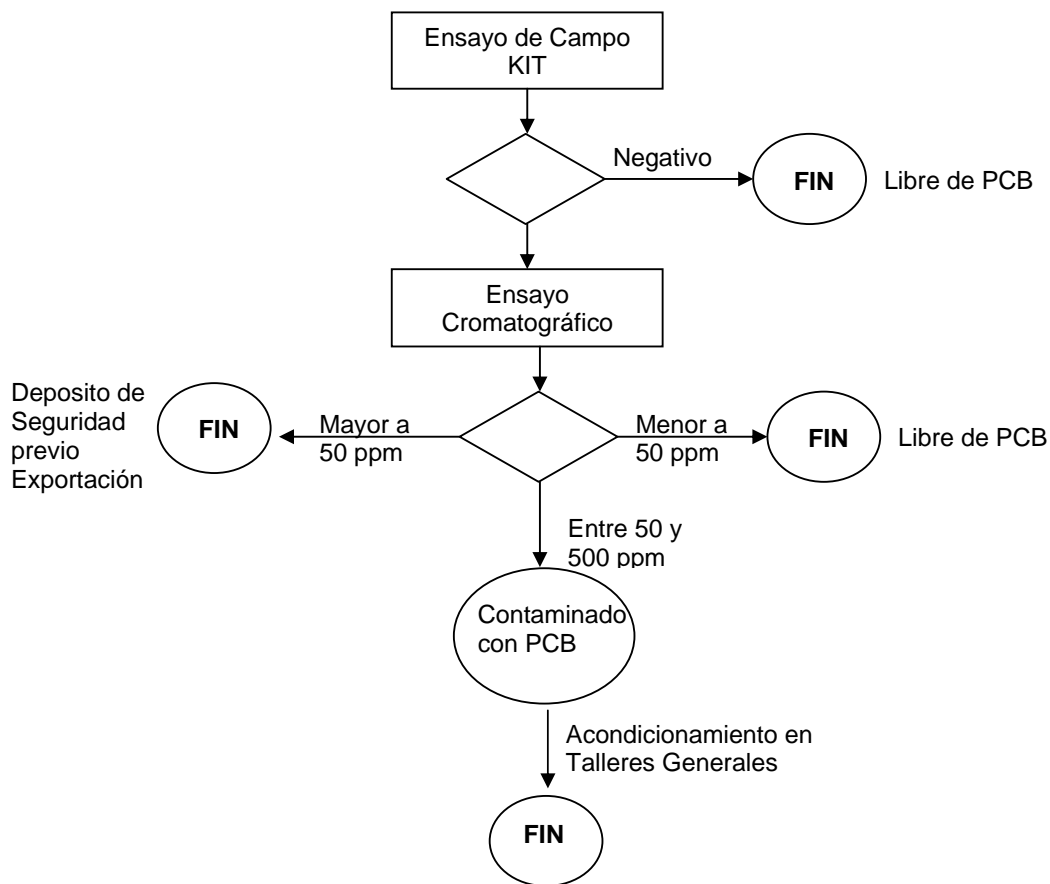


Figura 2 - Diagrama de identificación de PCB en aceites dieléctricos

En la actualidad UTE realiza el análisis cromatográfico de todas las muestras de aceites dieléctricos en su laboratorio propio, dado que cuenta con dos cromatógrafos de gases con detector de captura electrónica (GC/ECD) específicos para el análisis de PCB.

Además todos los transformadores que ingresan a Talleres Generales son muestreados como rutina. De forma complementaria, se implementó un procedimiento para el muestreo de los transformadores existentes en el Centro Logístico de Abastecimiento (Predio Peñarol).

A la fecha se han analizado todos los transformadores de las áreas de Generación Térmica, Generación Hidráulica, Trasmisión y los transformadores de media tensión de Distribución. Debido a la gran cantidad de equipos pertenecientes a estaciones de baja tensión, UTE analiza todos los equipos a medida que van saliendo de servicio o son reparados, tarea a cargo de Talleres Generales y realizar el muestreo estadístico de aproximadamente 4.000 equipos en el marco del proyecto “Desarrollo de las capacidades para la gestión ambientalmente adecuada de Bifenilos Policlorados (PCB) en Uruguay”

Clasificación

De acuerdo a los resultados del análisis cromatográfico indicado en el punto anterior los aceites se clasifican para su posterior gestión, de acuerdo al contenido de PCB en 3 categorías:

- Aceite libre de PCB: Todo aceite que contiene una concentración menor a 50 ppm de PCB
- Aceite contaminado con PCB: Todo aceite que contiene una concentración mayor o igual a 50 y menor a 500 ppm de PCB.
- Aceite PCB: Todo aceite que contiene una concentración mayor o igual a 500 ppm de PCB.

Por lo tanto la gestión posterior se definirá según se indicó en el flujograma anterior:

- Si la concentración de PCB es mayor a 500 ppm, el aceite es considerado PCB puro y es tratado como un residuo peligroso, debiendo realizar su disposición final por incineración mediante tecnología certificada internacionalmente.
- Si la concentración de PCB se encuentra entre 50 y 500 ppm, el aceite será acondicionado de manera de gestionarlo en Central Batlle con concentraciones de PCB menores 50 ppm.
- Si la concentración de PCB es menor a 50 ppm, el aceite es considerado un aceite libre de PCB y se lo gestiona según lo estipulado en el numeral referido.
- Tanto los equipos como el aceite (cuando este es retirado del equipo) luego de ser clasificado es etiquetado para determinar su posterior gestión

Valorización de aceites con menos de 50 ppm de PCB

La valorización aprobada por DINAMA en el año 2003 consiste en la utilización de los aceites dieléctricos y otros aceites usados libres de PCB o que presenten una concentración menor de 50 ppm, como combustible alternativo en la Central José Batlle y Ordóñez.

El propósito de dicha valorización consiste en disponer, mediante incineración, los aceites usados que se generan en las actividades de UTE. Dicho proceso permite:

- Disponer adecuadamente los aceites de acuerdo a normas de referencia en la materia: Norma 40 CFR (Code Federal Register) part 279 de la EPA, referente a estándares en el manejo de aceite usado y norma 40 CFR 761 donde se define aceite libre de PCB a aquel cuya concentración sea menor de 50 ppm).
- Realizar el aprovechamiento energético de los mismos.
- Reducir los costos de disposición final de estos aceites, propiciando su disposición en condiciones ambientalmente seguras.
- Reducir el tiempo de almacenamiento de estos aceites, disminuyendo de esta forma los riesgos ambientales (derrames, pérdidas, etc.) y los costos asociados.

Los aceites que contengan menos de 50 ppm serán incinerados en las calderas de 5ta. ó 6ta. Unidad de Central Batlle, siendo mezclados con Fuel Oil N° 6 en una proporción menor o igual al 10%. Las mismas cuentan con un completo control de la combustión que incluye monitoreo continuo de O₂, CO, NOx, SO₂ y Opacidad.

Reclasificación de equipos

La reclasificación es una operativa destinada a recuperar los equipos que contienen aceite con una concentración de PCB entre 50 y 500 ppm. Más allá del logro de una correcta gestión ambiental de los aceites contaminados con PCB, la mayor virtud del proceso es que se recuperan equipos muy costosos, lo que se traduce en un ahorro económico para la Empresa.

A efectos de reclasificar un equipo se deben realizar los siguientes pasos:

- Remover el aceite contaminado del equipo
- Disponer el aceite extraído de acuerdo a norma UTE (envío a planta de acondicionamiento)
- Rellenar el equipo con aceite libre de PCB
- El equipo debe permanecer al menos 90 días con el nuevo aceite. Luego de ese plazo se determina el nuevo contenido de PCB. De acuerdo al resultado, se determina si el equipo ha cambiado de categoría. Si del proceso no resulta la reclasificación deseada, se puede repetir.
- Por ultimo se etiqueta como transformador reclasificado.

Dichas tareas se realizan en la planta de reclasificación de Talleres Generales.

Almacenamiento transitorio de aceites con más de 500 ppm de PCB

En el año 1998 se construyó en el Centro Logístico de Abastecimiento de UTE un depósito de seguridad para el almacenamiento de equipos y aceites con mas de 500 ppm de PCB. El objetivo fundamental del citado depósito es el almacenamiento en condiciones ambientalmente seguras de los aceites y equipos que contienen PCB hasta que se realice su disposición final.

Las especificaciones técnicas y de diseño con que se construyó el citado depósito responden a las recomendaciones contenidas en la publicación STORAGE OF HAZARDOUS MATERIALS: A Technical Guide for Safe Warehousing of Hazardous Materials - UNEP IE/PAC Reporte Técnico serie N° 3 (1993).

Las principales condiciones que se tuvieron en cuenta en el diseño y construcción del depósito son:

- Acceso general restringido; es conveniente que existan dos portones, uno en cada extremo del depósito, a efectos de facilitar la entrada y salida en casos de emergencia.
- Paredes resistentes al fuego.
- Piso impermeable y con pendiente hacia una canaleta, para el drenaje de derrames hacia un depósito estanco.
- Ventilación para ingreso de aire (evitar concentración de vapores) y salida de humos en caso de incendio.
- Iluminación natural
- Medidas de seguridad: existencia de extintores para el combate de incendio y de tambores con material absorbente para casos de derrame.

Disposición final para aceites con más de 500 ppm de PCB

En el año 1998, UTE efectuó la primera exportación de estos residuos peligrosos a Francia, en donde se realizó la disposición final por incineración mediante tecnología certificada internacionalmente, dando una solución ambientalmente segura a un total de 21 toneladas de residuos, siendo UTE la primera empresa uruguaya en realizar una exportación de residuos peligrosos en el marco del Convenio de Basilea.

Al cabo de la primera exportación y dado que aún existían equipos en operación con PCB que fueron saliendo de servicio, se hizo necesaria la construcción del Depósito de Seguridad Transitorio anteriormente mencionado.

En consonancia con esta política y como resultado de la salida de servicio de otros equipos con PCB, en los años 2007 y 2008, UTE realizó dos nuevas exportaciones de equipos y residuos con PCB de 46 toneladas cada una, totalizando la disposición final de 113 toneladas; en la Tabla 1 se muestran los detalles de las exportaciones realizadas hasta la fecha.

Tabla 1 - Exportaciones realizadas por UTE

Año	Fecha Certificado de disposición final	Peso exportado (toneladas)
1998	30/04/1998	21
2007	9/05/2007	46
2008	1/12/2008	46
		113

PROYECTO – “DESARROLLO DE LAS CAPACIDADES PARA LA GESTIÓN AMBIENTALMENTE ADECUADA DE BIFENILOS POLICLORADAS (PCB) EN URUGUAY”

Debido a la experiencia acumulada por UTE en la gestión de los aceites con PCB, la Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA) solicitó colaboración a UTE para elaborar un perfil de proyecto PCB a efectos de postular a fondos GEF (Global Environmental Facility) no reembolsables. Dando respuesta a esta solicitud, la Unidad Ambiental de UTE elaboró conjuntamente con DINAMA un perfil de proyecto que resultó aprobado.

En septiembre del 2008 Uruguay comienza la ejecución del proyecto: “Desarrollo de las capacidades para la gestión ambientalmente adecuada de Bifenilos Policlorados (PCB) en Uruguay”, con el financiamiento del GEF, MVOTMA y UTE. Participan además el Ministerio de Salud Pública, Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, Ministerio de Economía y Finanzas, la Cámara de Industrias, LATU, las empresas de mantenimiento de transformadores y ONG's ambientalistas.

Es de destacar que la participación de UTE en el proyecto incluye las unidades de Distribución, Trasmisión, Fabricación y Talleres, Seguridad y Salud Ocupacional, Laboratorio, Abastecimientos, Sistemas Informáticos, Control de Inversiones con Financiamiento Externo y Medio Ambiente.

El objetivo del Proyecto es diseñar e instrumentar un Sistema de Gestión Ambientalmente Adecuado (SGAA) para la gestión de residuos y existencias con PCB que contribuya a la reducción del riesgo para la salud y el ambiente derivados de los PCB y que permita la eliminación de PCB en Uruguay a través de la adopción de alternativas eficientes y viables económicamente para la destrucción de equipos y residuos contaminados con PCB.

LOGROS DEL PROYECTO EN UTE

1) Capacidad analítica para PCB en aceites

- Compra e instalación de un cromatógrafo de gases con detector de captura electrónica (GC-ECD) con muestreador automático para el Departamento de Química del Laboratorio de UTE para el análisis de PCB en fluidos dieléctricos.
- Provisión de estándares de análisis, material de vidrio, reactivos y consumibles para el análisis de 4.000 muestras de fluido dieléctrico.
- Provisión de Equipos de Protección Personal, atendiendo a los riesgos derivados del PCB para todos los funcionarios de UTE que estén involucrados en la toma de muestras.
- Capacitación en validación de técnicas analíticas y uso del equipo, apoyo mediante la contratación de un analista para la preparación de muestras y realización de ensayos cromatográficos.
- Puesta a punto, elaboración de protocolos y validación de las técnicas analíticas para análisis en fluidos dieléctricos ante DINAMA y aprobación de ejercicios interlaboratorio de análisis de PCB organizados por el INTI (Argentina).
- Establecimiento de un plan de control para análisis duplicado de muestras en los laboratorios de DINAMA y UTE.

2) Capacitación

- Realización de 7 Talleres de capacitación teórico prácticos dictados entre los meses de noviembre 2009 y marzo 2011 por los que se capacitaron más de 100 funcionarios de UTE sobre los efectos del PCB en la salud y el ambiente, la toma de muestras de aceites potencialmente contaminados con PCB, incluyendo aspectos de seguridad y uso de equipos de protección personal.



Figura 3 - Modulo práctico del Taller de Capacitación

- Elaboración de los protocolos de muestreo y publicación de la Guía titulada *Procedimiento para la toma de muestras de líquidos dieléctricos potencialmente contaminados con Bifenilos Policlorados (PCB)*, la que fue repartida a todas las unidades de UTE involucradas en el Proyecto.



Figura 4 - Tapa de ejemplar de la Guía

- Realización de un taller de “Evaluación de Sitios contaminados y Análisis de Riesgo” a cargo de un experto canadiense.

3) Elaboración de un sistema informático que se encuentra en producción y cuenta con las siguientes funcionalidades:

- Ingreso de solicitud a Laboratorio por Intranet, seleccionando los equipos desde los sistemas de Distribución, Generación y Transmisión
- Gestión de las muestras (preservando ubicación y vinculándolas a la identificación de los equipos en los sistemas corporativos)
- Gestión de los ensayos (ingreso de valores, emisión de resultados, los cuales quedan asociados a la identificación de los equipos en los sistemas corporativos).

4) Monitoreos

Para los transformadores de Distribución se establecieron criterios estadísticos para definir un muestreo direccionado de manera de detectar los potenciales transformadores contaminados con PCB. El muestreo fue diseñado en base a la norma UNIT 749-91 “*Planes de muestreo para inspección por atributos definidos según la calidad límite (LQ) para lotes considerados aislados*”. Los transformadores de Distribución a muestrear están distribuidos en las 5 regionales de UTE (Montevideo, Norte, Este, Oeste, Centro) en función de la cantidad instalada en cada una. De los 45.000 transformadores, se van a muestrear aproximadamente 4000.

5) Llamados a licitación

- Realización de llamado a de licitación para Evaluación de Alternativas de tratamiento y disposición de aceites entre 50 y 2000 ppm.
- Realización de llamado para el monitoreo y evaluación de las emisiones atmosféricas generadas por la quema de aceites dieléctricos conteniendo menos de 50 ppm de PCB en la caldera de generación de vapor de Central Batlle.
- Realización de llamado a de licitación para Eliminación de existencias con PCB.
- Realización del pliego de condiciones e información accesoria para adecuación del Depósito transitorio de equipos con menos de 500 ppm de PCB en Talleres Generales.

CONCLUSIONES

Desde el año 1994 UTE lleva adelante una gestión ambientalmente segura y responsable de los equipos con PCB lo que incluye, entre otros aspectos, la adecuación de prácticas e instalaciones para lograr este fin. Dicha gestión, sumada a la activa participación en el proyecto “Desarrollo de las capacidades para la

gestión ambientalmente adecuada de Bifenilos Policlorados (PCB) en Uruguay”, ha permitido que la Empresa se encuentre mejor posicionada para gestionar sus existencias de aceites y equipos con PCB. En efecto, la eliminación de las existencias de PCB identificadas, permite solucionar un problema actual de UTE, cumpliendo con lo establecido en el Convenio de Estocolmo.

En el marco del citado proyecto, UTE ha logrado importantes avances, entre los que destacan la compra e instalación de equipamiento para la determinación de PCB en fluidos dieléctricos (cromatógrafo de gases con detector de captura electrónica con muestreador automático); la capacitación de más de 100 funcionarios sobre los efectos del PCB en la salud y el ambiente; la toma de muestras de aceites con potencial presencia de PCB, incluyendo aspectos de seguridad y uso de equipos de protección personal y la elaboración de protocolos de muestreo a través de la publicación de la **Guía**. Además se definió un muestreo direccionado de 4.000 transformadores de manera de detectar los equipos con potencial presencia de PCB, de los cuales a la fecha se llevan muestreados del orden de 3500 provenientes de todo el país.

En base al avance en el monitoreo de equipos hasta la fecha se concluye que sólo el 1% contiene una concentración mayor a 500 ppm. Dichos equipos serán eliminados mayoritariamente en una futura exportación de residuos peligrosos en el marco del Convenio de Basilea, la que está programada que se realice en el último trimestre del presente año.

Como otro producto del proyecto UTE contará con una base de datos informatizada con las existencias de equipos con PCB, lo que facilitará la reclasificación y/o recambio de los equipos con niveles de concentración por encima de las 500 ppm de PCB. Este aspecto presenta ventajas no sólo desde el punto de vista de la seguridad ambiental y del personal que trabaja con estos equipos, sino también económicas.

El hecho de contar con personal capacitado en la toma de muestras de aceites potencialmente contaminados con PCB le permite a UTE mejores niveles de seguridad para sus trabajadores y el medio ambiente.

Por último, contar con depósitos transitorios diseñados y construidos con criterios de seguridad ambiental y para el personal que trabaja en ellos constituye otro aspecto positivo a resaltar.

Agradecimientos. –

Por UTE: Verónica Azevedo y Miguel Menéndez de la SubGerencia Talleres Generales; Juan Pertusso de Gerencia de Proyectos y Normalización de Distribución; Rafael Curbelo de la SubGerencia Laboratorio.

Por DINAMA: Federico Souteras, Silvana Martínez y Gerardo Rivas del proyecto “Desarrollo de las capacidades para la gestión ambientalmente adecuada de Bifenilos Policlorados (PCB) en Uruguay”

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Gestión de Equipos con PCB en Uruguay. Plan Nacional de Implementación – Uruguay – Convenio de Estocolmo (2005)
2. Manual de capacitación para la preparación de un plan nacional de manejo ambientalmente adecuado de los bifenilos policlorados (PCB) y de equipos contaminados con PCB en el marco de la implementación del Convenio de Basilea (2003)
3. Material grafico de apoyo (Poster) del proyecto “Desarrollo de las capacidades para la gestión ambientalmente adecuada de Bifenilos Policlorados (PCB) en Uruguay”
4. Norma gestión de aceites dieléctricos usados de transformadores - NO-UTE-AM-0002
5. Norma gestión de aceites dieléctricos usados de condensadores, interruptores, disyuntores, reconectores y reguladores de tensión - NO-UTE-AM-0006
6. Norma Prohibición de compra de aceites y equipos con PCB - NO-UTE-AM-0005
7. Norma Reclasificación de equipos PCB y contaminados con PCB - NO-UTE-AM-0004
8. Procedimientos para la toma de muestra de líquidos dieléctricos potencialmente contaminados con bifenilos policlorados (PCB), del proyecto “Desarrollo de las capacidades para la gestión ambientalmente adecuada de Bifenilos Policlorados (PCB) en Uruguay”