Peligros heredados

Evaluación de Exposiciones Ocupacionales en Su Organización

Por Robert C. Adams y Michael W. Holton

EN BREVE

- **Como resultado de una auditoria de conformidad, una gran entidad municipal de tratamiento de aguas residuales necesitó desarrollar una estrategia para abordar los materiales peligrosos heredados en el lugar, incluyendo asbestos, plomo, mercurio y Biofeniles policlorados.**
- **Los enfoques propuestos inicialmente exigían campañas amplias de muestras volumétricas, las cuales serían irracionalmente caras con poco beneficio de reducción de riesgos.**
- **Se planteó un enfoque modificado que redujo el volumen necesario de muestras y proporcionó una estrategia de gestión basada en los riesgos en el lugar de trabajo que se enfocara en la actividad que se fuera a desarrollar, en vez del contenido total del material.**

Generalmente se cree que los materiales de construcción que contienen asbestos, plomo, mercurio y biofeniles policlorados (PCB) están obsoletos y prohibidos, y con frecuencia no son considerados al analizar posibles exposiciones ocupacionales. Algunos de estos materiales en realidad no han sido prohibidos, e incluso aún pueden estar presentes en los actuales materiales y equipos de construcción. Las exposiciones ocupacionales relacionadas con la presencia y contacto con estos materiales durante la reparación, renovación y operaciones de rutina suelen ser no bien entendidas y caracterizadas de manera deficiente. Además, los organismos gubernamentales involucrados en la regulación de estos materiales pueden promulgar reglas y normas que varían dependiendo del material, su condición o la actividad específica que se lleva a cabo.

Entre 2009 y 2010, se realizó un trabajo a gran escala con un organismo municipal de tratamiento de aguas residuales a fin de desarrollar una estrategia para caracterizar y gestionar las exposiciones a estos materiales "heredados". El organismo maneja más de 20 plantas de tratamiento de aguas residuales las cuales llevan operando entre 25 a 100 años. Cada planta de tratamiento consta de múltiples edificios, miles de tuberías y una gran variedad de equipos mecánicos. El organismo municipal comenzó el proyecto luego de que su evaluación inicial de exposición y su estrategia de toma de muestras se consideró demasiado costosa.

Una auditoría de conformidad provoco preocupación por la presencia en el lugar de materiales peligrosos heredados. Para abordar el problema, se propuso una estrategia de evaluación inicial; constó de una extensa toma de muestras volumétricas en un esfuerzo de identificar y documentar la ubicación de todos los materiales que contengan asbestos, plomo, mercurio o biofeniles policlorados (en conjunto, denominados contaminantes de interés, o COC, por sus siglas en inglés) en las instalaciones.

El plan inicial pedía que se tomaran muestras de prácticamente todas las superficies pintadas y materiales sospechosos que puedan contener asbestos sin considerar el estado o la probabilidad de contacto o alteración. Este plan se basaba en la suposición de que la presencia de estos materiales de por sí, presentaba un riesgo inaceptable a los trabajadores; sin embargo, la estrategia no abordó el estado de los materiales ni las actividades llevadas a cabo en ellos, que son indicadores mucho más precisos de riesgos de exposición. Además, la estrategia no reconocía que los nuevos productos podrían contener los contaminantes de interés específicos o cómo abordar algún nuevo contaminante de interés que pudieran contener los nuevos productos.

Se desarrolló una propuesta de estrategia de manejo de exposición basada en riesgos impuestos por el trabajo con o cerca de estos materiales, utilizando diversos factores de exposición, no solo por su presencia en cualquiera de las instalaciones. Este enfoque de estrategia de manejo de exposición incluye estos pasos:

- Llevar a cabo encuestas y reuniones aleatorias con la gerencia en algunas plantas representativas para determinar los tipos de materiales presentes, su estado y las actividades que podrían afectar los materiales.
- Analizar las guías regulatorias y la documentación científica para determinar cuándo se requiere tomar pruebas y qué actividades representan riesgo de exposición.
- Identificar los grupos de exposición similar (SEG, por sus siglas en inglés) y las actividades de exposición que puedan caracterizar la exposición.
- Desarrollar una estrategia para la recolección coordinada de un número limitado de muestras volumétricas y mediciones de exposición de higiene industrial que se puedan usar para cuantificar de manera precisa la exposición y los riesgos subsiguientes.
- Comunicar riesgos a los empleados mediante

Robert C. Adams, Maestro en Ciencias, Profesional Certificado en Seguridad Industrial, Higienista Industrial Certificado, es asesor principal en ENVIRON International Corp. Es miembro profesional de la rama de ASSE en Penn-Jersey y tiene más de 30 años de experiencia en materia de Seguridad, Salud y Ambiente. Ha gestionado una amplia variedad de proyectos, incluyendo evaluaciones de exposición de seguridad y salud; ha desarrollado programas de conformidad con OSHA; y ha desarrollado y proporcionado cursos de capacitación. Adams ha liderado o dirigido más de 1,000 auditorías de Seguridad, Salud y Ambiente en instalaciones industriales, obras de construcción y propiedades comerciales situadas en todo Norteamérica. Es académico adjunto en la Universidad St. Joseph, donde enseña cursos sobre higiene industrial.

Michael W. Holton, Profesional Certificado en Seguridad Industrial, Higienista Industrial Certificado, es asociado principal en ENVIRON International Corp. y tiene más de 7 años de experiencia en diversas áreas de Seguridad, Salud y Ambiente. Ha llevado a cabo numerosas evaluaciones de exposición ocupacional, auditorías de Seguridad, Salud y Ambiente e investigaciones sobre calidad ambiental interior en recintos, liderado entrenamiento en materia de Seguridad, Salud y Ambiente y brindado aporte en litigios. Holton ha trabajado en múltiples proyectos que implican exposiciones históricas a sustancias peligrosas en ambientes ocupacionales y ha liderado evaluaciones de exposición de higiene industrial en la industria minería, cerámica, industria de metales e industrias de empaques y medicina. Holton es miembro profesional de la rama de ASSE en Penn-Jersey.

programas de sensibilización continuos. Estos programas también abordan temas relacionados con la identificación y etiquetado de materiales de uso que presuntamente contengan contaminantes de interés.

De acuerdo con esta estrategia, la mayoría de los materiales que potencialmente contengan contaminantes de interés se supuso que efectivamente contenían estos contaminantes y estos se mantendrían en su lugar hasta el momento en que se tenga que entrar en contacto con ellos. Mantener los materiales en su lugar permite que el costo de remediación y de tomar muestras se prorrogue a través del tiempo sin aumentar los riesgos.

Métodos de Evaluación

Para ampliar una estrategia de muestras, se desarrolló un enfoque basado en la *Estrategia para Evaluar y Manejar Exposiciones Ocupacionales* de AIHA, así como otra documentación publicada (por ejemplo, Ahrens & Stewart, 2003; Ignacio & Bullock, 2006; Keil, Simmons & Anthony, 2009; Paustenbach, 2000; Viet, Stenzel, Rennix, et al., 2008). La Figura 1 da un resumen del proceso en general para manejar y evaluar exposiciones. Este proceso implica varios pasos:

•Recopilar la información disponible sobre posibles exposiciones, incluyendo el ambiente ocupacional específico; empleados que manipulan el material y su nivel de experiencia; la tarea que implica dicho material; el tiempo proyectado de exposición; y la ruta de exposición.

•Examinar las posibles exposiciones por similitudes de acuerdo a los factores ya mencionados y crear grupos de exposición similar (SEG).

•Clasificar la prioridad de los grupos de exposición similar (SEG) examinando las evaluaciones de exposición anteriores y recopilando información de organizaciones afines que hayan realizado monitoreo. Esta información se puede usar para determinar la necesidad de futuras evaluaciones de exposición, completar la falta de datos y evaluar las exposiciones de actividades menos frecuentes.

•Efectuar estratégicamente las evaluaciones de exposición donde se determine que existe un potencial de exposición, que los datos son insuficientes o ya no son aplicables.

•Agrupar los resultados en tres categorías básicas: 1) exposición aceptable; 2) incierta; y 3) exposición inaceptable. Las exposiciones aceptables no requieren acción adicional sino hasta que los procesos cambien significativamente; sin embargo, estas exposiciones deben ser revisadas periódicamente para detectar cualquier variación desde la evaluación inicial.

Las exposiciones inaceptables requieren implementación de control; el tipo de control varía basándose en la frecuencia y naturaleza de las tareas. Las exposiciones inciertas requieren la recopilación de información adicional, como la información sobre la tarea o el comportamiento del material durante la tarea, para determinar la exposición.

•Documente y distribuya la información en un formato accesible a los empleados afectados.

•Repetir el procedimiento para todas las nuevas actividades de exposición, así como aquellos procesos que experimentan un cambio significativo en la naturaleza. La estrategia de evaluación de la exposición es un camino interminable que continúa para permitir una mejor comprensión de la exposición y una implementación de control más eficaz en general.

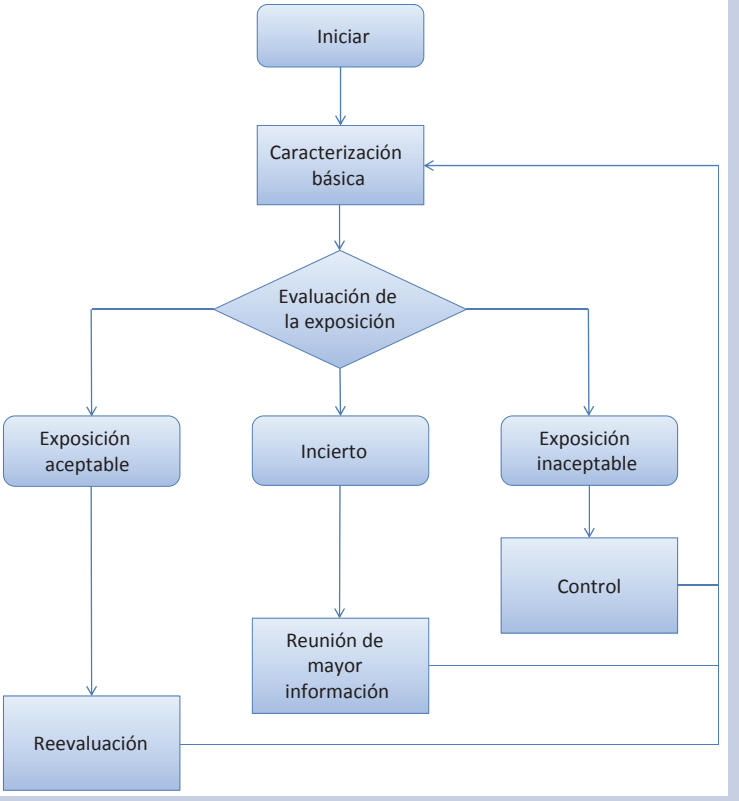
Con el objeto de recopilar la información necesaria para desarrollar la estrategia de evaluación de exposición, se visitó una muestra (aproximadamente el 50%) de las plantas de tratamiento de aguas residuales de la entidad. Se entrevistó a personal representativo de diversos niveles y cargos acerca de las actividades laborales; con qué frecuencia efectuaban actividades con la posibilidad de encontrarse con materiales que tuvieran contaminantes de interés; y qué metodología utilizaron al realizar este trabajo. También se revisó la documentación existente de la entidad, incluyendo los procedimientos estándar de operación, documentos de reglas, resultados existentes de toma de muestras e informes de remediación.

Se identificaron dos grupos principales de exposición, ambos con potencial limitado de exposiciones ocupacional durante las tareas laborales típicas. El primer grupo incluía electricistas, maquinistas, trabajadores de tratamiento de aguas residuales y trabajadores de primera de tratamiento de aguas residuales con menor potencial de exposición. El segundo grupo no tuvo exposición, o bien, un potencial muy limitado; incluía especialistas en instrumentos, lubricadores, ingenieros e ingenieros de primera. Se consideró que los trabajadores de oficina y administrativos no tenían un potencial significativo de exposición a ninguno de los materiales que contenían contaminantes de interés.

Los resultados de la muestra existente y una revisión de la documentación disponible sobre la manipulación de materiales que contienen contaminantes de interés se utilizaron para caracterizar los niveles de exposición presuntamente asociados con las actividades laborales identificadas. Además, se identificaron y caracterizaron actividades para las situaciones que podrían enfrentar

Figura 1

Metodología general para evaluar exposiciones ocupacionales



Nota. *Adaptado de* A Strategy for Assessing y Managing ocupacionales exposiciones *(3rd ed.), por J. Ignacio y W. Bullock, 2006, Fairfax, VA: AIHA Press.*

los trabajadores en el futuro, pero que actualmente están prohibidas debido a las políticas internas o a los requisitos de entrenamiento y regulacion.

Resultados de la Evaluación

Asbestos

Se determinó que el asbesto esta potencialmente asociado con el equipo de plantas en forma de empaquetaduras, empaques, aislamiento de tuberías, aislamiento de alambres eléctricos, paneles eléctricos y otros materiales. Asbesto también puede estar presente en materiales de construcción tales como baldosas para piso, masilla de ventanas o muros, material de protección contra fuego y materiales de techado Se había encontrado previamente material que contiene asbestos (ACM, por sus siglas en inglés) oculto detrás de otros materiales tales como paredes y pisos en la planta de tratamientos. Las plantas tenían algunos expedientes de toma de muestras volumétricas de material que contiene asbestos; sin embargo, la administración y organización de los resultados no fue igual atreves de las instalaciones. Por otra parte, el mantenimiento de los expedientes no capturó las muestras recopiladas por contratistas externos ni otros organismos gubernamentales.

Y fuera de eso, los informes no contenían información de seguimiento que confirmara que se había eliminado el material que contiene asbestos. Generalmente, se informaba que los trabajadores y contratistas no alteraban intencionalmente ningún material sospechoso sin antes someterlo a pruebas y confirmar que no era material que contenía asbestos. Las normas locales requieren que cualquier persona que manipule material que contiene asbestos tenga el entrenamiento adecuado. Al momento de este trabajo, el organismo contrato a tres electricistas que tenían las credenciales correspondientes para manipular material que contenga asbestos; sin embargo, aquellos trabajadores informaron que no alteraron el material que contenía asbestos como parte de su trabajo, sino que estaban en la obra para proporcionar asistencia eléctrica durante la toma de muestras o remediación del material sospechoso que contenga asbestos asociado con el equipo eléctrico.

Si bien el material que contiene asbestos no fue alterado intencionalmente, muchos sitios indicaron que los trabajadores sin darse cuenta podían haber entrado en contacto con el material que contiene asbestos en forma de empaquetaduras durante el mantenimiento y reparación de equipos y tuberías. Además, inesperadamente se puede entrar en contacto con el material que contiene asbestos durante el mantenimiento preventivo y la reparación de sistemas eléctricos. Se informó que los operadores podrían abrir los gabinetes eléctricos e inspeccionar visualmente en busca de daños y cambiar fusibles. Durante este

Tabla 1

Exposiciones a asbestos asociadas con el retiro de empaquetaduras

Autor	Exposiciones informadas	Notas
Armada de EE. UU. (1978) * cita no publicada en Madl, et al.	Niveles medios informados que van desde < 0.05 a 0.13 f/cc. Margen informado de < 0.03 a 0.39 f/cc.	Muestras de duración simples. Tiempos de muestra no especificados. Trabajo efectuado abordo de una embarcación.
Cheng & McDermott (1991)	Margen informado de 0.11 a 1.4 f/cc.	Muestras de duración simples. Tiempos de muestra no especificados.
McKinnery & Moore (1991)	Niveles medios de 0.24 f/cc con un margen informado de 0.05 a 0.44 f/cc.	Muestras de duración simples. Tiempos de muestra no especificados.
Spence & Rocchi (1996)	Informado un nivel TWA máximo de 0.005 f/cc.	Exposiciones informadas como TWA de 8 horas. Se usó un método mojado no típico en EE. UU.
Spencer & Balzer (1998) * resumen de los tres estudios no publicados de Madl, et al.	Exposiciones de TWA informadas con un margen de < 0.045 a 0.008 f/cc.	Exposiciones informadas como TWA de 8 horas.
Longo, et al. (2002)	Informó una exposición media basada en las tareas de 21.8 f/cc con un margen de 9.3 a 31 f/cc. Exposiciones TWA informadas de 2.3 a 3.6 f/cc.	Informó de mediciones basadas en las tareas y en la exposición de TWA.
Boelter, et al. (2002)	Exposiciones de TWA medias informadas de 0.014 f/cc con un margen de 0.00 a 0.035 f/cc.	Exposiciones informadas como TWA de 8 horas.
Mangold (2006)	Exposiciones de TWA medias informadas de 0.03 f/cc con un margen de 0.01 a 0.08 f/cc.	Exposiciones informadas como TWA de 8 horas.

Tabla 2

Exposiciones de asbestos asociados con actividades de mantenimiento eléctrico

Actividad	Exposure level	Tipo de muestra	Referencia
Pelado de cables	Una detección a 0.11 f/cc, las muestras restantes estuvieron por debajo de los límites de detección; sin embargo, los límites de detección estuvieron por sobre el PEL.	Muestras de corto plazo (30 minutos)	Millette, 1999
Corte y pelado de cables	0.006 f/cc	Muestras de corto plazo, 2 horas	Maxim Engineers, 1990[a]
Corte y pelado de cables eléctricos	< 0.007 a 0.073 f/cc	Muestras TWA de 8 horas	Clayton, 1994 [a]
División de cables	< 0.011 a 0.073 f/cc	Muestras de corto plazo, 20 a 30 minutos	Soule & Masaitis, 1997 [a]
Nivel de exposición	0.0034 a 0.052 f/cc	Muestras TWA de 8 horas	Mlynarek, et al., 1996

Nota. *[a]Unpublished study. Los resultados son presentados en Williams, Phelka y Paustenbach, 2007.*

trabajo, no alterarían ningún material que contenga asbestos que pueda estar presente en los gabinetes eléctricos. Se sabe que los operadores pueden haber soplado el interior de los gabinetes eléctricos con aire comprimido, aspirado y/o limpiado el polvo acumulado.

Los electricistas pueden realizar labores más disruptivas dentro de los gabinetes eléctricos como el apretar contactos, sacar componentes, pelar y cortar alambre, así como el aspirar, limpiar o soplar los polvos acumulados. Al momento de esta evaluación, los electricistas no efectuaron actividades dentro de los gabinetes que pudieran involucrar materiales que contengan asbestos (Presunto Material que Contiene Asbestos, PACM) sin tomar muestras y remediación si fuese necesario.

La exposición a asbestos en el lugar de trabajo está regulada por OSHA (29 CFR 1910.1001 y 29 CFR 1926.1101). OSHA ha establecido un límite de exposición permisible (PEL) de 0.1 fibras por centímetro cúbico de aire (f/cc) y un límite de excursión de 1.0 f/cc sobre un período de 30 minutos. Tanto las normas de construcción como de la industria en general requieren la determinación inicial a la exposición para cualquier actividad con posible exposición a asbestos (OSHA, 1994a, b).

Las regulaciones de OSHA identifican clases específicas de actividades de trabajo y el nivel de entrenamiento requerido para efectuar estas actividades:

•Clase I: Las actividades que involucran el retiro de aislamiento de sistemas térmicos (TSI) y materiales de superficie que contengan asbestos y presuntos materiales de superficie que contenga asbestos.

•Clase II: Actividades que implican el retiro de materiales que no contengan aislamiento de sistemas térmicos o materiales de superficie.

•Clase III: Las actividades de reparación o mantenimiento donde existe la posibilidad de alguna alteración del aislamiento de sistemas térmicos o materiales de superficie.

•Clase IV: Las actividades que sean de mantenimiento o limpieza, donde pueda haber contacto con materiales que contengan asbestos o presuntos materiales que contenga asbestos, pero sin alteración, y actividades que involucren la limpieza de polvo, desperdicios o basura creada por las tres primeras clases.

Casi todas las actividades laborales identificadas en las plantas están entre la clase III o la clase IV.

OSHA exige que los propietarios de edificios o los empresarios identifiquen los materiales que contengan asbestos y/o los presuntos materiales que contenga asbestos instalados y que utilicen rótulos o letreros para alertar a los trabajadores de la presencia de estos materiales. El texto de las reglas 1910.1001 (j) (4) y 1926.1101 (k) (8) proporcionan requisitos específicos que todo propietario o empresario debe seguir para garantizar que los empleados que probablemente se vean expuestos se percaten de los letreros. Las regulaciones también requieren que el empresario garantice que los empleados que puedan ver la señalización o los rótulos en el transcurso de su trabajo entiendan su significado. La entidad ha abordado estos requisitos mediante entrenamiento anual sobre concientización de los peligros, y programas de rotulado y señalización.

Tabla 3

Niveles de exposición de TWA presuntos de 8 horas para tareas de construcción relacionadas con plomo

Margen de exposición		
> 50 a 500 µg/m³	> 500 a 2,500 µg/m³	> 2,500 µg/m³
• Demolición manual • Raspado manual seco • Lijado manual seco • Uso de pistolas de calor • Limpieza de herramientas eléctricas con sistemas de recolección de polvo • Pintado en aerosol usando pintura con plomo	• Uso de mortero que contenga plomo • Quemadura de plomo • Remoción de remaches • Limpieza de herramienta eléctrica sin sistemas de recolección de polvo • Labores de limpieza abrasiva a chorro de productos desechables secos • Movimiento y retiro de armarios a chorro con productos abrasivos	• Chorros abrasivos • Soldadura • Corte con soplete • Quemadura con soplete

Si bien los trabajadores no alterarían intencionalmente el material que contenga asbestos en su trabajo cotidiano, podrían alterar sin darse cuenta empaquetaduras que contenga material de asbestos durante las reparaciones, mantenimiento o casos de emergencia. Generalmente, las empaquetaduras no son accesibles hasta que una brida se rompe y se altere el material; por esta razón, las muestras volumétricas antes del reemplazo generalmente no son factibles. La Tabla 1 presenta exposiciones asociadas con el retiro del material de empaquetadura tal como lo explica el texto del documento de (Boelter, Crawford & Podraza, 2002; Cheng & McDermott, 1991; Longo, Egeland & Hatfield, 2002; Madl, Clark & Paustenbach, 2007; Mangold, Clark, Madl, et al., 2006; McKinnery & Moore, 1992; Spence & Rocchi, 1996).

La política actual de la entidad es que si los trabajadores encuentran empaquetaduras que anteriormente eran inaccesibles y que tras dejar expuesto el material se cree que contenga asbestos, deben detener el trabajo

Empaquetadura que posiblemente contiene asbestos que no sería accesible sino hasta abrir la brida de la tubería.

y esperar por el resultado de las pruebas antes de continuar con cualquier trabajo adicional. Al evaluar este escenario de exposición de corta duración, se tomaron en cuenta los límites de exposición relatados en el texto del documento, como también el período breve asociado con cualquier exposición cuando se abre una brida inicialmente; la evaluación indica que no es muy probable que ocurra una exposición por encima de los límites de la regulacion.

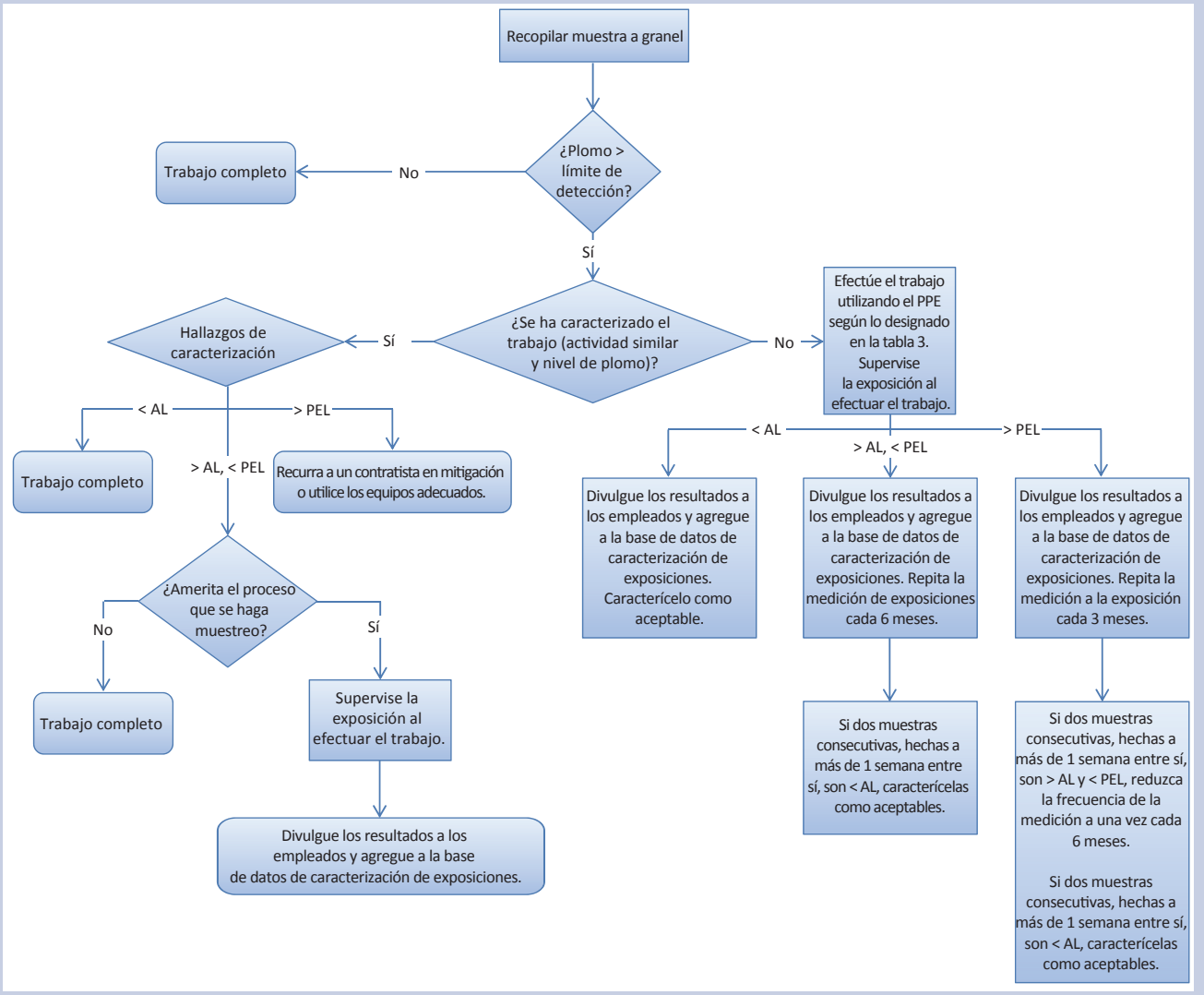
Algunos estudios limitados han examinado las exposiciones a asbestos durante actividades de mantenimiento eléctrico (Mlynarek, Corn & Blake, 1996; Millette & Mount, 1999; Williams, Phelka & Paustenbach, 2007). La Tabla 2 (p. 60) presenta los márgenes de exposición informados en estos estudios. Estos estudios indican que las exposiciones potenciales asociadas con el trabajo de reparación eléctrica están por debajo de los límites de exposición ocupacional de OSHA. Sin embargo, estos estudios eran limitados y no capturaban todas las actividades que los empleados de las plantas tradicionalmente hacen. Toda tarea futura requerirá un tipo de evaluación de exposición que será detallada más adelante.

Plomo

El plomo estaba potencialmente presente en la pintura, soldadura y equipos eléctricos. El material a base de plomo con mayor probabilidad de entrar en contacto con los empleados es la pintura que contiene plomo. Sin embargo, el equipo de evaluación no utilizó el término *pintura a base de plomo* (LBP) (la pintura u otros revestimientos de superficie que contengan una cantidad de plomo igual o superior a 1.0 miligramo por centímetro cuadrado o 0.5% por peso), ya que este término no representa un umbral significativo al analizar las exposiciones ocupacionales. OSHA ha publicado múltiples cartas de interpretación acerca de la toma de muestras volumétricas y a la baja correlación con la exposición ocupacional (por ejemplo,

Figura 2

Proceso de evaluación a la exposición de materiales que contienen plomo



Nota. *AL = límite de acción, 30 µg/m³; PEL = límite de exposición permisible, 50 µg/m³.*

Fairfax, 1999, 2000, 2008; Hillenbrand, 1981; McNully, 2003). La pintura que contiene plomo puede estar presente en componentes de construcción así como en equipos de plantas tales como tuberías, bombas, válvulas y tanques. Las plantas tenían algunos datos sobre la concentración de plomo en las pinturas obtenidas durante la toma de muestras volumétricas con una metodología no destructiva (fluorescencia de rayos X). Generalmente estos datos se recopilaron en relación con un proyecto de renovación o reparación, y la mayoría de las plantas indicaron que habían realizado pruebas a la pintura antes de la reparacion.

Se informó que algunas plantas recurrieron a pintores de puentes durante los meses de invierno. Aun cuando el plomo fue prohibido en las pinturas residenciales en 1978, la prohibición no rige para los usos no residenciales tales como las plantas de tratamiento de aguas residuales (National Cooperative Highway Research Program, 1997). Los niveles de plomo típicos en la pintura de puentes van de 10% al 50% de plomo por peso. Ni se confirmó ni se negó que los pintores usaran pinturas para puentes; sin embargo, dada la naturaleza de las estructuras que requerían revestimientos (por ejemplo, tuberías, torres), puede que estos revestimientos industriales sean similares a las pinturas de puentes y tal vez contengan plomo (National Cooperative Highway Research Program, 1997).

Las reglas de la planta permiten la aplicación de pinturas a base de plomo en áreas en las que no haya una alternativa factible; también permite que los empleados hagan cierto tipo de actividades de bajo riesgo por debajo del nivel de acción (AL) de exposición al plomo. Estas actividades incluían el repintado sin preparación de la superficie, reemplazo de paneles de ventanas, reparación de puertas, reparación de artefactos eléctricos, actividades que alteren menos de 2 pies cuadrados de pintura (excepto el raspado en seco) y el retiro de la pintura química con diluyentes de pintura con cloro sin metileno. La reglas también definen las pautas para las actividades de remediación de plomo efectuadas por contratistas externos. Las actividades típicas de alteración de pintura efectuadas por el personal de la planta incluyen orificios para montar el equipo; corte de tuberías; y la remoción de pernos en tuberías y equipos pintados.

Si se descubría que la pintura era a base de plomo, generalmente se reportaba y los trabajadores utilizaban un decapador químico o contactaban un contratista externo para quitar la pintura del área que fuese alterada. Sin embargo, un sitio indicó que no conocía de casos de pintura a base de plomo y que no hacían pruebas a la pintura ni tenían decapadores de sustancias químicas en el lugar. Este sitio también indicó que cortaba pernos con soplete, que podían estar revestidos con pintura, en ciertas ocasiones.

OSHA regula la exposición ocupacional al plomo en 29 CFR 1910.1025 y 1926.62. Esta regulación no da una guía sobre la recolección de toma de muestras volumétricas ya que estas no incluyen los umbrales de plomo contenido en cualquier tipo de material y este organismo ha identificado que no existe una correlación entre las concentraciones en el material de muestras volumétricas y las exposiciones ocupacionales. Por el contrario, se debe evaluar la actividad. OSHA ha establecido un límite permisible de exposición de 50 microgramos de plomo por metro cúbico de aire (µg/m^3) y un AL de 30 µg/m^3. Ambas normas requieren que se efectúe una determinación de exposición inicial para cualquier actividad con potencial de exposición al plomo para determinar si las exposiciones están por encima del nivel de acción o el límite permisible de exposición. La norma de construcción define los niveles de exposición que se deben suponer para las actividades específicas hasta que tal tiempo como determinación de exposición inicial se haya cumplido (Tabla 3, p. 61) (OSHA, 1978a, b).

Basándose en la naturaleza de las tareas que los trabajadores puedan desempeñar, se propuso la determinación de una exposición inicial que involucrara la recolección en forma de higiene industrial de datos de exposición por parte de un grupo representativo de empleados. Sin embargo, para determinar si una actividad establecida podría involucrar exposición, primero se debiera tomar a cierto nivel muestras volumétricas de materiales para confirmar que podría haber plomo en el material de interés.

Si se encuentra plomo en cantidades detectables, se efectuaría una evaluación cuantitativa de la exposición si es que no se ha realizado una caracterización de la actividad en los 12 meses anteriores. Si la evaluación revela exposiciones por debajo del nivel de acción, no se requieren mayores medidas hasta que se produzca un cambio en el proceso laboral. Si los niveles de exposición son superiores al nivel de acción, pero inferiores al límite permisible de exposición, el control de exposición tiene que continuar cada 6 meses hasta que dos rondas consecutivas de muestras, separadas por más de 1 semana, muestren exposiciones inferiores al nivel de acción.

Para las exposiciones superiores al límite permisible de exposición, el control de exposición debe continuar cada 3 meses hasta que dos rondas consecutivas de muestras, separadas por más de 1 semana, revelen exposiciones inferiores al nivel de acción o al límite permisible de exposición. Si las mediciones de exposición son inferiores al límite permisible de exposición pero superiores al nivel de acción, la frecuencia de supervisión se reduce a una vez cada 6 meses; si las mediciones son inferiores al nivel acción, no se requiere ninguna otra medida hasta que el proceso laboral cambie. La Figura 2 proporciona un resumen del proceso de determinación de la exposición.

Se han informado en múltiples fuentes los niveles de exposición asociados con diversas actividades de pintura a base de plomo. Además, OSHA proporciona suposiciones

Tubería con pintura que contiene plomo retirada para facilitar el corte con soplete.

de exposición predeterminadas para actividades específicas que se han de usar hasta que se haya establecido una evaluación de la exposición; estas se resumen en la Tabla 3 (p. 61). La Tabla 4 proporciona un resumen del reporte de los niveles de exposición asociadas con el trabajo que pueden efectuar los empleados o contratistas que operan en plantas (National Cooperative Highway Research Program, 1997; NIOSH, 1997). Observe que los valores presentados asumen que las actividades laborales se producen por un día completo de 8 horas; las tareas son generalmente pequeñas en escala y breves en duración, y dan como resultado exposiciones medias inferiores en tiempo que aquellas presentados en la tabla.

Mercurio

Los materiales que contienen mercurio en las plantas pueden incluir pintura, interruptores de presión, termostatos, termómetros, bombillas fluorescentes y flotadores. Las plantas tenían un inventario de todos los interruptores de presión, termostatos, termómetros y flotadores que contenían mercurio. Sin embargo, no había informes sobre rastros de mercurio en la pintura, pero esta fue analizada antes de cualquier alteración similar al procedimiento que se sigue en el caso del plomo. La política estándar era manipular los materiales que contienen mercurio que no fuera pintura como residuos normales.

Era improbable que los empleados de la planta alteraran los materiales que contienen mercurio de cualquier manera significativa. Se probó la pintura en busca de contenido de mercurio antes de una alteración; si se detectaba mercurio, se solicitarían los servicios de un contratista externo. Los dispositivos que contenían mercurio tales como bombillas e interruptores no representan una exposición potencial durante la manipulación normal. Se informó que si se rompía un dispositivo que contiene mercurio, el área se cerraba con barricadas, se llamaba a un contratista externo y se iniciaba el monitoreo en busca de vapores de mercurio.

OSHA regula la exposición al mercurio según 29 CFR 1910.1000, Tabla Z2. OSHA ha establecido un límite permisible de exposición de 0.01 mg/m^3 para el mercurio. La norma requiere que se lleve a cabo una determinación de exposición inicial para cualquier actividad con posible exposición al mercurio para determinar si las exposiciones exceden el límite permisible de exposición (OSHA, 2006). Basándose en las actividades efectuadas por el personal de la planta, el equipo no descubrió razón alguna para creer que los empleados estarían expuestos a mercurio sobre el límite permisible de exposición.

Biofeniles policlorados

Hay posibilidades de presencia de Biofeniles policlorados en la pintura, aceite de transformadores, reactores de luz, hormigón y masilla. Antes de 1978, los Biofeniles policlorados se utilizaban frecuentemente en pinturas y masillas y otros materiales sellantes elásticos por sus propiedades plastificantes. Cuando había Biofeniles policlorados presentes en aceite de transformadores, estos fueron etiquetados correspondientemente. La entidad analizo la pintura por Biofeniles policlorados y metales (incluyendo plomo y mercurio) en cualquier momento que se fuera a alterar la pintura. Ninguna de las instalaciones evaluadas indicó que hubiesen generalmente realizado muestras de masilla en busca de Biofeniles policlorados, aunque algunas tenían conocimiento de que había asbestos presentes en la masilla de las ventanas. Los Biofeniles policlorados han sido descubiertos en concreto contaminado en algunas plantas.

Los Biofeniles policlorados están regulados por la EPA al amparo de la Ley de Control de Sustancias Tóxicas (Toxic Substances Control Act), aunque el organismo no tiene requisitos reglamentarios para la toma de muestras volumétricas de pintura y masilla. Si seanaliza la masilla y tiene un contenido de Biofeniles policlorados > 50 ppm, se considera uso no autorizado y se debe eliminar y descontaminar. No está claro si la pintura "en uso" requiere la eliminación inmediata (EPA, 1999). La reglamentación de los materiales que contienen Biofeniles policlorados es un problema emergente, y los gobiernos locales y estatales al igual que el gobierno federal están enfrentando la presión de regularlos cuando se encuentren en materiales de construcción. Recientemente, Nueva York instituyó un plan para eliminar los reactores de luz que contuvieran Biofeniles policlorados de las escuelas públicas (Navarro, 2011).

OSHA (2006) no tiene una norma específica para Biofeniles policlorados, pero el organismo sí tiene un límite permisible de exposición para el Cloro difenil (Biofeniles policlorados con 42% de cloro) de 1 mg/m^3 (1,000 µg/m^3) y Cloro difenil (Biofeniles policlorados con 54% de cloro) de 0.5 mg/m^3 (500 µg/m^3) en CFR 1910.1000, Tabla Z1. OSHA también publicó una carta de interpretación, citando la cláusula de deberes generales, estableciendo que la exposición a otros congéneres de Biofeniles policlorados se debe abordar de manera coherente con los límites permisibles de exposición existentes. Un congénere de los Biofeniles policlorados es cualquier compuesto químico individual, exclusivo y bien definido en la categoría de Biofeniles policlorados basado en el número de sustituyentes del cloro y la posición de cada cloro. Los valores límite de umbral (TLV) de la Conferencia Estadounidense de Higienistas Gubernamentales Industriales (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) para la exposición a Biofeniles policlorados son idénticos a los límites permisibles de exposición de OSHA.

No habían resultados de análisis de higiene industrial existentes de Biofeniles policlorados específicos en ninguna de las plantas de tratamiento. Las exposiciones asociadas con la presencia de Biofeniles policlorados en los materiales de construcción son un problema emergente y hay datos limitados acerca de las posibles exposiciones en la documentación científica.

En algunos estudios se ha medido el potencial para la exposición asociado con la masilla que contiene Biofeniles policlorados. La mayoría de estos estudios prestó atención a los biomarcadores de las exposiciones, pero unos cuantos midieron la concentración de Biofeniles policlorados en el aire. Estos estudios informaron que las concentraciones de aire que iban de 111 a 393 ng/m^3 (0.111 a 0.393 µg/m^3) asociadas con la presencia de masilla que contiene Biofeniles policlorados (parte de la cual se secó y agrietó), y hasta 120 µg/m^3 asociadas con el retiro de masilla (Herrick, McClean, Meeker, et al., 2004; Kontsas, Pekari, Riala, et al., 2004; Sundahl, Sikander, Ek-Olausson, et al., 1999). Los resultados de estos estudios indican que la presencia y retiro de masilla probablemente no se traducirían en exposiciones superiores a los límites permisibles de exposición o a los valores límite de umbral; sin embargo, basándose en los datos limitados, se recomendó que las muestras se recopilaran como mínimo durante las actividades de eliminación para caracterizar mejor el margen de exposiciones proyectadas.

El equipo no pudo identificar mediciones de exposición de los ocupantes de los edificios con pintura que contuviera Biofeniles policlorados ni entre los trabajadores que quitaron la pintura que contenía Biofeniles policlorados. El Ministerio de Salud de los Estados Unidos (Department of Health 2010) ha utilizado un modelo de emisiones para calcular las concentraciones de Biofeniles policlorados en el aire asociadas con pintura que contiene Biofeniles policlorados y desechos de pintura en el exterior de un edificio. Este modelo generalmente no es aplicable a los entornos bajo techo u ocupacionales; sin embargo,

sugiere que las exposiciones estarían por debajo de los límites permisibles de exposición.

Generalmente se reconoce que la manipulación estándar de los reactores de luz con Biofeniles policlorados y la presencia de contaminación de Biofeniles policlorados en el aceite de los transformadores no presenta un peligro de exposición significativo. NIOSH (2009) efectuó un análisis de los peligros de salud en una escuela con reactores de luz quemados que contienen Biofeniles policlorados y no encontró ninguna exposición inaceptable.

Análisis

Si bien los materiales del lugar tienen cierto potencial de exposición durante una alteración, generalmente no provocaron (ni se proyectaba que lo hicieran) exposiciones significativas cuando no fueron alterados; es decir, la mera presencia de estos materiales no generará exposiciones ocupacionales de preocupación para los trabajadores u ocupantes. La toma de muestras volumétricas a gran escala y el sondeo de materiales en busca de contaminantes eran extremadamente costosos y era una estrategia dudosa para reducir cualquier riesgo mínimo de exposición. Dependiendo de los requisitos regulatorios locales de manipulación y las regulaciones sobre eliminación de desechos para materiales específicos, se descubrió que las muestras volumétricas de amplia gama no se justificaban.

Si bien el análisis indica que la toma generalizada de muestras volumétricas de materiales es innecesario para estimar y comprender los riesgos, un empresario aún debe comunicar todos los riesgos a los empleados en conformidad con los requisitos reglamentarios y las mejores prácticas de gestión, las cuales la entidad realizó a través de una campaña anual de entrenamiento y concientización, y programas de etiquetado y señalización.

En general, una estrategia que utiliza una combinación de muestras volumétricas objetivas y un control de exposición con tareas predeterminadas, es el método más eficaz de reducir riesgos para los trabajadores.

Asbestos

El material intacto que contiene asbestos no presenta peligro de exposición hasta el momento en que se altere intencionalmente, se degrade o dañe, o que sea sujeto a condiciones que pudieran llevar a la liberación de fibras. Se formularon las siguientes recomendaciones para evaluar y documentar posibles exposiciones a material intacto que contiene asbestos:

• Material que Contiene Asbestos y Presunto Material que Contiene Asbestos se deben etiquetar debidamente para que los empleados los puedan identificar con facilidad. Los materiales sospechosos se deben evaluar visualmente de manera regular para garantizar que no haya daños ni degradación, en conformidad con las prácticas de gestión en el lugar recomendadas por EPA.

Pintura con plomo

•EPA de EE. UU. ha definido la pintura a base de plomo como todo revestimiento que contenga más de 0.5% o 1 mg/cm^2 de plomo.

•EPA La Comisión de Seguridad de Productos de Consumo (Consumer Product Safety Commission) ha definido la pintura a base de plomo como todo revestimiento que contenga más de 0.06% plomo por peso.

•OSHA ha establecido que la presencia de plomo en pintura en cualquier concentración, incluso aquellas inferiores a 0.06%, pueden representar riesgos de exposición bajo condiciones laborales específicas.

Tabla 4

Exposiciones informadas asociadas con actividades de retiro de pintura a base de plomo

Actividad	Margen de exposición (µg/m^3) Típico (medio)	Máximo
Chorro abrasivo abierto	17,300	59,000
Chorro contenido	25,700	59,000
Soldadura/corte/quemadura	600	28,000
Raspado a mano	45	167
Decapamiento con sustancias químicas	11	476
Uso de herramientas eléctricas	735	20,066
Movimiento de armarios	500	2,100
Rehabilitaciones varias	45	41,000

•Los materiales que han sido analizados y confirmados de no tener asbestos se deben etiquetar como Material que No Contiene Asbestos y catalogar en una base de datos que indique que fueron analizados con resultado negativo. Además, se debe desarrollar un sistema de etiquetado o alguna otra manera de identificar dónde se ha instalado material nuevo que no contiene asbestos en un sistema. Tales sistemas se deben mantener y actualizar constantemente para garantizar que la información sea actual y útil para quienes toman decisiones y para los trabajadores.

•Si bien los empleados no alteran intencionalmente ningún Material que Contiene Asbestos, y si tal trabajo tuviera que iniciarse, se recomendó que se realizara una evaluación de la exposición para cada combinación de material/actividad a fin de determinar el nivel de protección requerido o la necesidad de asistencia de un contratista externo.

Plomo

Los materiales intactos que contengan plomo no presentan peligro de exposición hasta el momento en que sean alterados. En ausencia de información que indique lo contrario, se debe presumir que los revestimientos intactos contienen plomo y se deben procesar en el lugar hasta el momento en que se alteren. Se deben considerar las siguientes recomendaciones para abordar y documentar posibles exposiciones a los materiales que contienen plomo:

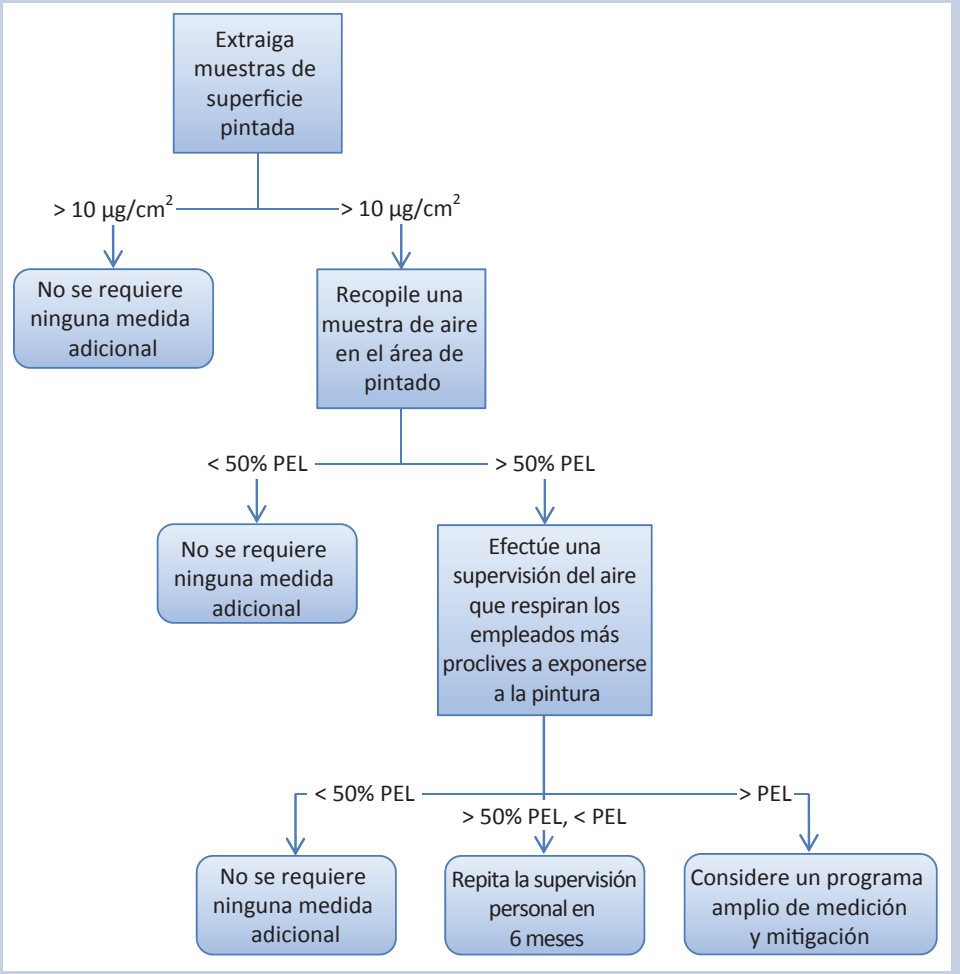
•La pintura que esté descascarándose, pelándose, o agrietándose presenta un potencial mínimo de exposición si es que no se produce algún fenómeno que pudiera generar polvo (por ejemplo, la erosión del viento, vibración, fricción). Para las áreas con pintura dañada y posible generación de polvo, se recomendó que la pintura fuera probada para determinar el contenido de plomo; si se determina que contiene plomo, se recomendó que se recopilaran muestras de aire de higiene industrial en el área o de empleados que trabajaran en la zona para establecer una exposición de referencia.

•Para cualquier actividad que implique la alteración de pintura que se sepa contiene plomo, se deben establecer determinaciones de exposición inicial coherentes con las normas de plomo de OSHA. Estas determinaciones se deben almacenar en una ubicación central y consultar para futuras actividades.

•Además, se debe requerir que las contratistas

Figura 3

Proceso de evaluación de la exposición para la pintura que contiene Biofeniles policlorados



proporcionen Fichas de Datos de Seguridad (o SDS en inglés) para todos los nuevos revestimientos aplicados a fin de garantizar que no se esté aplicando nuevo material que contenga plomo. No se debe usar nueva pintura a base de plomo a menos que no haya alternativa factible.

Mercurio

El mercurio contenido en dispositivos o en pintura no dañada no representa peligro de exposición hasta que se rompa la contención o la pintura se altere intencionalmente, se degrade o se dañe. Se deben considerar las siguientes recomendaciones para controlar y documentar las posibles exposiciones a los materiales que contienen mercurio:

- Los materiales que se analicen y confirmen que no contienen mercurio se deben catalogar en la base de datos como muestras con resultados negativo.
- La pintura dañada que contenga mercurio presenta un peligro de exposición mínimo, pero se debe supervisar en el lugar, tal como se recomienda para el caso de las pinturas que contienen plomo.
- Hasta el momento en que se eliminen los dispositivos que contienen mercurio del lugar de trabajo, los empleados deben recibir entrenamiento cada año (como mínimo) sobre el procedimiento a seguir ante derrames de mercurio.

Biofeniles policlorados

En base a la falta de datos fiables, se recomendó realizar un proceso de medición de exposición para determinar la posible exposición asociada con la presencia de pinturas que contienen Biofeniles policlorados. El enfoque recomendado sería recopilar muestras de frotamiento con paños. EPA (1999) ha establecido que si los Biofeniles policlorados no haya llegado significativamente a la superficie de la pintura se supone que no estarán presentes en el aire. La metodología analítica para las muestras de frotamiento con paño se puede encontrar en 40 CFR Parte 721 desde hasta 10 ubicaciones en cada planta en que haya pintura deteriorada presente.

Si los resultados indican la presencia de Biofeniles policlorados por encima de 10 µg/100 cm², la muestra de aire de supervisión de exposición del área se recopilarían para fines de comparación con las normas de exposición ocupacionales. Las muestras de aire se deben recopilar en conformidad con el método 5503 de NIOSH. Si los resultados de muestra indican exposiciones superiores al límite permisible de exposición, entonces se debe tomar muestras de exposición personal.

Si las muestras personales están por sobre el límite permisible de exposición, se debe considerar un sondeo y programa de eliminación más amplios. La Figura 3 presenta el proceso de estimación de exposiciones asociadas con la presencia de pinturas que contienen Biofeniles policlorados.

Se cree que las exposiciones en áreas con pintura deteriorada no sobrepasan las guías de exposición; sin embargo, basándose en la falta de datos cuantitativos sobre la exposición, la acción prudente es medir la exposición antes de decidir una acción adecuada.

La documentación existente no indica que la presencia de masilla que contiene Biofeniles policlorados, incluso cuando esté en una condición deteriorada, lleve a concentraciones aéreas por encima del límite de exposición ocupacional. Cada vez que se elimine la pintura o la masilla, se deben hacer pruebas en busca de la presencia de Biofeniles policlorados. Si bien no hay un cuerpo reglamentario para la toma de muestras volumétricas de Biofeniles policlorados, el uso de prácticas laborales que generen polvo podrían provocar la exposición a los empleados.

El potencial de exposición asociado con materiales contaminados con Biofeniles policlorados debido a los derrames históricos se debe evaluar caso por caso. La envergadura del derrame, la probabilidad de contacto y las actividades que ocurren en o en los alrededores del material se deben tomar en cuenta al considerar las posibles exposiciones.

Conclusión

Basándose en este proceso de evaluación, se determinó que los posibles riesgos asociados con materiales en el lugar de trabajo que contengan asbestos, plomo, mercurio y Biofeniles policlorados presentaban un pequeño riesgo para los ocupantes y trabajadores cuando no eran alterados. La toma de muestras volumétricas a gran escala de tales materiales representa una pequeña reducción de riesgos. En cambio, el método más eficaz de manejar estos materiales sería un protocolo de gestión en el lugar de trabajo que implicaría una toma de muestras volumétricas y monitoreo de calidad de aire sólo cuando ocurran actividades que afecten a estos materiales. Si bien este puede no ser el método más eficaz para cada lugar de trabajo (tales como pequeños lugares individuales), este proceso de todos modos sería eficaz para controlar la exposición. Este proceso también resaltó las dificultades para seguir los resultados de muestras volumétricas y vincularlos con ubicaciones específicas en grandes entornos de trabajo de múltiples plantas. **PS**

Referencias

Ahrens, W. & Stewart, P. (2003). Retrospective exposure assessment. In M. Nieuwenhuijs (Ed.), *Exposure assessment in occupational and environmental epidemiology* (pp. 103-113). New York, NY: Oxford University Press.

Boelter, F.W., Crawford, G.N. & Podraza, D.M. (2002). Airborne fiber exposure assessment of dry asbestos-containing gaskets and packings found in intact industrial and maritime fittings. *AIHA Journal, 63*, 732-740.

Cheng, R.T. & McDermott, H.J. (1991). Exposure to asbestos from asbestos gaskets. *Applied Occupational and Environmental Hygiene, 6*, 588-591.

EPA. (1999). Use authorization for, and distribution in commerce of, non-liquid polychlorinated biphenyls; notice of availability; partial reopening of comment period (40 CFR Part 761). Washington, DC: Autor.

Fairfax, R. (1999). Letter of interpretation. Washington, DC: U.S. Department of Labor (DOL), OSHA.

Fairfax, R. (2000). Letter of interpretation. Washington, DC: U.S. DOL, OSHA.

Fairfax, R. (2008). Letter of interpretation. Washington, DC: U.S. DOL, OSHA.

Herrick, R.F., McClean, M.D., Meeker, J.D., et al. (2004). An unrecognized source of PCB exposure in school and other buildings. *Environmental Health Perspectives*, *112*(10), 1051-1053.

Hillenbrand, B. (1981). Letter of interpretation. Washington, DC: U.S. DOL, OSHA.

Ignacio, J. & Bullock, W. (2006). *A strategy for assessing and managing occupational exposures* (3rd ed.). Fairfax, VA: AIHA Press.

Keil, C., Simmons, C. & Anthony, T. (2009). *Mathematical models for estimating occupational exposures to chemicals* (2nd ed.). Fairfax, VA: AIHA Press.

Kontsas, H., Pekari, K., Riala, R., et. al. (2004). Worker exposure to polychlorinated biphenyls in elastic polysulphide sealant renovation. *Annals of Occupational Hygiene, 48*(1), 51-55.

Longo, W.E., Egeland, W.B., Hatfield, R.L., et al. (2002). Fiber release during the removal of asbestos-containing gaskets: A work practice simulation. *Applied Occupational and Environmental Hygiene, 17*, 55-62.

Madl, A.K., Clark, K. & Paustenbach, D.J. (2007). Exposure to airborne asbestos during removal and installation of gaskets and packings: A review of published and unpublished studies. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B Critical Reviews, 10*, 259-286.

Mangold, C., Clark, K., Madl, A., et al. (2006). An exposure study of bystanders and workers during the installation and removal of asbestos gaskets and packing. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene, 3* (8), 87-98.

McKinnery, W.N. & Moore, R.W. (1992). Evaluation of airborne asbestos fiber levels during removal and installation of valve gaskets and packing. *AIHA Journal, 53*, 531-532.

McNully, R. (2003). Letter of interpretation. Washington, DC: U.S. DOL, OSHA.

Millette, J. & Mount, M. (1999). Microscopical studies of asbestos fiber release during cutting and stripping of wire cables. *Microscope, 47*, 159-161.

Mlynarek, S., Corn, M. & Blake, C. (1996). Asbestos exposure of building maintenance personnel. *Regulatory Toxicology and Pharmacology, 23*, 213-224.

National Cooperative Highway Research Program. (1997). Lead-based paint removal for steel highway bridges. Washington, DC: Autor.

Navarro, M. (2011, Feb. 3). City to replace school lighting tainted by PCBs. *New York Times.*

NIOSH. (1997). Protecting workers exposed to lead-based paint hazards. Washington, DC: U.S. Department of Health and Human Services (DHHS), CDC, Author.

NIOSH. (2009). HETA 2008-0176: Heath Hazard Evaluation, New York Schools. Washington, DC: U.S. DHHS, CDC, autor.

OSHA. (1978a). Occupational exposure to lead (29 CFR 1910.1025). Washington, DC: U.S. DOL, autor.

OSHA. (1978b). Occupational exposure to lead (29 CFR 1926.62). Washington, DC: U.S. DOL, autor.

OSHA. (1994a). Occupational exposure to asbestos (29 CFR 1910.1001). Washington, DC: U.S. DOL, autor.

OSHA. (1994b). Occupational exposure to asbestos (29 CFR 1926.1101). Washington, DC: U.S. DOL, autor.

OSHA. (2006). Limits of air contaminants (Table Z2, 29 CFR 1910.1000). Washington, DC: U.S. DOL autor.

Paustenbach, D.J. (2000). The practice of exposure assessment: A state-of-the-art review. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B Critical Reviews, 3*, 179-291.

Spence, S.K. & Rocchi, P.S. (1996). Exposure to asbestos fibres during gasket removal. *Annals of Occupational Hygiene, 40*, 583-588.

Sundahl, M., Sikander, E., Ek-Olausson, B., et al. (1999). Determinations of PCB within a project to develop cleanup methods for PCB-containing elastic sealant used in outdoor joints between concrete blocks in buildings. *Journal of Environmental Monitoring, 1*, 383-387.

Viet, S., Stenzel, M., Rennix, C., et al. (2008). *Guideline on occupational exposure reconstruction.* Fairfax, VA: AIHA Press.

Washington State Department of Health. (2010). Letter of health consultation: Rainier Commons LLC PCB paint contamination. Olympia, WA: Autor.

Williams, P.R., Phelka, A.D. & Paustenbach, D.J. (2007). A review of historical exposures to asbestos among skilled craftsmen (1940-2006). *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B Critical Reviews, 10*, 319-377.

Debido a la naturaleza técnica de la información presentada en estos artículos, puede que haya imprecisiones en las traducciones del inglés. ASSE no garantiza estas traducciones y se desliga de las responsabilidades e implicancias legales, incluyendo daños reales o consecuentes causados por posibles traducciones inexactas.