

# Cleanliness— key to low blood lead levels

## Plomo: La limpieza es la clave para mantener bajos niveles en sangre

Mientras el gobierno chino toma medidas energéticas sobre la contaminación por plomo de los trabajadores en las fábricas de baterías, y el OSHA de California considera qué tan bajo establecer su nuevo límite de plomo en sangre, el especialista Dan Askin, de ESCA Tech, regresa a lo básico, en esta revisión de la práctica actual, acerca de cómo asegurar que los niveles de plomo en sangre de los empleados permanezcan bajos.

A la luz de los actuales cierres de fábricas de baterías en China, y las revisiones anticipadas del Estándar de Plomo CalOSHA, la importancia de la higiene industrial se ha vuelto más aparente que nunca. En todo el mundo y a nivel local, he atestiguado el gasto de cientos de miles de dólares de las fábricas en costosos sistemas de purificación de aire y en equipos de tratamiento de agua, sólo para ver cómo esas mismas fábricas pasan por alto la importancia de algunos de los componentes menos costosos de un programa de control de plomo en sangre.

En las siguientes páginas, plantearé cómo un programa simple, aunque metódico, puede detener el hecho de que el polvo de plomo que se crea en el proceso

de fabricación contamine a los trabajadores, a sus familias y a los residentes de la comunidad en los alrededores de la instalación.

La mayoría de los países tienen regulaciones de salud y seguridad que gobiernan el control de la exposición al plomo de los trabajadores. Dada la complejidad de este tema, este artículo no pretende ser una guía para el cumplimiento de todas esas regulaciones. El objetivo es proporcionar una revisión de los aspectos relevantes de un programa de control de plomo en sangre, y estimular la discusión del tema así como, con suerte, promover mejoras en un programa de control de plomo en sangre de su fábrica.

Antes de entrar en el programa actual, será útil tener en primer lugar una mejor comprensión de cómo entra el plomo en el cuerpo.

- Usted puede inhalarlo
- Puede comerlo
- Puede absorberlo a través de la piel.

**Inhalación:** Los pulmones están muy bien diseñados para tomar el oxígeno del aire y llevarlo al torrente sanguíneo. También son efectivos para remover el plomo del aire e introducirlo al torrente sanguíneo.

La eficiencia del polvo de plomo que se inhala depende del tamaño de las partículas. Las partículas respirables entre aproximadamente 0.01 y 10 micrones son recolectadas de manera eficiente en los pulmones, donde permanecen hasta que son absorbidas por completo en el torrente sanguíneo. Toma alrededor de un día y medio a tres días que una partícula de plomo se mueva por completo desde los pulmones hacia la sangre.

Las partículas más grandes, por lo general con un tamaño de 10 micrones o más, son principalmente eliminadas por el vello nasal y los cilios (los cilios son pequeñas vellosidades que recubren la garganta). Este es uno de los mecanismos del cuerpo para evacuar del cuerpo el polvo y la suciedad inhalados. Desafortunadamente, lo que ocurre es que mucho de este material terminará siendo tragado, lo que proporciona al plomo una nueva oportunidad de ser absorbido.

#### Ingestión:

Cuando el plomo es tragado, una parte del mismo será absorbida en los intestinos en su trayecto. Qué tanto se absorbe, depende de la solubilidad del plomo en los jugos gástricos, y de cuánto tiempo ha transcurrido desde la última comida de la persona.

Cuando un trabajador llega a trabajar sin haber comido antes, el cuerpo absorberá más plomo del que ingiere el trabajador que ha comido bien antes. Cuando el plomo no es diluido por la comida, tiene más contacto con las paredes del intestino, donde es absorbido más rápidamente y más a fondo.

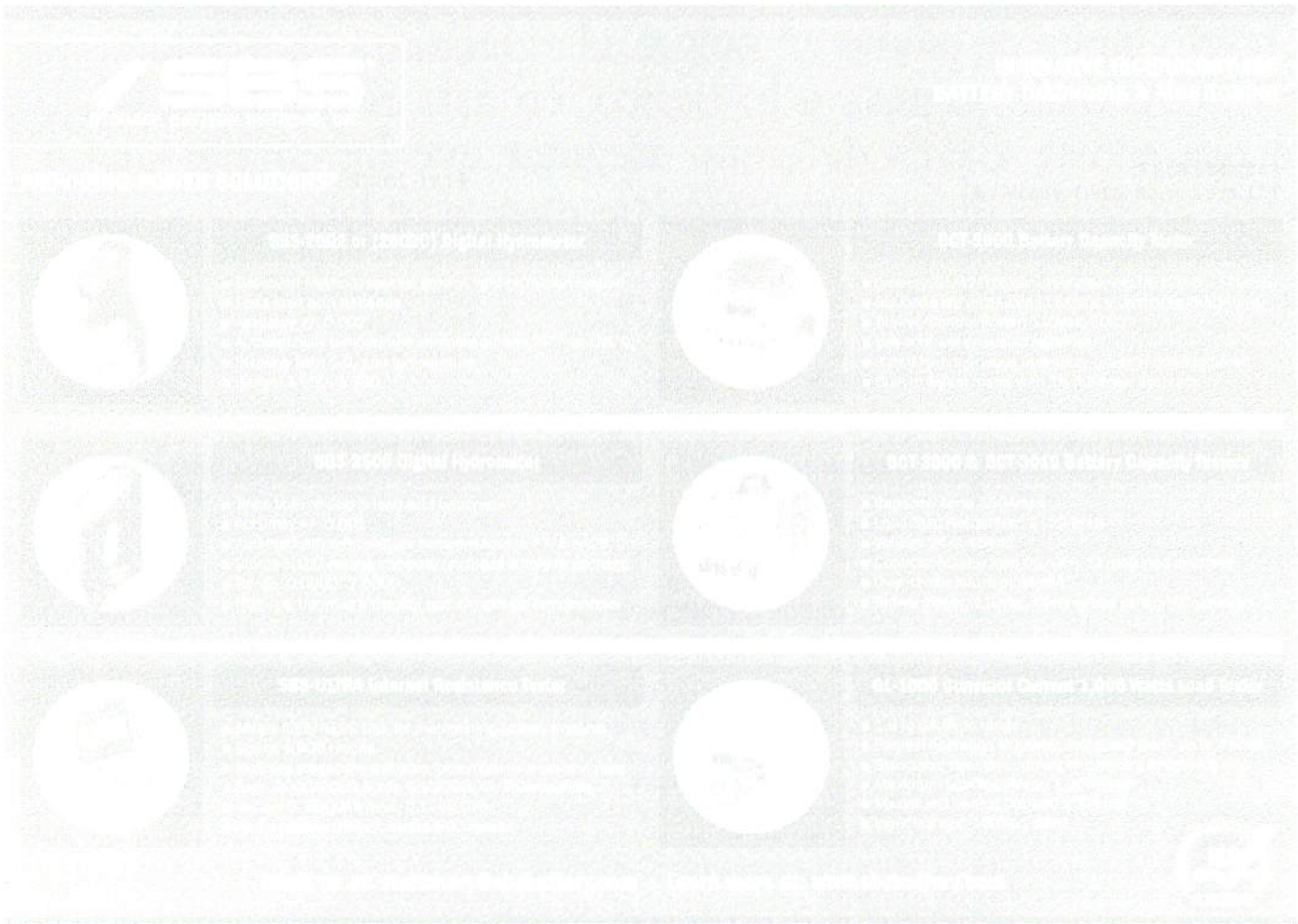
El plomo que se encuentra sobre la piel puede ser tanto ingerido como inhalado. Si limpio mi nariz con plomo en mis dedos, inhalaré un poco y tragaré otro poco. Cuando agarro mi respirador y lo retiro de mi rostro, lo que estoy haciendo es crear un vacío en el mismo instante en que rompo el sello facial. El plomo de los bordes sucios de la máscara es entonces aspirado directamente al interior de mi boca, y luego inhalado o tragado. Al cometer este simple error, puedo tener la mayor parte de mi dosis diaria muy rápidamente. Así que uno debería exhalar siempre, cuando se remueve un respirador.

La dieta tiene un enorme efecto en la eficiencia de la absorción del plomo. Una dieta alta en fibra y en calcio ayuda a reducir la cantidad de plomo que se absorbe. Cuando usted tiene el calcio adecuado en su dieta, la cantidad de plomo que puede absorber en realidad su cuerpo es significativamente menor. Con objeto de tomar el calcio de manera eficiente y ponerlo a trabajar, usted necesita la vitamina D. Existe una fuerte evidencia de que los suplementos de calcio

y vitamina D son benéficos. Todos los minerales nutrientes principales también interfieren con la absorción del plomo ingerido.

La toxicidad del plomo se debe al hecho de que el cuerpo no puede diferenciar entre el plomo y el calcio. El calcio tiene muchos usos en el cuerpo, incluyendo la construcción de huesos y dientes, así como reacciones bioquímicas críticas a nivel celular. Cuando hay mucho plomo presente, este puede interferir con todas las funciones importantes que el calcio realiza en el cuerpo, o interrumpirlas. Esto ocurre porque el cuerpo puede sustituir de forma aleatoria el plomo por el calcio, siempre que hay plomo disponible.

Las frutas y las fibras vegetales ayudan mucho a reducir la absorción del plomo que se ingiere. Nunca puede insistirse demasiado en la importancia de una dieta saludable. También hemos aprendido que es benéfico enseñar nutrición a nuestros trabajadores. Es sorprendente la cantidad de personas que nunca aprendieron cómo mantener una dieta saludable.



**Absorción cutánea:** La cantidad de plomo que puede ser absorbida al través de la piel es significativamente menor que la que puede absorberse por inhalación o ingestión. El plomo sobre la piel puede ser inhalado o ingerido por el trabajador en cualquier momento, de día o de noche, y también puede ser transferido a otros.

Si observa usted la estructura de la piel, hay una capa de células cutáneas muertas en el exterior, que sirve como barrera entre el interior del cuerpo y el mundo exterior. Estas células cutáneas muertas son secas y tienen un área de superficie muy grande. Esto tiene como resultado una capacidad en extremo alta de retener el polvo de plomo. Por debajo de esta capa, usted tiene la piel viva. Los conductos sudoríparos y los folículos pilosos inician en la piel viva y penetran la capa exterior de piel muerta. Los conductos sudoríparos y los folículos pilosos proporcionan una vía para la entrada y salida del plomo en el cuerpo. Además del polvo de plomo que se acumula sobre la superficie de la piel, su cuerpo excreta de

forma continua el plomo sobre la piel, al través del sudor.

El plomo no se absorbe de forma eficiente al través de la piel, a menos que la piel esté dañada; la forma de plomo presente es soluble en agua, o se combina con cualquiera de los químicos que pueden empujar el plomo al interior de la piel. El sudor es ácido y puede disolver plomo adicional sobre la piel. Este plomo soluble en agua puede entonces ser absorbido a través de los conductos sudoríparos y los folículos pilosos. A menos que se lave cuidadosamente el plomo que se encuentra sobre la piel, este proporcionará una fuente continua de exposición a través de la inhalación, la ingestión y la absorción por la piel.

El eliminar la transpiración antes de que se seque sobre la piel también es benéfico, con la condición de que se haga de manera higiénica. Las toallas limpias de uso individual son efectivas para eliminar algo del plomo del sudor antes de que sea ingerido, siempre que pueda usted mantener limpias las toallas hasta que sean usadas. También son efectivas las bandas para el sudor del tipo de esponja. Lo que no funciona es permitir que el trabajador

se limpie el sudor con la manga de la camisa o con un trapo que lleve consigo durante todo el día.

### **Elementos del programa de control de plomo en sangre**

Ahora, veamos cómo minimizar la cantidad de plomo que puede entrar al cuerpo, revisando los cuatro elementos principales de un programa efectivo de control de plomo en sangre.

- **Controlar el polvo transportado por el aire**
- **Usar el equipo apropiado de protección personal**
- **Enseñar y reforzar las prácticas obligatorias de higiene personal**
- **Mantener un programa de limpieza del sitio, frecuente y a fondo**

Un Programa efectivo de Control de Plomo en Sangre limita la dosis que cada trabajador puede recibir, a una cantidad menor que su capacidad para excretar el plomo. También limita la cantidad de la ingesta que se absorbe. Con objeto de apreciar la importancia total de esto, necesitamos entender a qué se le llama 'dosis tolerable'.



Mamá siempre nos decía, "no te rasques tu nariz, no te comas las uñas, etc..." sobre todo si usted trabaja en la industria del plomo.

#### *¿Qué es una dosis tolerable de plomo?*

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha determinado, y recomienda, una dosis máxima tolerable para el plomo. Esta es llamada la "Ingesta semanal provisional tolerable". Su recomendación actual para el plomo es de 25 microgramos (mcg) por kilogramo (kg) de peso corporal, por semana. De modo que para una persona con un peso de 100 kg (220 libras), se considera como tolerable la dosis de 2.5 miligramos (mg) de plomo por semana. Esta dosis semanal tolerable se traduce en 350 microgramos (mcg) en un periodo de 24 horas. Pongámoslo en perspectiva. Si corta usted una tableta de aspirina de 100 miligramos en 300 piezas, y desecha 299 de estas, la única pieza restante pesa aproximadamente 350 mcg.

Para una persona con peso de 50 kg (110 lb), la dosis tolerable es la mitad de esa cantidad, y para un niño que pese 20 kg, hablamos de 70 microgramos. Esto no es mucho. La meta actual de los fabricantes de baterías y fundidores norteamericanos es el mantener todos los niveles de plomo en sangre por debajo de 20 mcg/dL (1.0  $\mu\text{m/L}$ ), lo que está muy por debajo del actual límite del OSHA. Para nuevas contrataciones, buscamos mantenerlo por debajo de 10 mcg/dL.

La dosis tolerable es diferente de la ingesta total. Sólo se absorbe una porción de la ingesta total. Algo del plomo ingerido e inhalado puede ser escupido antes de que tenga la oportunidad de ser absorbido. Algo del plomo ingerido pasará directamente al través del sistema sin ser absorbido. La dosis tolerable es la cantidad máxima de plomo que una persona puede absorber, sin que haya un incremento en su nivel de plomo en sangre o en la carga corporal total de plomo. Este valor de dosis tolerable es realmente la cantidad de plomo que un ser humano puede excretar. Si la dosis absorbida

de plomo excede de esta cantidad, entonces el plomo extra causa que el plomo en sangre suba y el exceso es colocado por el cuerpo en almacenaje. Si la dosis diaria absorbida es menor a este valor, entonces el cuerpo puede excretar el plomo viejo de ese día, causando una reducción en la carga corporal total de plomo.

#### ***Al cuerpo no le agrada mucho el plomo, de manera que encuentra multitud de maneras de deshacerse de él. Todas las vías excretoras disponibles del cuerpo se usan para eliminar el plomo.***

Al cuerpo no le agrada mucho el plomo, de manera que encuentra multitud de maneras de deshacerse de él. Todas las vías excretoras disponibles del cuerpo se usan para eliminar el plomo. El plomo se excreta en la orina, las heces fecales, el sudor, la saliva, el moco, la leche materna, la cerilla, las células muertas de la piel, y las uñas de las manos y de los pies. Los riñones pueden eliminar aproximadamente entre el 25% y el 50% de la cantidad total de plomo que se excreta cada día. Con objeto de que operen de manera eficiente, es necesario mantener a nuestros trabajadores bien hidratados, hasta el punto en el que su orina sea casi incolora.

#### ***Control de los niveles transportados por el aire***

*¿Cómo puede reducirse la cantidad de plomo transportada por el aire?* El primer paso es recorrer la operación e identificar todas las fuentes emisoras de plomo. El mejor sitio para empezar es con el plomo fundido y el polvo visible. Luego deseamos ordenarlas

en función de su contribución a la exposición total de cada persona. Luego las eliminamos, las encerramos, las aislamos y/o las ventilamos. Después de cuidar las emisiones visibles, entonces puede usted preocuparse por aquellas que no se pueden ver.

Además del descuido de la higiene personal y de los niveles muy altos de plomo transportado por aire, donde observamos niveles más altos de plomo en sangre es en correlación con el tamaño muy pequeño de partículas transportadas por el aire que pueden respirarse (menos de 2.5 micrones) provenientes del plomo fundido. Observando lo anterior a lo largo de los años, hemos llegado a la conclusión de que las partículas realmente pequeñas, cuando se inhalan, se absorben con una eficiencia de casi el 100%.

En las operaciones de fundición, soldadura y quemado en las que las temperaturas del metal fundido son altas, el tamaño promedio de partícula es muy pequeño. En la fundición secundaria, por ejemplo, aproximadamente el 50% del polvo en el aire tiene un tamaño respirable, y más del 25% es menor a 1 micrón. En la mayoría de las operaciones de baterías, el tamaño promedio de partícula es de 15 micrones, con un 12% aproximado de tamaño respirable. Cerca del 5% del plomo transportado por el aire en las operaciones de baterías, es menor a 1 micrón.

Con respecto del plomo fundido, a temperaturas por arriba de 425 °C (800 °F) el plomo empieza a evaporarse y forma las partículas de plomo de tamaño muy pequeño que son fácilmente absorbidas. A temperaturas por arriba de 540 °C (1000 °F), la cantidad de partículas pequeñas generadas se vuelve muy grande y la cantidad emitida sigue aumentando con el incremento de la temperatura.

Con respecto de las emisiones visibles, se requieren muchas partículas de plomo para que estas puedan ser percibidas por el ojo, de manera que tenemos que eliminar o controlar todas las emisiones visibles. El polvo no aparece por arte de magia. El polvo siempre tiene un origen. Es necesario identificar el origen de cada fuente. También hay un elemento de tiempo asociado con la fuente ¿Es esta continua, o intermitente?

Deseamos asignar una prioridad para el control de cada fuente de polvo o humo en nuestra lista, y seleccionar una opción de control. Para cada fuente, tiene usted 4 opciones.

**Eliminar:** ¿Puede eliminarse por completo la fuente de polvo? Por ejemplo, cada vez que se levanta una charola de baterías, se genera polvo ¿Es necesario levantarlas tantas veces? Si la fuente no puede eliminarse, ¿puede reducirse la cantidad de polvo que genera? Por ejemplo, puede pedirse a los trabajadores que levanten con suavidad el conjunto de charolas. Puede que no sea posible eliminar de inmediato todo el polvo del piso, pero si este se mantiene húmedo, entonces la fuente se elimina durante todo el tiempo que el piso se mantenga húmedo. Si es necesario transportar materiales al exterior entre los edificios, deben estar completamente envueltos, contenidos y encerrados, de manera que el polvo no pueda liberarse afuera.

**Encerrar:** Otra elección es encerrar la fuente, de manera que el polvo no pueda escapar del contenedor. Por ejemplo, en una pila automática de charolas, puede encerrarse cada fuente excepto el área de cargado de la charola y el área de descarga del grupo.

**Aislar:** En algunas operaciones, el operador puede ser aislado por completo del polvo ubicándolo en una sala o cabina. Por ejemplo, el operador del molino de óxido debe pasar la mayor parte del tiempo en una sala de control presurizada con suministro de aire filtrado, y solamente salir de la sala para alimentar el plomo y coleccionar las muestras de óxido. Otro ejemplo de aislamiento es conocido como Pantalla Verde. Las fábricas deberían plantar árboles, pastizal o cualquier vegetación alta que crezca bien en el suelo local, entre ellos y sus vecinos. Estas plantas filtrarán y removerán el polvo de plomo del aire que sale del sitio.

También es necesario identificar todas las fuentes al exterior que puedan afectar a los vecinos. Esto incluye colectores de polvo, pilas de almacenamiento al exterior, y cualquier polvo de plomo sobre el piso, así como cualquier polvo que salga de la planta, ya sea a través de ventanas, puertas o chimeneas. Para reducir el impacto en los vecinos, usamos una aspiradora en húmido o una barredora con filtros de alta eficiencia para mantener limpias las áreas pavimentadas. Se requieren procedimientos de manejo higiénico para remover el polvo de los colectores y durante los cambios de filtro.

Las pilas de almacenamiento al exterior se están convirtiendo en algo del pasado, pero mientras pueden ser movidas al interior, pueden ser rociadas con papel maché. El papel maché puede hacerse de manera económica en un tanque de desperdicio de papel con 15,000 litros de agua. Esta es una manera muy económica de encerrar las pilas de almacenamiento al exterior.

Después de que hemos eliminado, reducido, encerrado o aislado tantas fuentes como sea posible, será necesario ventilar las restantes.

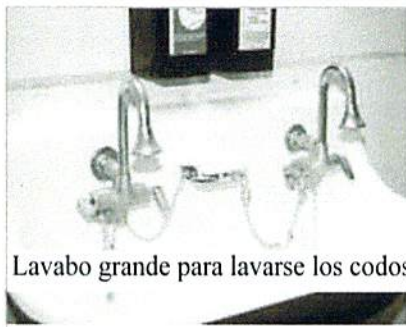
**Ventilar:** Este es el método de control más costoso e involucra ingeniería detallada. La clave para la ventilación de escape exitosa es la captura cerrada. Una vez que ha identificado usted cada fuente en una máquina u operación con respecto a su ubicación y cronometraje, el aire de escape debe ser colectado lo más cerca posible de la fuente. Esto significa en general que la entrada de aire a la campana de escape necesita estar dentro de las 2 pulgadas (5 cm) del punto en el que se origina el polvo. El aire de escape es por completo inefectivo cuando la campana se ubica a más de 12 pulgadas (30 cm) de la fuente. El aire de escape trabaja mejor cuando se combina con un encierro total o parcial para reducir la cantidad de aire de escape que se necesita. Otro componente de un sistema de ventilación efectivo es el aire suministrado. Se requiere suministro mecánico de aire, de manera que los patrones de flujo del aire en el edificio sean consistentes día con día, y que sean independientes del clima exterior.



No importa que clase de respirador se use, si el sello entre la cara y el respirador es malo, no sirve de mucho.

### Equipo de protección personal

Un programa de reducción del plomo en sangre usa equipo de protección personal (EPP) que incluye guantes, respiradores, ropa y calzado de trabajo. Nunca debe permitirse que alguna de estas prendas se lleve a casa, y cada trabajador debe tener un mínimo de dos conjuntos de las prendas lavables. Un conjunto para el uso de cada día, mientras el segundo conjunto se encuentra en la



Lavabo grande para lavarse los codos



Use mucha agua



Como lavarse - se necesita un lavabo grande y amplio.

lavandería. Si la planta usa un servicio de lavandería externo con entregas semanales, esto significa que cada trabajador necesita 5 o 6 conjuntos de ropas de trabajo. De todos los EPPs disponibles, el respirador es una de las piezas más importantes del equipo que puede usted proporcionar a sus trabajadores.

**Respiradores:** Un buen respirador que ajuste de manera adecuada a cada persona, hace dos cosas. Primera, proporciona un filtro final para cada respiración del trabajador. Segunda, mantiene las manos del trabajador alejadas de su rostro, y por lo tanto reduce la ingestión.

En la parte superior derecha, tenemos un respirador a presión de rostro completo, y abajo mostramos 2 tipos de equipos purificadores de aire forzado (PAPR). Un PAPR mantiene una presión positiva en el interior de la pieza o campana facial. Yo prefiero utilizar un PAPR cuando me encuentro realizando un mantenimiento del colector de polvo. En la planta prefiero usar un respirador de presión negativa de media máscara, excepto cuando trabajo alrededor de metal fundido a alta temperatura, y entonces prefiero un respirador de rostro completo. Se usa el mismo tipo de filtro para plomo, arsénico, cadmio y rocío de ácido sulfúrico. En los EUA este filtro se designa como un filtro P100. Son probados para los estándares HEPA (con eficiencia de al menos 99.97% a 0.3 micrones) y tienen código de color púrpura.

Es importante que cada persona sea físicamente capaz de hacer el trabajo mientras usa un respirador. Esto puede ser determinado durante una revisión física previa a la contratación, o revisando las respuestas de la persona a un simple cuestionario sobre salud.

Si el respirador no está ajustado al trabajador de manera adecuada, no

será efectivo. La gente requiere entrenamiento acerca de cómo usar un respirador para un máximo beneficio. Los respiradores de presión negativa tienen fugas. Se encuentran en el sello facial.

Cuando trabajé en una fundición de plomo a finales de la década de los 70, los respiradores venían en una sola talla. Deberían haber sido etiquetados con la leyenda ¡NO ES DE SU TALLA! Mi rostro es alargado, y la máscara era demasiado pequeña para mí. Años más tarde, de hecho tuve la oportunidad de medir la cantidad de filtración en el respirador que usaba en la fundición, con una prueba de ajuste facial. Mientras lo usaba, estaba respirando 2% de aire filtrado y 98% de aire no filtrado que ingresaba alrededor del sello facial.

Los respiradores de presión negativa deben estar sellados al rostro. Esto significa que no debe haber ningún vello facial. El crecimiento de un día o incluso un crecimiento muy pequeño es suficiente para alejar la máscara del rostro justo lo suficiente para que nada del aire pase al través de los filtros, y que el trabajador respire solamente aire sin filtrar.

Usted necesita proporcionar la pieza facial del tamaño correcto, y entrenar a cada persona sobre cómo colocarla de forma correcta de modo que desde la primera vez y cada vez, esté sellada a su rostro. Esto se hace con una prueba de ajuste facial del respirador. La prueba de ajuste más simple, y efectiva en términos de costos, involucra el retar el sello entre el rostro de cada trabajador y su máscara del respirador, con un humo irritante. El trabajador tendrá una reacción de tos involuntaria ante cualquier fuga que muestra dónde y cuándo está filtrándose el sello facial. Esta es una parte esencial del programa del respirador.

**Máscaras de papel para polvo:** En las áreas de trabajo en las que los niveles de polvo transportado por el aire son bajos (< 20 mcg/metro cúbico), y no hay metal fundido presente, no se necesitan respiradores de alta eficiencia. En estas situaciones, todavía uso y recomiendo una máscara de papel para polvo. Aunque estos filtros tienen una eficiencia sólo del 50% para el polvo de plomo, y de 10% para los humos del metal fundido, cumplen con varias cosas.

Proporcionan un recordatorio continuo de que está presente un material tóxico.

Proporcionan alguna protección contra una nube accidental de polvo.

Mantienen las manos lejos de nariz y boca.

### Implementación de un Programa Obligatorio de Higiene Personal

Incluso donde los niveles portados por aire sean bajos, los malos hábitos de higiene derrotarán a cualquier programa de control de plomo en sangre. Encontramos problemas de plomo en sangre en locaciones en las que no hay plomo en el aire y las personas sólo están manipulando piezas fundidas. Estos se debe a que su higiene personal es tan mala que se las arreglan para ingerir demasiado plomo cada día. Aún cuando los niveles de plomo en aire sean altos, la combinación de una buena higiene personal y un buen programa de respirador pueden reducir los niveles de plomo en sangre. Cuando los niveles de plomo en el aire son bajos, la buena higiene personal reducirá aún más los niveles en sangre.

La Administración tiene varias responsabilidades con respecto del Programa de Higiene Personal:

- **Proporcionar un ambiente de trabajo en el que sea posible para los trabajadores realizar**

**un trabajo sin estar cubiertos con polvo de plomo**

- **entrenar al personal acerca de cómo trabajar con limpieza**
- **proporcionar a cada trabajador las herramientas correctas para asearse**
- **enseñar al trabajador cómo lavarse y cómo tomar una ducha**
- **supervisar y reforzar todas estas reglas de limpieza.**

**Hábitos de Trabajo Limpio:** La forma en la que se lleva al cabo cada trabajo tendrá un gran efecto en la cantidad de plomo en el aire que se genera y en cuánto plomo porta cada trabajador en su ropa y en su piel. Los artículos necesitan manipularse y moverse con suavidad. Los tableros de la plataforma requieren ser aspirados rápidamente y luego esparcidos ligeramente con un rocío de agua para mantener húmedo el polvo mientras se está moviendo. Aunque la limpieza de cada trabajo se relaciona con qué tan bien diseñada está la estación de trabajo para la labor que se va a realizar, aún así es necesario enseñar a cada trabajador los hábitos para un trabajo limpio.

**Limpieza:** La estación de lavado es

crítica para el éxito de un programa de control de plomo en sangre. Se necesita agua corriente caliente y fría, limpiador para la piel, cepillos para uñas, toallas, un lavabo grande y un espejo. La gente necesita lavarse las manos, los brazos, la cara y el cuello cada vez que salen del piso de la planta y especialmente antes de comer, beber o fumar. Dado que es necesario que nuestros trabajadores estén bien hidratados, la excepción a esta regla son los bebederos en la planta. Para los supervisores, que no pueden ir al cuarto de lavado principal antes de cada viaje a sus oficinas, necesitamos proporcionar ya sean lavabos en locaciones múltiples alrededor de la planta, o toallitas húmedas para la limpieza de la piel, en sus oficinas.

Los errores más comunes que observamos son los lavabos demasiado pequeños y el espacio insuficiente en el lavabo para que todos se laven al mismo tiempo. La persona necesita lavar por completo sus brazos, lavarse la cara, el cuello y las manos. Si el lavabo es demasiado pequeño entonces los codos no se mojan y el lavado no será correcto.

El enfoque correcto para el lavado es

detallado y se requiere entrenar a los trabajadores. Cuando usted llega a la estación de lavado, necesita primero enrollar

sus mangas y luego lavarse previamente las manos. Como usará las manos para lavarse los brazos, la cara y el cuello, lo mejor es que las tenga limpias de inicio. El limpiador para la piel necesita tallarse por debajo de las uñas. Debe lavarse cada dedo de forma individual. Necesita usted asegurarse de lavar cada milímetro de sus manos, en la palma y el dorso, y de usar un cepillo para las uñas.

Después de su lavado previo de manos, es el momento de un lavado serio y a fondo de su cara, brazos y cuello. Primero moje sus brazos, cuello y rostro y extienda el limpiador para piel sobre toda la superficie de sus manos, luego de sus brazos, cuello y cara. Luego tállese con las manos. Después de enjuagarse y secarse, está usted listo para el descanso o para la ducha antes de ir a casa. Es mejor dejar enrolladas las mangas de su camisa, ya que estas están sucias, y puede luego desenrollarlas de nuevo cuando sea el momento de regresar a la planta.

Lavar el plomo de la piel y el cabello no es tan simple. El plomo es difícil de lavar. El plomo es pesado, pegajoso, difícil de mojar, y conserva una carga estática. Todas estas propiedades lo hacen adherirse con fuerza a su piel, su ropa, sus guantes y al respirador.

Imagine lo que ocurre cuando rocía usted agua sobre el polvo de plomo. Lo que usted encuentra es que el agua no penetra el polvo con facilidad para mantenerlo húmedo. El plomo también mantiene una gran carga estática. Aunque esta capacidad de conservar una carga es una de las razones por las que el plomo hace una batería tan buena, también ayuda a pegar el plomo a la piel, las ropas y otras superficies. Las partículas de plomo son pequeñas y quedan atrapadas en los poros de la piel y en la tela de la ropa y los guantes. El plomo soluble puede migrar al través de la piel. Entonces, está el hecho de que las formas de plomo solubles en agua son las que el cuerpo absorbe con mayor facilidad y eficiencia cuando son inhaladas o ingeridas.

La remoción eficiente del plomo requiere de limpiadores especiales diseñados para superar su naturaleza adhesiva. Necesita usted asegurarse de que los limpiadores seleccionados no disuelvan el plomo facilitando su absorción, y de que no contengan ninguno de los tensoactivos que causan que el plomo migre al través de la piel.

**Limpiadores efectivos para remover el plomo.** Los limpiadores para la piel varían ampliamente en su capacidad para remover el plomo. Los limpiadores para la piel típicos industriales eliminan entre el 30% y el 70% del plomo de la piel. Esta es la razón de que se hayan desarrollado limpiadores de especialidad para el plomo, que remueven 98+% del plomo en la piel. También es importante que los limpiadores para la piel no disuelvan el plomo. Las formas de plomo solubles en agua se absorben con mayor rapidez y también pueden resultar difíciles de eliminar en el proceso de tratamiento del agua residual.

Una ducha vigorosa es esencial para lograr niveles reducidos de plomo en

sangre y tiene los mayores beneficios para las personas que de hecho usen en la ducha un limpiador para piel efectivo y que laven con este todo su cuerpo. No es solamente el polvo de la planta lo que necesita lavarse al final del día, sino también el polvo que se encuentra en el sudor. El solo hecho de mojarse bajo la ducha, no sirve.

***Una limpieza a fondo de la piel y el cabello en la ducha al final del turno de trabajo, elimina 16 horas de exposición al plomo cada día laboral y elimina la exposición al plomo durante el fin de semana.***

Si los trabajadores llevan el plomo a casa sobre su cabello o su piel, entonces no tienen un descanso de la exposición al plomo cuando salen de la planta, y tiene algo extra para llevarlo a sus hijos.

**Prueba de plomo:** La mejor herramienta de entrenamiento para un lavado correcto y a fondo, es la prueba para el plomo sobre la piel. El uso de estos estuches de prueba es la mejor forma de entrenar a los trabajadores en un lavado correcto. Los estuches usan tecnología de cambio de color para cambiar el color del plomo de modo que sea visible. Son económicos, con varias pruebas disponibles por menos de \$0.25 usd por prueba. La prueba del plomo en la piel permite que el trabajador vea no sólo cuánto plomo está presente, sino también dónde se encuentra. Con estas pruebas usted puede mostrarles cuándo no limpiaron el dorso de sus manos, sus uñas, entre sus dedos, su cuello o sus brazos.

La prueba para el plomo es una herramienta esencial de la administración que ayuda a reducir las sorpresas cuando llegan los resultados de las pruebas de plomo en sangre, cuando las autoridades de salud y seguridad visitan la planta para coleccionar muestras, y para ayudar a cada trabajador a desarrollar la confianza de que está limpio y no

lleva nada de plomo a casa. Estas pruebas no se realizan cada día para cada trabajador. Son más efectivas cuando se utilizan como parte del entrenamiento inicial, y luego para revisar de forma aleatoria a la gente cuando se dirige al comedor o después de su ducha.

Para asegurar la limpieza adecuada de los respiradores y las ropas de trabajo, pueden usarse estos mismos estuches de prueba para probar la limpieza de los respiradores y las ropas de trabajo después de que han sido lavados.

La frecuencia de las pruebas de plomo en sangre debería basarse en la última medición personal del nivel de plomo en sangre y en la cantidad de exposición de polvo en el aire que tiene en el trabajo. Lo mejor es un enfoque escalonado. Mientras más alto sea el nivel de plomo de un individuo, con mayor frecuencia debe revisarse. Sin embargo, a menos que haya una prueba de confirmación, raramente se muestra más de una vez al mes. Mi opinión personal es que los niveles de plomo en sangre deberían medirse 4 veces al año en los trabajos expuestos al plomo. Para el personal de oficina, de ventas, u otras personas que no están directamente en contacto con el plomo, normalmente es suficiente con realizar la prueba una o dos veces por año. Los trabajadores nuevos deberían ser analizados antes de iniciar el trabajo y una vez al mes durante los primeros 4 a 6 meses, o hasta que se establezca que pueden manejar su exposición.

También es necesario tener un programa de control de calidad en el sitio, para ambos de la colección de muestras de sangre y para los análisis. Con objeto de verificar la precisión del laboratorio, se recomienda que por cada 50 muestras de sangre se colecte una muestra duplicada. Debe usted pedir al laboratorio que confirme con un análisis por duplicado cualquier resultado de plomo en sangre mayor a 25 mcg/dL. es apropiado solicitar al laboratorio que le proporcione una copia de su Programa de Control de Calidad y de los resultados, así como de sus resultados del programa de Competencia en Pruebas.



Finalmente, la sala de muestras de sangre necesita mantenerse extremadamente limpia, y necesitamos asegurarnos de que el sitio de la punción se limpie a fondo con un limpiador para piel eficiente en la eliminación del plomo.

Periódicamente se colectan muestras personales de aire, para medir la exposición total por plomo en aire que cada trabajador recibe a lo largo del día. Un nivel individual de exposición al plomo en el aire no es un buen indicador de su nivel de plomo en sangre. Esto se debe a dos factores. La primera razón es que el nivel total de plomo en aire no proporciona ninguna información acerca de qué tanto del polvo en el aire está en el rango de tamaño respirable de partícula que se absorbe con mayor eficiencia. La segunda, es que los hábitos pobres de trabajo y de higiene personal tienen un mayor impacto en los niveles de plomo en sangre que el plomo total en aire. Esto es especialmente cierto cuando se han estado usando los respiradores. Las muestras personales de aire proporcionan información importante para la medición de la

efectividad de los controles en la planta, y ayudan a identificar a los trabajadores con malos hábitos de trabajo y de higiene.

**Individuos altos en plomo versus bajos en plomo:** De modo que, después de haber tomado estos pasos para reducir la cantidad de plomo que cada trabajador inhala e ingiere, aún tendrá usted un grupo de gente que tiene niveles de plomo en sangre más altos que sus compañeros que realizan trabajos similares. Esta gente por lo general tiene algún pequeño hábito que les causa una ingesta extra de plomo.

En los años 80's, existió un hombre llamado Arnold que trabajaba en la bodega de una planta de plomo. Su exposición al plomo en aire era muy baja, pero su nivel en sangre no lo era. Arnold era en general una persona limpia, que seguía todas las reglas de salud, seguridad e higiene. Usaba un PAPR todo el día, y aún así no descendía su plomo en sangre. Arnold nunca perdía una oportunidad de lavarse las manos, y siempre se lavaba manos, brazos y cara. No tomaba ningún atajo en lo

referente a su higiene personal. Jamás tocaba algo sin sus guantes. Manipulaba sus guantes correctamente. Se lavaba a fondo antes del almuerzo.

Finalmente, decidimos seguirlo y observarlo todo un día para tratar de determinar cuándo, dónde y de qué manera estaba obteniendo su dosis de plomo. Después de lavarse, Arnold abría con el codo cada puerta en camino al comedor, de modo que no se ensuciaba las manos. En el comedor humedecía una toalla de papel y limpiaba la mesa sobre la que iba a comer. Luego colocaba su almuerzo sobre toallas de papel limpias. Entonces, tal como lo había hecho antes de cada comida durante su vida, Arnold limpiaba sus manos en los pantalones antes de sentarse. Así que, a pesar de todo su entrenamiento y de toda la ayuda que el equipo de higiene lo podía ofrecer, Arnold había estado comiéndose un sándwich de plomo en el almuerzo todos los días, sin que jamás lo hubiera pensado. Tres meses después de haber cambiado el menú de su almuerzo, su nivel de plomo en sangre bajó hasta un nivel razonable.

Cuando observamos a los individuos con alto nivel de plomo versus bajo nivel de plomo, encontramos algo más. La gente con alto nivel de plomo, durante el descanso con frecuencia se sienta con las manos sobre el regazo, donde levantan el plomo de sus ropas de trabajo. Se sientan de igual manera en el comedor y en la oficina. La gente con bajo nivel de plomo, por lo general durante el descanso se sienta con los antebrazos, en vez de las manos, reposando en el regazo.

Otra señal que apunta hacia las personas que tienen o que tendrán problemas con el plomo en sangre, es la limpieza tanto de sus ropas de trabajo como de su estación de trabajo. Quienes tienen polvo de plomo visible en el área del estómago de su camisa de trabajo, siempre parecen tener un nivel más alto de plomo en sangre que sus compañeros sin esta acumulación de plomo. El trabajador que no mantiene limpia su estación de trabajo mediante aspirado o lavado frecuentes, tendrá un nivel de plomo más alto que su compañero que trabaja con limpieza. Cuando tiene usted polvo de plomo en la ropa, está expuesto dos veces al

mismo polvo. La primera vez es cuando el polvo se genera y se deposita sobre su ropa. Luego usted porta el polvo encima todo el día, y este se convierte en una fuente de exposición continua.

#### **Las reglas.**

**No se permiten productos consumibles en la planta.** Nada de cigarrillos, tabaco para mascar, chicle, caramelos o cosméticos. En las áreas de proceso del plomo, es impensable fumar, comer o beber. Las personas que tienen escritorios a los que regresan directamente desde la planta, se consideran contaminadas. No se permite comer, beber o fumar en las oficinas que estén expuestas al plomo por haberse rastreado el polvo de plomo hasta ellas desde la planta. Comer y beber sólo están permitidos en el comedor, excepto por el acceso a los bebederos alrededor de la planta (en las áreas bajas en plomo). Sólo se permite fumar en el exterior. En la planta no se permiten el tabaco para mascar, el chicle y los cosméticos.

Dicho sea de paso, tampoco nos agradan en la planta las maletas, las llaves o los teléfonos celulares personales. Proporcionamos casilleros

seguros, para que estos artículos puedan permanecer fuera de la planta.

Nunca se hará demasiado énfasis en la importancia del soporte de la administración a los programas de reducción de plomo en sangre y de higiene. La labor de enseñar y reforzar la higiene personal no puede delegarse en el enfermero de la planta o en el encargado de la seguridad. Los administradores y supervisores de primer nivel deben aceptar su responsabilidad para enseñar y reforzar este programa, si el programa ha de ser exitoso. La administración en puestos más altos también juega un papel crítico en este programa, al proporcionar los recursos necesarios y al requerir que estos programas se mantengan y se implementen diariamente.

**Mantener un programa de limpieza frecuente y a fondo del sitio:** Justamente los administradores proactivos son vitales para el éxito de un programa de higiene personal, también son fundamentales para la efectividad del programa de limpieza del sitio en la planta.

Deben proporcionarse y usarse las herramientas y los limpiadores adecuados para remoción del plomo para el mantenimiento de las áreas de trabajo, las estaciones de trabajo y la limpieza de los trabajadores en la planta. Los más importantes son el sistema de aspirado, la máquina fregadora para el piso mojado y el sistema de lavado en mojado. En una operación de procesamiento del plomo, una planta de fabricación de baterías o una fundición, no hay sustituto para el uso de un sistema de aspirado central para el mantenimiento del colector de polvo y para mantener limpia la planta.

La máquina fregadora de piso mojado o el sistema de aspirado central se usan para mantener los pasillos limpios, de modo que los montacargas no estén todo el día lanzando al aire el polvo de plomo.

Necesitamos que el comedor, el área de casilleros, las salas de descanso y las oficinas se mantengan impecables. Esto incluye a las oficinas de producción y a las salas de control en el piso de la planta. En estas áreas, usar solamente acabados lisos, no porosos, en las superficies. Todas las superficies deberán estar recubiertas o cubiertas con pintura, barniz o laminado plástico, de modo que sean fáciles de limpiar. El acero inoxidable también se limpia con facilidad. Los comedores deben ser limpiados después de cada descanso; después del descanso de la mañana, después del descanso para comer, después del descanso vespertino y después del cambio de turno de trabajo. Cada vez que los trabajadores regresen al comedor, este debe haber sido limpiado desde que se usó la vez anterior. Las salas de casilleros y de descanso se limpian al menos una vez por cambio de turno. Las oficinas se limpian al menos una vez al día.

La limpieza del comedor debe incluir el piso, las mesas, las sillas y los mostradores entre cada descanso. También necesitamos limpiar las máquinas expendedoras, incluyendo los botones, el área de dispensado y la parte superior de las máquinas. Es necesario limpiar las manijas de los hornos de microondas y de los refrigeradores, y cualquier otra cosa que los trabajadores toquen.

**Lavado del respirador:** Solíamos ver mucha dificultad en la provisión de respiradores limpios y secos. Los respiradores pueden lavarse en la lavadora para ropa. También se encuentra disponible el equipo semiautomático de lavado y secado de respiradores, que puede minimizar los costos de mano de obra en el lavado de respiradores. En los EUA puede usted adquirir una lavadora de ropa de gran capacidad por menos de \$500 usd y lavar 30 medias máscaras o 15 respiradores completos cada 30 minutos.

Cada respirador y cada filtro se marcan con el número del empleado, de modo que puedan tener de vuelta el mismo respirador. Para limpiarlo, primero remueva los filtros, luego coloque los respiradores en una bolsa de lavandería (del tipo que se usa para lavar suéteres). Se pasa por un ciclo de lavado con un detergente removedor de plomo para respiradores, seguido por un ciclo de enjuagado y luego una desinfección. Después se sacan, se escurren y se secan. También usamos pruebas aleatorias para probar los respiradores que salen de la lavandería, en busca de plomo residual. Nos aseguramos de que sólo se entreguen los respiradores limpios.

**Vestimenta de trabajo:** Los uniformes de trabajo necesitan cubrir la mayor cantidad posible de piel. La única piel expuesta será la de manos, cuello y cara. Pueden usarse sombreros para reducir la cantidad de plomo en el cabello, pero estos también requieren lavarse.

La lavandería de la ropa debe ser capaz de entregar las ropas de trabajo con niveles muy bajos de plomo residual. Nuestro principal interés es la cantidad de plomo disponible (el plomo que puede ser transferido a la piel) que es retenido después del lavado. La mayoría de las lavanderías comerciales nunca han considerado la necesidad de lograr niveles bajos de plomo en los uniformes de trabajo. La mayoría usan detergentes que son buenos para lavar sábanas de hospital, pero infortunadamente lo que funciona bien para el hospital no es la mejor elección para la planta de baterías.

Muchos detergentes de lavandería pueden lograr que las ropas parezcan limpias a simple vista, aunque dejen demasiado polvo de plomo en la tela. Hemos encontrado ropas de trabajo lavadas que parecían limpias, pero que contenían más del 2% de plomo por peso. Las pruebas químicas aleatorias también son útiles para probar la limpieza de las ropas después del lavado. También deberían probarse después del secado, para asegurarse de que no se han ensuciado de nuevo en la secadora.

Siempre lavamos las toallas y las telas de lavado para las duchas en una máquina lavadora separada. No puede usted poner en la misma lavadora las ropas de trabajo y las toallas, y esperar que las toallas tengan niveles de plomo adecuados. También usamos secadoras separadas. Con frecuencia encontramos secadoras para ropa que están sumamente contaminadas con polvo de plomo. Las secadoras para ropa necesitan limpiarse periódicamente. En la lavandería hay polvo transportado por aire procedente del manejo de las ropas de trabajo sucias. Luego este plomo es jalado al interior de la secadora por el ventilador, y empieza a acumularse en la secadora.

Además de proporcionar a cada trabajador un uniforme limpio diariamente, hemos encontrado que es benéfico proporcionarles calcetines limpios para que los usen cada día en la planta. Los calcetines que se usan en la planta durante todo el día, dentro de los zapatos para el trabajo con plomo y en el área de casilleros, pueden contaminarse mucho. No deseamos que este plomo sea llevado a casa ni que sea lavado en la máquina lavadora doméstica.

**Las instalaciones para la higiene:** Deseamos que todo el mundo esté limpio antes del almuerzo, antes de los descansos, y especialmente antes de irse a casa. No deseamos llevar a casa ninguna cantidad de plomo. El plomo no es algo que realmente desee usted compartir con sus hijos. Esto significa que necesitamos que todo el mundo esté limpio en un par de minutos antes de los descansos y en 10 minutos o menos al final del turno.

La primera regla es tener salas de casilleros separadas para las ropas personales limpias y para el calzado y la ropa de trabajo sucios. Cada trabajador tiene 3 casilleros.

Cuando el trabajador llega a su trabajo, coloca su almuerzo y otros efectos personales en su casillero personal. Este casillero puede estar en el comedor, pero la mejor disposición es tener dos casilleros adyacentes, con un lado que abra hacia el área de casilleros y el otro lado hacia el comedor.

Enseguida, la persona deja toda su ropa y su calzado de calle en su casillero limpio y se pone su uniforme de trabajo limpio. Luego se dirige al lado sucio del área de casilleros, donde toma su calzado de trabajo. Es útil proporcionar un par de sandalias para que se usen para caminar entre las áreas de casilleros.

**Estación de limpiado de ropa:** El estándar OSHA requiere que antes de salir del piso de producción aspire usted su ropa o bien que pase por una Ducha de Aire para soplar el polvo de la ropa. La estación de aspirado no es tan efectiva como una ducha de aire, y usted necesita alguien que le ayude a aspirar la espalda de la ropa, pero es significativamente menos costosa.

**La ducha de aire:** Una ducha de aire usa aire a alta velocidad para agitar la ropa y volar el polvo.

El aire es recirculado dentro de la ducha de aire al través de un filtro HEPA y se descarga a través de boquillas a una velocidad de 9,000 pies por minuto (45 metros por segundo). Lo que hará una ducha de aire será reducir de forma significativa la cantidad de polvo que se traslada al comedor. Con respecto de la remoción del polvo, las duchas de aire soplan el polvo suelto, y ese es el polvo de interés para mantener limpio el comedor.

**Limpieza del calzado:** Existen en el mercado tres métodos disponibles de limpieza del calzado. Hay limpiadores húmedos para botas, limpiadores de aspirado en seco para calzado, y luego están los tapetes pegajosos. Hay dos (2) tipos de tapetes pegajosos, las variedades desechable y permanente. El tipo desechable viene en almohadillas con 60 hojas, y cuando se ensucia se desprende una capa y se desecha. El tipo permanente se lava de manera periódica para mantener adhesiva la superficie.

El primer sitio en el que deben considerarse los limpiadores de calzado es a la entrada de la enfermería y a la sala donde se colectan las muestras de sangre.

La sala que se usa para el muestreo sanguíneo necesita estar lo más posible libre de polvo dentro de lo razonable en una planta de plomo. El otro sitio en el que son benéficos es a la entrada del comedor.

**Almacenamiento de respiradores:** Requerimos de un lugar limpio para almacenar el equipo de protección personal durante los descansos cerca de la entrada a las instalaciones de lavado. Pueden ser estantes de los cuales la persona tome su respirador limpio al iniciar el turno, y donde puede almacenarlo durante los descansos.

**Locaciones de lavado:** Requerimos tener instalaciones de lavado alrededor de la planta, no sólo en el área de casilleros. Con frecuencia, donde se requiere un lavabo remoto no hay drenaje. Para estas estaciones de lavado instalamos una bomba para el agua residual. Aunque discutimos anteriormente los lavabos, hay dos cosas adicionales a considerar: los lavabos deberían ser colocados en la ruta de paso de los trabajadores. Si los confrontamos con el lavabo, entonces deben tomar la decisión consciente de no lavarse.

## 98 BEST Summer 2011

Si los lavabos se encuentran fuera de la ruta, entonces el trabajador debe tomar la decisión consciente de lavarse. Y en segundo lugar, es que debe contarse con capacidad de lavado suficiente para permitir que todos se asean con rapidez. Si no hay espacio suficiente para que todos se laven, algunos trabajadores se saltarán el lavado.

**Comedores:** El comedor necesita lavabos separados para lavarse las manos y para lavar los trastes sucios. Las manos pueden ensuciarse de nuevo entre la sala de lavado y el comedor. Muchas plantas también suministrarán toallitas húmedas en las mesas del comedor. El comedor, así como el área de casilleros, deberían tener suministro de aire filtrado con presión positiva, y tapetes para limpieza del calzado

**Salas de regaderas:** Al final del turno de labores, todos necesitan ducharse a fondo. Primero, se envían para su limpieza las ropas sucias y el equipo protector. Luego los trabajadores necesitan entrar a la sala de regaderas. Es mejor ubicar la sala de regaderas entre las áreas de casilleros limpia y sucia, de manera que la

única manera en que una persona pueda acceder al área de casilleros limpios sea a través de la ducha. Las personas pueden regresar de la sala de regaderas usando sus sandalias, de manera que estén de regreso en su casillero limpio para el día siguiente. Después de ducharse, pueden recoger su ropa de calle y sus efectos personales en el área del casillero limpio, e irse a casa.

**En teoría, un Programa de Control de Plomo en Sangre es bastante simple: limitar la dosis a una cantidad menor a la capacidad de la persona para excretarla.**

En teoría, un Programa de Control de Plomo en Sangre es bastante simple: limitar la dosis a una cantidad menor a la capacidad de la persona para excretarla. Por supuesto, en la práctica esto involucra mucha atención al detalle junto con las instalaciones y equipos de higiene adecuados. No es factible dentro de este formato el discutir

todo aspecto o variación cultural posibles de un programa de control de plomo en sangre. Puede tomar de 2 a 3 veces más el disminuir un nivel de plomo en sangre, de lo que toma aumentarlo. Es importante tener en mente que la mejor manera de disminuir el plomo en sangre es evitando que aumente, en primer lugar. Pero independientemente del nivel inicial de plomo en sangre, el programa de control de plomo en sangre es el mismo.

Mi objetivo en este documento ha sido el delinear las mejores prácticas en la implementación y el mantenimiento de un programa de control de plomo en sangre. Aún hay mucho que aprender acerca de cómo puede mantenerse bajo el nivel de plomo en la sangre. Si compartimos un interés profesional en común en la reducción y el control del plomo en sangre, contácteme vía correo electrónico, teléfono o en una conferencia de la industria.

Dan Askin  
ESCA Tech, Inc.  
dan@esca-tech.com  
414-962-LEAD