


Inventarios de PCB con la cooperación entre el gobierno y poseedores de PCB

**Taller regional de formación
Lima, 2 al 5 de marzo de 2009**

Michael Mueller
Environmental Consultant



Siete pasos hacia el objetivo

1. Inventario preliminar
2. Objetivos prioritarios y nacionales
3. Plan Nacional de Aplicación
4. Formulación de objetivos
5. Inventario detallado
6. Evaluación del tratamiento nacional
7. Eliminación



Inventario – Enfoque teórico I

¿Dónde se hallan los PCB? - ¡¡¡En casi todas partes!!!

Equipos eléctricos (transformadores, condensadores, rectificadores, cojinetes,...)

Sistemas hidráulicos (industria minera, teatros, industria pesada,...)

Edificaciones (como diluyentes en pinturas, goma, etc.)

Materiales reciclados (papel, aceite,...)

Naturaleza (suelo, sedimentos,...) como resultado de fugas, actividades ilegales, etc.



Inventario – Enfoque teórico II

Las fuentes de PCB en la **naturaleza** son difíciles de detectar. Se requiere el conocimiento y la voluntad de la población local para obtener cualquier tipo de información.

Estas fuentes usualmente no sobrepasan el 5 % del „total“ y por ende están mucho más diseminadas por el país y son menos considerables (la mayoría de las veces) en el nivel de contaminación.

Las principales contaminaciones se presentan en la industria minera, en comercios de chatarra, otras industrias pesadas, petróleo, gas y similares.

Se pueden identificar antiguas contaminaciones mediante la verificación de la contaminación del manto freático.



Inventario – Enfoque teórico III

Edificaciones

Algunos productores de masilla para ventanas utilizan PCB como ablandador. Actualmente éste ya no debe utilizarse más. Sin embargo, aún puede encontrarse en viejas edificaciones (construidas aproximadamente entre 1960 y 1985). El PCB ahora también está presente en el hormigón que rodea las ventanas.

También se ha utilizado en pinturas por esa misma razón. En una muestra tomada en Alemania se constató alrededor del 10 % de PCB en la pintura interior de un silo de forraje. De allí pasó a las vacas, luego a la leche y finalmente a las personas. Las instalaciones más importantes pueden ser identificadas, pero esto resulta difícil en el caso de instalaciones menores.

Michael Mueller
Environmental Consultant



Inventario – Enfoque teórico IV

Sistemas hidráulicos

Ciertos líquidos hidráulicos se mezclan con PCB desde el mismo momento de su producción, otros se mezclan posteriormente como resultado de los mantenimientos. Las “buenas” propiedades técnicas del PCB son la razón de su utilización. Las posibles contaminaciones oscilan entre PCB “puros” y unos cientos de ppm. Los mantenimientos también pueden haber sido la causa de estas contaminaciones. Las principales fuentes son los enormes sistemas hidráulicos de la industria minera y de la industria pesada, pero también de sistemas menores tales como los mecanismos hidráulicos de escenarios.



Inventario preliminar I

Ahora veremos cómo sería un inventario integral y qué costaría:
¡¡¡Mucho tiempo y dinero!!!

Esto es lo que no tenemos para el informe del PNA.

¿Qué hacer entonces?

Un inventario preliminar es una pequeña parte del panorama general. Si seleccionamos cuidadosamente esta pequeña parte la podríamos multiplicar por un factor y obtendríamos un enfoque aproximado del panorama general.

Michael Mueller
Environmental Consultant



Inventario preliminar II

¿Cómo seleccionar acertadamente esa pequeña parte?

- Haga un resumen histórico: ¿Cuándo se construyó la fábrica? Por ejemplo, las fábricas con menos de 20 ó 25 años de existencia tienen más probabilidad de estar dotadas de equipos sin PCB. Anote la cantidad de transformadores y condensadores en la lista “Sin PCB”.
- Si la fábrica es más antigua, tendrá que verificar los equipos, cuántos años tienen y si han sido sustituidos en el pasado. Anote también los equipos más recientes en la lista “Sin PCB”.
- Los demás deberán verificarse. Los equipos con PCB “puros” en la mayoría de los casos pueden identificarse por la placa descriptiva o el certificado de prueba del productor. Anote esas cantidades en la lista “PCB”.
- El resto pueden ser equipos con aceites y deberán verificarse mediante pruebas analíticas. Una vez obtenido el resultado, anote los equipos sin PCB en la lista “Equipos verificados con aceite sin PCB”, y los demás en la lista “Equipos verificados con aceite contaminado con PCB”.



Inventario preliminar III

Esto ha sido una verificación para el inventario “integral”. ¿Qué podemos ahora obtener de ello?

Un buen inventario depende de la cantidad de resultados fiables que contiene. Si dedicamos tiempo a estas revisiones históricas podremos obtener una larga lista de equipos sin salir de la oficina.

Agrupe todas las empresas nuevas y ya tendrá una larga lista de equipos sin PCB, pero tenga en mente que los mantenimientos pueden haber “importado” PCB. Esto hay que decirlo.

El número total de transformadores menos los transformadores de las empresas nuevas será el número de transformadores que habrá que analizar más detalladamente.



Inventario preliminar IV

Trate de verificar ahora el número de transformadores en las principales empresas antiguas. Aquí sólo consideraremos empresas con más de 5 ó 10 transformadores. Esta será una tarea para un electricista, quizás en colaboración con las empresas de servicio público, ya que éstas saben quiénes consumen voltajes de más de 400 V.

Para el inventario preliminar debemos preguntar a estas empresas qué instalaciones eléctricas posee (cuántos años tienen sus equipos en servicio, si tienen equipos viejos en existencia).

Ahora seleccione algunas de éstas para una inspección del lugar con toma de muestras, fundamentalmente de transformadores viejos, pero verifique también si existen condensadores.

El resultado será representativo del total, en +/- 20 % aproximadamente.



Inventario preliminar V

Ya contamos con datos bastante buenos de las industrias privadas. Ahora tenemos que verificar el sector público y las empresas de servicios públicos. Estas últimas poseen listas de sus transformadores y en éstas podemos identificar las antiguas instalaciones. El porcentaje de transformadores antiguos lo podemos multiplicar por 20 % para estar en un rango más bien seguro. Esta es la cantidad de transformadores con aceite contaminado con PCB. Aquí no tomaremos muestras, ya que ello implica demasiado tiempo y costos, por lo que quedará para un proyecto posterior con el presupuesto adecuado.

Dedicaremos especial atención al taller de reparaciones de la empresa de servicios públicos. Aquí sí tomaremos muestras para analizarlas, ya que es más fácil y toma menos tiempo. Podemos además verificar sus transformadores en existencia.

El resultado abarcará a más del 90 % de todos los transformadores del país con una fiabilidad del 80 % aproximadamente.



Inventario preliminar VI

Por último veremos las edificaciones públicas tales como hospitales, embajadas, grandes casas, centros comerciales, ministerios, aeropuertos, puertos, escuelas, etc.

Nuevamente nos centraremos solamente en las mayores edificaciones de las ciudades más importantes. Seleccionamos una o dos de cada categoría (¡solamente edificaciones antiguas!) y tomaremos muestras para su análisis. Por último podemos multiplicar de nuevo el resultado y obtenemos así un buen enfoque para nuestro inventario preliminar.

Al final lo recopilamos todo y plasmamos la estrategia, la metodología y los resultados en nuestra parte correspondiente a los PCB del informe del PNA.



Análisis – Problemas fundamentales

- El inventario muestra el número total de transformadores
- El inventario muestra el número total de condensadores
- Se desconocen las contaminaciones cruzadas
- Se desconocen las áreas contaminadas
- ¿Hay PCB en el aceite?
- Separación de los equipos que contienen aceite y PCB
- ¿Cómo tomar las muestras?



Análisis - Transformadores

Todo análisis cuesta dinero, por ello:

- **Verifique si se trata de un transformador de aceite o de un transformador de “Askarel”***
- **¿Cuándo se fabricó el transformador?**
- **¿Quién es el fabricante?**

* El término Askarel identifica todas las marcas de refrigerantes que contienen PCB




Veamos ahora qué es un transformador



- Equipo eléctrico para transformar la electricidad según la demanda del consumidor
- Una vez instalado, raras veces cambia de ubicación
- Su caja es de acero normal
- Puede existir corrosión exterior
- Puede tener fugas

Michael Mueller
Environmental Consultant



Análisis - Condensadores

Los condensadores contienen menos refrigerante que los transformadores (unos cuantos litros menos).

Después de llenarse con líquido refrigerante, éstos quedan herméticamente sellados, por lo que no existe riesgo de contaminaciones cruzadas por mantenimiento. El PCB que contienen es menos clorado y por ende más barato. Los fabricantes no utilizan ambos tipos de refrigerante (aceite y Askarel), por lo que los condensadores sólo contienen o aceite o Askarel. No tengo conocimiento de ninguna contaminación con PCB en condensadores de aceite. Por tal razón parece fácil identificar si hay desechos de PCB o no, pero hay un problema:

No en todos los casos se menciona el tipo de refrigerante, y cuando se menciona es difícil descifrarlo.

Por ejemplo:

ICME: CM.... Condensador de Aceite Mineral
CS..... Condensador Sintético (= PCB)

Michael Mueller

Environmental Consultant



Análisis - Transformadores de aceite

Si ha identificado un transformador de aceite, tendrá que tomar una muestra, ya que el aceite no le va a decir que está contaminado.

¿Cuáles son las causas de tales contaminaciones cruzadas?

1. El fabricante: ha utilizado los mismos equipos para llenar transformadores con aceite y con Askarel.
2. Mantenimiento: para ambos tipos de transformadores han utilizado los mismos equipos y los mismos tanques de almacenamiento intermedio.
3. El fabricante: en ocasiones se ha utilizado Askarel como antiespumante. Las burbujas son peligrosas para los transformadores.
4. In situ: algunas personas rellenaban los transformadores con Askarel cuando el nivel de aceite estaba bajo.
5. El fabricante: impregnación de las bobinas antes del montaje final.
6. ...



Análisis - Cómo identificar el tipo de transformador

- Placa descriptiva:
 - tipo de refrigerante: ONAN/ONAF es aceite, CNAN/LNAN es PCB
 - peso del líquido: $\text{peso total/peso del líquido} \leq 3 \Rightarrow \text{PCB}$
 $\text{peso total/peso del líquido} \Rightarrow 4 \Rightarrow \text{aceite}$
- Caja de expansión: algunas veces tiene escrito el nombre del refrigerante. Mire el tubo de vidrio (indicador del nivel de líquido): si el líquido es transparente lo más probable es que sea PCB, el aceite es entre amarillo y marrón, a veces es negro.
- Si hay fugas: las fugas recientes tienen un olor dulce (30 % de Clorobencenos en Askarel), las fugas más viejas no tienen olor, pero en estos casos puede realizar una prueba introduciendo un palillo en el líquido (que parece agua) y si es pegajoso habrá encontrado PCB.



Análisis – ¿Dónde y cómo tomar muestras ?

¡Nuestro objetivo son las muestras de transformadores de aceite!

- Si el verificador no se siente seguro, habrá que apagar el transformador
- De la válvula inferior, pero con una bandeja metálica debajo
- Del vidrio de la caja de expansión
- De la caja de expansión con una pipeta
- Use guantes y gafas
- Prevea material absorbente para casos de emergencia
- Nunca tome muestras estando solo (¡por su seguridad!)



Análisis – Mercado

- Cada muestra se marcará con un número único de inventario para su posterior identificación.
- Al transformador se le asignará este mismo número.
- Registre este número igualmente en el libro de inventario.
- Cada transformador tiene que poseer adicionalmente una “hoja de localización” donde se indica su ubicación exacta, cualquier otra observación, etc. Si la ubicación no tiene un nombre especial, utilice un sistema de posicionamiento mundial (GPS) para determinarla.
- A los transformadores con Askarel no se les tomarán muestras, pero éstos deberán recibir igualmente un número de inventario.



Métodos de análisis y costos

- Cromatografía de gases (GC) con espectrómetro de masa (MS) o detector de captura de electrones (ECD): muy preciso para PCB, equipo caro, el intercambiador de muestras reduce la demanda de personal
- Rayos X: costo del equipo menor que el de GC, sólo detecta cloro, menor consumo de productos químicos
- Electrodo de cloro: costo del equipo menor que el de GC, sólo detecta cloro, bajo consumo de productos químicos
- Clor-N-Oil y Kwick-Skrene: ambas son sólo pruebas indicativas y miden si el contenido está más o menos en el límite, pruebas más rápidas y posibles de realizar in situ
- L 2000: a base de Clor-N-Oil, bajo costo del equipo, mayor consumo de productos químicos, muestra valores, pruebas in situ posibles



Análisis – Resultados del análisis

El análisis mostrará las verdaderas necesidades de eliminar PCB en Surinam (de transformadores). Posibles medidas ulteriores:

1. Cambio de aceite en transformadores con contaminación de PCB > 50 y $< 1,000$ ppm (mg/kg). Solamente habrá que eliminar el aceite.
2. Por encima de 1,000 ppm de PCB hasta 4,000 ó 5,000 ppm, habrá que realizar como mínimo dos cambios de aceite, con un período de seis meses entre sí. Los costos serán mayores y sólo serán rentables si el transformador no es muy viejo.
3. Por encima de 5,000 ppm necesitamos como mínimo 3 cambios de aceite, lo cual en la mayoría de los casos ya no es rentable. Se recomienda la sustitución total del aceite, la cual puede realizarse mediante tecnologías con detergentes que son más económicas que las tecnologías con disolventes.
4. Los transformadores con Askarel o los transformadores altamente contaminados, ya muy poco frecuentes, requieren tratamientos mediante tecnologías con disolventes.



Bases para buenos proyectos

- Claras prioridades en el informe del PNA
- Objetivos prácticos y viables
- Pleno apoyo del país
- Adecuado apoyo de la agencia ejecutora
- Presupuesto realista
- Cofinanciación confirmada sin condiciones que no estén relacionadas con el proyecto en sí

