



**PROTOCOLO DE VIGILANCIA OCUPACIONAL POR
EXPOSICIÓN A METALES**

BORRADOR

2020

AUTORÍA

Departamento de Salud Ocupacional
División de Políticas Públicas Saludables y Promoción
Subsecretaría de Salud Pública
Ministerio de Salud

CONSULTA PÚBLICA

Fecha de Consulta Pública

BORRADOR

TABLA CONTENIDOS

| | | |
|-------|---|----|
| 1. | ANTECEDENTES | 1 |
| 2. | OBJETIVO | 4 |
| 3. | OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 4 |
| 4. | TRABAJADOR y TRABAJADORA EXPUESTA..... | 5 |
| 5. | DIFUSIÓN | 5 |
| 6. | VIGILANCIA AMBIENTAL | 6 |
| 6.1. | Identificación y Evaluación cuantitativa del agente: | 6 |
| 6.2. | Periodicidad de la evaluación cuantitativa | 7 |
| 6.3. | Plazos para la entrega de informes | 10 |
| 6.4. | Formato de informe de evaluación de riesgo | 11 |
| 6.5. | Definición de trabajadores trabajadoras expuestos que requieren vigilancia de salud | 11 |
| 6.6. | Medidas preventivas: | 11 |
| 6.7. | Verificación de medidas preventivas | 12 |
| 6.8. | Capacitación | 12 |
| 6.9. | Notificación a la Autoridad Sanitaria | 13 |
| 6.10. | Sistemas de Gestión en SST | 14 |
| 6.11. | Participación de CPHyS | 14 |
| 7. | VIGILANCIA SALUD | 15 |
| 7.1. | Respecto a la toxicología de los metales que aborda este protocolo | 15 |
| 7.2. | Respecto a la Vigilancia de Salud | 27 |
| 7.3. | Notificación a la Autoridad Sanitaria: | 34 |
| 7.4. | Requisitos de calidad de las prestaciones | 34 |
| 8. | INTEGRACIÓN VIGILANCIA AMBIENTAL Y SALUD | 35 |
| 9. | COMPETENCIAS PROFESIONALES | 36 |
| 10. | EVALUACIÓN DE PROTOCOLO | 37 |
| 11. | RESPONSABILIDADES | 38 |
| 12. | DEFINICIONES | 39 |
| 13. | MARCO REGULATORIO | 40 |
| 14. | ANEXOS | 42 |

1. ANTECEDENTES

Los metales son ampliamente utilizados en diversas actividades económicas, como son la industria minera, automotriz, aeroespacial, electrónica, fabricación de vidrios y pigmentos, en la construcción, como estabilizadores de pinturas y plásticos, como catalizadores e intermediarios en la industria química y farmacéutica. En la agricultura han sido utilizados como pesticidas.

Ciertos metales, como el cromo y el manganeso, son necesarios para el metabolismo normal (micronutrientes). Otros, tales como el plomo, mercurio, arsénico y cadmio, carecen de función fisiológica. A dosis altas, sin embargo, todos son tóxicos.

La población general se expone a metales provenientes fuentes de emisión naturales tales como la actividad volcánica, erosión de los suelo, actividad geotérmica, entre otras, y estas eventuales fuentes de exposición natural pueden ser muy relevantes por lo que deben ser consideradas al momento de interpretar resultados de laboratorio.

En el ámbito laboral, hay un número importante de trabajadores con exposición a estos metales, los cuales tienen efectos tóxicos agudos y crónicos relevantes. La pesquisa precoz de estos efectos puede cambiar el pronóstico de la enfermedad, existiendo indicadores para un adecuado monitoreo, ya sea médico o biológico.

En general, los efectos tanto agudos como crónicos de los metales, dependen de la forma química del metal (orgánica o inorgánica) y del estado de valencia del metal involucrado. Estos efectos toxicológicos pueden ocurrir rápidamente tras la exposición (efectos agudos) o pueden ser observables a largo plazo (efectos crónicos). Los efectos tóxicos de los metales pueden ocurrir por desestructuración de la estructura celular de los tejidos afectados, como por ejemplo el plomo que puede afectar la estructura de la membrana celular de los eritrocitos, lo que determina que éstos rápidamente sufren hemólisis. Este tipo de mecanismo de acción de los metales corresponde a mecanismos inespecíficos o mecanismos relacionados con la estructura celular. Por otra parte, existe un segundo tipo de mecanismo de acción para los metales, que corresponde a mecanismos específicos o mecanismos que afectan la función celular. Dentro de este tipo de mecanismos de acción se puede observar la interferencia por parte del metal sobre la acción de enzimas específicas que cumplen roles importantes en el metabolismo.

Lo relevante en relación a los mecanismos de acción señalados, es que esta división mencionada, mecanismos inespecíficos o mecanismos relacionados con la estructura

celular, versus los mecanismos específicos o mecanismos relacionados con la función celular, es una división fundamentalmente didáctica y que pretende facilitar el estudio y comprensión de los mecanismos de acción de los metales. Lo anterior se debe aclarar ya que, en la práctica, es más habitual observar que un mismo metal tiene varios mecanismos de acción y en general son mixtos, vale decir, el mismo metal tiene mecanismos de acción tanto inespecíficos como específicos. A modo de ejemplo nuevamente podemos mencionar al plomo, el que puede causar anemia por ambos tipos de mecanismo de acción. Por una parte mediante mecanismos inespecíficos, por desestabilización de la membrana celular, causa anemia hemolítica, y por otra parte, el plomo puede causar anemia por mecanismos específicos por interferencia en procesos metabólicos durante la síntesis del grupo hem.

Un determinante crítico de la toxicidad de un metal es la vida media que éste posee, la que puede ser tan larga como de 20 a 30 años para el cadmio y el plomo y tan corta, de pocas horas o días, como para el arsénico y el cromo.

El análisis y estudio del comportamiento biológico de un metal, o de cualquier sustancia química en general, corresponde a lo que se conoce como toxicocinética. Esto involucra todos los procesos que ocurren con la sustancia química desde el momento en que ocurre la exposición e ingreso de la sustancia al interior del organismo, hasta su eliminación final. De esta forma, la toxicocinética involucra una serie de subprocesos, los cuales corresponden a:

1. La absorción. Esto es el paso de la sustancia química a través de alguna membrana biológica, como puede ser la piel, la mucosa digestiva, la mucosa del aparato respiratorio.
2. La distribución. Esto corresponde a la llegada de la sustancia química a los distintos tejidos del organismo, lo que generalmente ocurre a través de la sangre.
3. La biotransformación o metabolismo. Son cambios estructurales que sufre la sustancia química dando por producto lo que se conoce como metabolitos, los cuales pueden ser compuestos inactivos producto de la degradación metabólica de la sustancia química original, o pueden ser compuestos activos que, de hecho, pueden incluso ser más activos que la sustancia original. Esto último corresponde a lo que se conoce como bioactivación.
4. La eliminación, que corresponde a la excreción de la sustancia química para salir del organismo y puede ocurrir a través de la orina, de la heces, del sudor, la saliva, la leche materna, las lágrimas, el aire exhalado.

La vía de entrada de cualquier metal hacia el organismo, puede ocurrir a través de la ingesta, la inhalación y por absorción transdérmica. En términos generales, cuando se

trata de metales en el ambiente ocupacional, la principal vía de ingreso al organismo es la inhalatoria, seguida de la digestiva. La vía transdérmica es mucho menos relevante ya que la mayoría de los metales se absorben muy poco a través de la piel. Una vez que el metal es absorbido, es transportado por la sangre a los distintos tejidos y órganos. Sin embargo, es preciso mencionar que el metal en la sangre es transportado mayoritariamente unido a proteínas plasmáticas y/o a los eritrocitos, mientras que una pequeña fracción está libre en el plasma. Esto último es relevante ya que la fracción toxicológicamente activa del metal es aquella proporción que viaja libre en el plasma. Luego, mediante este transporte sanguíneo, el metal alcanzará el o los órganos donde ejercerá su acción biológica. Asimismo, a través de la sangre alcanzará aquellos órganos o tejidos donde el metal puede ser biotransformado. Aquí es muy importante aclarar que no todos los metales sufren biotransformación, de manera tal que este proceso existirá o no según el metal involucrado. Finalmente, el metal será eliminado del organismo en su estado original o en forma de metabolitos resultantes de su biotransformación (cuando el metal es metabolizado).

Los metales pueden transferirse al feto y recién nacido a través de la placenta y la leche materna respectivamente.

El presente protocolo establece la actuación en materia de vigilancia ambiental y de salud por exposición a arsénico, cadmio, cromo, manganeso, mercurio y plomo, y las responsabilidades de las entidades empleadoras, organismos administradores y todos los que participan en la aplicación de esta normativa.

2. OBJETIVO

Mantener la salud de la población laboral con exposición a los metales: arsénico, cadmio, cromo, manganeso, mercurio, y plomo a través del control de la exposición a estos metales en el ambiente laboral y la pesquisa de posibles alteraciones a la salud derivadas de su exposición.

3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

3.1 Estandarizar la actuación de vigilancia ambiental respecto a:

3.1.1 La identificación y evaluación de riesgo de los metales establecidos en este protocolo para conocer las concentraciones ambientales de metales en aire a que están expuestos los trabajadores y trabajadoras en sus lugares de trabajo, así como la distribución del contaminante en los distintos sectores de la faena

3.1.2 Las medidas preventivas que deben ser cumplidas por las entidades empleadoras con exposición a metales para que las adopten oportuna y eficazmente tanto en el ámbito ingenieril, administrativo y de protección personal para el riesgo residual.

3.1.3 La verificación de medidas preventivas y las acciones que se derivan de sus resultados

3.1.4 La identificación de los trabajadores y trabajadoras expuestos que requieren vigilancia ambiental y vigilancia de la salud

3.2 Estandarizar la actuación de vigilancia de salud respecto a:

3.2.1 Las evaluaciones de salud

3.2.2 Los criterios de normalidad y alteración/contraindicación y conductas respecto a resultados de exámenes.

3.3 Establecer criterios de Notificación a la Autoridad Sanitaria

3.4 Definir la integración entre los procesos de vigilancia ambiental y de la salud

3.5 Señalar los requisitos de calidad de las prestaciones

3.6 Determinar las responsabilidades de los involucrados en el desarrollo de este protocolo

3.7 Establecer criterios de evaluación de este protocolo

4. TRABAJADOR y TRABAJADORA EXPUESTA

Se entenderá como trabajador y trabajadora expuesta sujeto a vigilancia ambiental, a aquel que se desempeñe en ambientes laborales donde exista la presencia de metales considerados en este protocolo.

Se entenderá como trabajador y trabajadora expuesta sujeto a vigilancia de salud a aquel que se desempeñe en un ambiente de trabajo cuya concentración promedio ponderada, producto de un muestreo de tipo personal y representativo de una jornada de trabajo habitual, alcance el 50% o más del Límite Permisible Ponderado (LPP) de las sustancias señaladas en este protocolo, corregidos si corresponde, de acuerdo a la normativa vigente.

5. DIFUSIÓN

Este protocolo debe ser conocido por el equipo de profesionales de los Organismos Administradores de la Ley 16.744 (OAL) y Administradores de la Ley (AD) que estén involucrados en el proceso de vigilancia ambiental y de salud de metales.

Los OAL y AD serán responsables de la difusión de este protocolo a las Entidades Empleadoras

Las Entidades Empleadoras serán responsables de la difusión de este protocolo a los trabajadores, trabajadoras, sindicatos, comités paritarios.

Esta difusión se acreditará a través de los siguientes mecanismos que deben estar disponibles en el OAL/AD y Entidad Empleadora según corresponda, para su verificación por parte de la Autoridad Sanitaria:

- OAL/AD, algún mecanismo de difusión verificable (correos masivos, carta, campaña difusión, seminarios, entre otros)
- Entidad Empleadora, un documento que debe indicar:
 - Nombre del protocolo y contenidos difundidos y nombre de encargado de difusión
 - Nombre, RUT y firma de los trabajadores y trabajadoras de la entidad empleadora que participaron en la difusión según corresponda
 - Fecha de la difusión

6. VIGILANCIA AMBIENTAL

El proceso de vigilancia ambiental de este protocolo se inicia con la identificación del agente de riesgo y la evaluación del riesgo de exposición a metales, continúa con la definición de las medidas preventivas aplicables y su verificación en el tiempo. Incluye la definición de las trabajadoras y trabajadores expuestos.

6.1. Identificación y Evaluación cuantitativa del agente:

La identificación del agente debe dar cuenta de la presencia de los metales y la evaluación cuantitativa debe ser representativa de los niveles de estos agentes a los que están expuestos efectivamente los trabajadores/trabajadoras.

La identificación del agente de riesgo es responsabilidad de la Entidad Empleadora y debe ser realizada con la participación de los trabajadores, la que debe estar documentada y contener la firma del representante de la Entidad Empleadora y de al menos un trabajador/trabajadora.

La evaluación cuantitativa del riesgo es responsabilidad del OAL/AD, para lograr esto es importante conocer al menos, los siguientes antecedentes que deben ser aportados por la Entidad Empleadora al OAL/AD, a solicitud de este último:

- a. El o los procesos y sus etapas, identificando las etapas críticas.
- b. Las materias primas, productos intermedios y finales.
- c. La existencia y número de ciclos productivos.
- d. Niveles de producción.
- e. Turnos y horarios de trabajo, así como los ciclos de turnos cuando corresponda.
- f. La altura geográfica donde están ubicados los sitios o puestos de trabajo a evaluar
- g. Área de trabajo
- h. Puesto de trabajo
- i. Tareas con exposición a metales

La evaluación cuantitativa debe considerar las estrategias y criterios de muestreo, en base a lo establecido en capítulo IX, del Manual Básico sobre Mediciones y Toma de Muestras Ambientales y Biológicas en Salud Ocupacional, del Instituto de Salud Pública de Chile versión 2013.

Para efectos de la aplicación de este protocolo, las evaluaciones de exposición ocupacional deberán entenderse de tipo personal (el trabajador/trabajadora porta el tren de muestreo) y cubrir al menos el 70% de la jornada de trabajo habitual. Sin embargo, cuando más de un trabajador/trabajadora desarrolla las mismas actividades, se podrá aplicar, para la elección de una muestra representativa, el criterio de “Grupos de Exposición Similar”, considerando lo establecido en el Manual Básico sobre Mediciones y Toma de Muestras Ambientales y Biológicas en Salud Ocupacional, en la letra a) del ítem 9.9.

Para las sustancias que tienen LPT se deberá consultar con el laboratorio que analizará las muestras, el volumen o la masa mínima a muestrear.

El procedimiento para la toma de muestra de metales en aire, sea esta de tipo personal o del ambiente de trabajo, deberá ajustarse al Protocolo para la Toma de Muestra de Metales en Aire con Filtro MEC, del Instituto de Salud Pública de Chile, 2016.

6.2. Periodicidad de la evaluación cuantitativa

La periodicidad de la evaluación cuantitativa variará de acuerdo a la clasificación de los metales señalada por la Agencia internacional para la investigación del cáncer (IARC), de acuerdo a lo establecido en las tablas 1 y 2

Tabla N°1

Periodicidad Vigilancia Ambiental para metales clasificados como A1 y A2:

Arsénico, Cadmio y Cromo (compuestos hexavalentes solubles e insolubles)

| Nivel de Riesgo | Relación entre CPP (1) y LPP(2) | Periodicidad de la Evaluación |
|------------------------|--|--------------------------------------|
| 1 | Menor o igual al LPP(3) | Cada 2 años |
| 2 | Supera el valor LPP | Cada 1 año |
| 3 | Supera 5 veces valor LPP | Cada 1 año |
| | Supera valor LPT | |

Notas:

- (1) Concentración Promedio Ponderada.
- (2) Límite Permisible Ponderado.
- (3) Las evaluaciones siempre cada 2 años, cualquiera sea la concentración promedio ponderada encontrada en el rango indicado.

Tabla Nº2

Periodicidad Vigilancia Ambiental para metales clasificados como A3, A4 y sin clasificación

Cromo Metal (compuestos Trivalentes), **Manganeso** (humos, polvos y compuestos),
Mercurio Inorgánico y Plomo

| Nivel de Riesgo | Relación entre la CPP (1) y el LPP (2) | Periodicidad de la Evaluación |
|------------------------|---|--------------------------------------|
| 1 | Menor o igual al LPP(3) | Cada 3 años |
| 2 | Supera el valor LPP | Cada 2 años |
| 3 | Supera 5 veces valor LPP | Cada 1 año |
| 4 | Supera valor LPT | Cada 1 año |

Notas:

(1) Concentración Promedio Ponderada.

(2) Límite Permisible Ponderado.

(3) Las evaluaciones siempre cada 3 años, cualquiera sea la concentración promedio ponderada encontrada en el rango indicado.

Según sea el número de trabajadores se podrá utilizar, para determinar una muestra representativa, el criterio de Grupo de Exposición Similar, señalado en el capítulo IX, del Manual Básico sobre Mediciones y Toma de Muestras Ambientales y Biológicas en Salud Ocupacional, del Instituto de Salud Pública de Chile versión 2013.

6.3. Plazos para la entrega de informes

Los OAL/AD deberán remitir los informes técnicos de las evaluaciones a las Entidades Empleadoras, en los plazos establecidos a continuación.

Cuando NO se supera el LPP

El informe deberá remitirse a las Entidades Empleadoras dentro del plazo de 90 días a partir de la fecha en que el OAL/AD recibe los resultados analíticos de las muestras tomadas. En los informes técnicos respectivos, los OAL/AD deberán especificar las medidas prescritas a la Entidad Empleadora.

Por su parte, las Entidades Empleadoras deberán informar estos resultados al Comité Paritario y a los trabajadores y trabajadoras.

Cuando se supera el LPP o 5 veces el LPP o el LPT

Una vez conocidos los resultados analíticos de las muestras, el OAL/AD deberá prescribir a la Entidad Empleadora, dentro del plazo de las 48 horas siguientes, las medidas de control que ésta deberá implementar de manera inmediata.

Respecto del informe técnico correspondiente, el OAL/AD deberá remitirlo a la Entidad Empleadora respectiva en el formato estipulado y dentro del plazo de 90 días a contar de la fecha en que recibe los resultados analíticos de las muestras tomadas, sin perjuicio de las medidas y plazos que estime la Autoridad Sanitaria.

Por su parte, las Entidades Empleadoras deberán informar estos resultados al Comité Paritario y a los trabajadores y trabajadoras.

Cada vez que se produzca un cambio en el proceso productivo o haya un aumento significativo del nivel de producción u otro cambio en el proceso productivo; la Entidad Empleadora deberá informar al OAL/AD para que éste efectúe una nueva evaluación, de manera de establecer el nuevo nivel de riesgo en que se encuentra la Entidad Empleadora.

6.4. Formato de informe de evaluación de riesgo

El informe de evaluación cuantitativa de los agentes de riesgo de este protocolo, debe ser realizado por el OAL/AD para su envío a la Entidad Empleadora y debe cumplir con los requisitos y contenidos establecidos en el anexo N° 1 del presente protocolo.

6.5. Definición de trabajadores trabajadoras expuestos que requieren vigilancia de salud

En base a los resultados de la evaluación cuantitativa del riesgo, el OAL/AD entregará asistencia técnica a la entidad empleadora para elaborar la lista de trabajadoras y trabajadores expuestos que requieren vigilancia de salud de acuerdo a la definición del presente protocolo. Esta lista de trabajadoras y trabajadores debe ser enviada por la Entidad Empleadora al OAL/AD en un plazo no superior a 10 días.

La actualización de este listado debe ser realizada anualmente por la Entidad Empleadora, cuya responsabilidad además es de informar estas actualizaciones al OAL/AD respectivo.

6.6. Medidas preventivas:

La implementación de las medidas preventivas es responsabilidad de la Entidad Empleadora.

Estas medidas ya sea por definición propia o por indicación de los OAL/AD, deberán priorizar las de tipo ingenieril y/o administrativas, en lo posible, eliminar o sustituir los materiales o productos identificados. Si persiste el riesgo después de haber realizado todos los esfuerzos en estos ámbitos del control, el riesgo residual se cubrirá con la utilización de elementos de protección personal.

La selección, utilización y control de los equipos de protección respiratoria, deberá realizarse de acuerdo a lo señalado en la Guía para la Selección y Control de Protección Respiratoria del Instituto de Salud Pública de Chile, Resolución N° 1391, 13 agosto 2017.

La Entidad Empleadora debe contar con registro documentado de las acciones realizadas para dar cumplimiento a la selección, utilización y control de los equipos de protección respiratoria.

Cabe señalar que, sin perjuicio de lo señalado en el punto 4 a) de la referida Guía, para el caso de los metales abordados en este protocolo, requerirá de protección respiratoria cuando la concentración de estos metales esté sobre el 50% del LPP. Para los metales con efecto cancerígeno el uso de la protección respiratoria será independiente del valor de las concentraciones ambientales, es decir debe ser utilizada si existe presencia del metal en el ambiente laboral.

6.7. Verificación de medidas preventivas

Cuando la Entidad Empleadora haya implementado las medidas de control o dentro de los plazos que determine la Autoridad Sanitaria respectiva, el OAL/AD deberá realizar una nueva evaluación. Luego, con los nuevos resultados encontrados se deberá reclasificar a la Entidad Empleadora en el Nivel de Riesgo que corresponda según las tablas N°1 y 2.

El OAL/AD debe verificar en terreno el cumplimiento de las medidas preventivas indicadas.

6.8. Capacitación

- La Entidad Empleadora será responsable de informar a los trabajadores y trabajadoras acerca de los metales abordados en este protocolo, sobre los resultados de la identificación y evaluación de riesgos, los efectos en la salud, las medidas preventivas y los métodos de trabajo correctos.
- La Entidad Empleadora será responsable de capacitar a los trabajadores y trabajadoras acerca de los metales de acuerdo a los contenidos más abajo señalados, los trabajadores y trabajadoras de asistir a dicha capacitación y los OAL/AD ofrecer los cursos necesarios para dar cumplimiento a la capacitación. Las Entidades Empleadoras pueden acceder a cursos que dicten otras instituciones distintas a los OAL/AD.
- Dicha capacitación debe contener los siguiente contenidos mínimos:
 - Conceptos básicos de metales, vías de ingreso y efectos en la salud
 - Resultados de la identificación y evaluación de riesgos
 - Medidas preventivas para el control del riesgo
 - Uso correcto y cuidados de los equipos de protección personal

- La capacitación podrá ser realizada a través de la modalidad presencial, e-learning u otra que asegure la entrega y comprensión de los contenidos a los trabajadores y trabajadoras expuestos a metales. Deberá incluir una parte práctica específicamente para el manejo y uso de los EPP.
- La capacitación será de al menos 1 hora de duración.
- La periodicidad será cada 1 año y la modalidad podrá variar conforme los requerimientos de aprendizaje de los trabajadores y trabajadoras.

6.9. Notificación a la Autoridad Sanitaria

- Cuando se supera el LPP

Si se supera el LPP pero no 5 veces su valor, el OAL/AD deberá notificar a la Autoridad Sanitaria Regional correspondiente, dentro del plazo de 10 días hábiles contados desde la fecha en que se recibieron los resultados analíticos de las muestras tomadas, a través de medio electrónico con el formulario señalado en el anexo N°2 u otro mecanismo indicado por el MINSAL.

- Cuando se supera 5 veces el LPP o el LPT

Esta situación el OAL/AD deberá notificarla a la Autoridad Sanitaria Regional correspondiente, dentro del plazo de 5 días hábiles contados desde la fecha en que se recibieron los resultados analíticos de las muestras tomadas, utilizando para ellos un medio electrónico con el formulario señalado en el anexo N°2 u otro mecanismo indicado por el MINSAL.

- En el caso de incumplimiento de las medidas preventivas indicadas por el OAL/AD, éste deberá notificar a la Autoridad Sanitaria Regional correspondiente, dentro del plazo de 10 días hábiles contados desde la fecha en que se realizó la verificación de medidas.

Cabe señalar que la Autoridad Sanitaria Regional podrá solicitar evaluaciones ambientales o biológicas cuando lo estime necesario.

6.10. Sistemas de Gestión en SST

En el caso que corresponda a la Entidad Empleadora contar con un Sistema de Gestión de Riesgos de acuerdo a lo establecidos en el Decreto 76 “Aprueba reglamento para la aplicación del artículo 66 bis de la ley n° 16.744 sobre la gestión de la seguridad y salud en el trabajo en obras, faenas o servicios que indica”, la Entidad Empleadora debe incorporar el agente de riesgo metales al sistema de gestión referido, especificando el metal.

6.11. Participación de CPHyS

En el caso que corresponda a la Entidad Empleadora contar con un Comité Paritario de Higiene y Seguridad (CPHyS), éste debe incorporar en su cronograma de trabajo, actividades relacionadas con la gestión preventiva de la exposición a metales

BORRADOR

7. VIGILANCIA SALUD

7.1. Respecto a la toxicología de los metales que aborda este protocolo

Arsénico (As)

El arsénico es un metaloide usado en la fabricación de plaguicidas, colorantes, soldaduras, industria del vidrio, aleaciones con otros metales, minería y en la industria electrónica. Se encuentra ampliamente distribuido en la corteza terrestre y en concentraciones variables en rocas, suelos, aire y agua.

El arsénico se encuentra presente de forma natural en toda la corteza terrestre. Está presente a distintas concentraciones en el suelo, el agua y el aire. Desde el punto de vista químico, el arsénico se encuentra en formas químicas orgánicas e inorgánicas. Esta separación es fundamental ya que las formas orgánicas, presentes en los productos del mar, son de toxicidad extremadamente baja, al punto que toxicológicamente no tienen interés científico. Por otra parte, las formas químicas inorgánicas del arsénico son las que realmente levantan el interés toxicológico sobre el arsénico ya que tienen una capacidad tóxica especialmente alta. Luego, estas formas inorgánicas puede encontrarse en la naturaleza bajo estados de valencia trivalentes y pentavalentes. Lo relevante de esto último es que las formas trivalentes son más tóxicas que las pentavalentes. Sin embargo, la importancia de este último hecho es algo relativo si se considera que la ruta metabólica del arsénico implica que antes ser biotransformado, el arsénico pentavalente debe ser reducido a arsénico trivalente para ser bioactivado.

Toxicocinética y Toxicodinamia

Los compuestos arsenicales se absorben principalmente por inhalación e ingestión. En el medio laboral la vía inhalatoria es la más relevante. En la sangre es transportado por los glóbulos rojos y rápidamente distribuido hacia el hígado, riñón, músculo, hueso, piel y pelo, alcanzando un peak plasmático a los 60 minutos (después de una dosis oral única).

El arsénico que ingresa a través de la ingesta oral de la sustancia química, se absorbe a una tasa que va del 95% en adelante. Por su parte, cuando es inhalado, el arsénico es absorbido en un 60 a 90%. Independientemente de la vía a través de la que es absorbido, sea inhalatoria o digestiva, el arsénico trivalente y pentavalente finalmente llegan al hígado, donde el arsénico debe ingresar al hepatocito para ser biotransformado. Para el

arsénico pentavalente es necesario que éste sea reducido a la forma trivalente para poder ingresar a la célula hepática. Luego de todo esto, el arsénico absorbido en su forma trivalente y el arsénico pentavalente ahora transformado en arsénico trivalente, es biotransformado a través de dos procesos sucesivos de metilación. De esta manera, el arsénico trivalente pasa por una metilación en el hepatocito, siendo transformado en ácido monometilarsónico (MMA). Luego este MMA sufre una segunda metilación, siendo transformado en ácido dimetilarsónico (DMA). El MMA y el DMA corresponden a lo que se conoce como metabolitos metilados del arsénico y la capacidad tóxica de estos metabolitos es mayor a la toxicidad del arsénico en su estado original. De esta forma, la biotransformación o metabolismo del arsénico corresponde a una bioactivación. La eliminación del arsénico ocurre a través de la orina, donde se encuentra una parte del arsénico inorgánico sin biotransformar junto con MMA y DMA. El proceso de excreción del arsénico a través de la orina ocurre en el transcurso de las 48 a 72 horas posteriores a su ingreso al organismo.

El arsénico inorgánico tiene múltiples mecanismos de acción. Entre ellos destacan su unión a grupos sulfhidrilos, interferencia con sistemas enzimáticos involucrados en la respiración celular, alteración del metabolismo del glutatión y de la reparación del ADN.

Efectos Crónicos

Se han descrito una serie de efectos crónicos producto de la exposición de largo plazo al arsénico. De forma característica el tejido que más se afecta y que expresa efectos de manera más temprana es la piel. Las lesiones más habituales en la piel corresponden a alteraciones de la pigmentación, donde aparecen hiperpigmentación e hipopigmentación que conforman lo que se conoce como leucomelanosia arsenical, donde se observan lesiones maculares hipopigmentadas distribuidas en forma de “gotas de lluvia” sobre un fondo de piel hiperpigmentada. Además de las alteraciones en la pigmentación, la piel puede verse afectada en cuanto a la aparición de lesiones queratósicas. De esta manera es habitual observar hiperqueratosis en palmas y plantas bastante características. Por otra parte, en las uñas es posible apreciar lo que se conoce como líneas o lesiones ungueales bandas de Mees.

Desde el punto de vista neurológico, se observa que aparecen polineuropatías sensoriomotoras simétricas. Un signo temprano del examen físico es la disminución de la sensibilidad a las vibraciones.

El arsénico puede causar efectos crónicos en la función hepática, renal y respiratoria. De esta forma, el arsénico puede ser causal de enfermedad pulmonar obstructiva crónica, insuficiencia hepática crónica, insuficiencia renal crónica.

El arsénico está categorizado como sustancia cancerígena para seres humanos. De esta manera, el arsénico es clasificado Grupo I por la IARC, debido a que se ha demostrado su capacidad de inducir cáncer de piel, de vejiga y de pulmón. Cuando se trata de trabajadores expuestos en forma crónica al arsénico, se describe también el desarrollo de angiosarcoma hepático.

Cadmio (Cd)

El cadmio es un elemento químico que no interviene en ningún proceso metabólico esencial en las reacciones bioquímicas de los seres vivos. En su forma natural es sólido. Es un metal de aspecto plateado gris metálico, dúctil y maleable, de densidad 8.65 g/cm³. Su punto de fusión es de 321°C y el de ebullición de 778°C. Es buen conductor de la electricidad y del calor. Sus minerales están estrechamente ligados a los del zinc y del plomo. Por esto es que el cadmio constituye un subproducto de la minería del plomo y del zinc. Los principales compuestos utilizados en la industria son: Óxido de Cadmio (CdO), Sulfuro de Cadmio (SCd), Cloruro de Cadmio (CdCl₂), Bromuro de Cadmio (CdBr₂), Sulfato de Cadmio (CdSO₄).

Sus principales usos y fuentes de exposición se encuentran en: La extracción del cadmio a partir de los residuos provenientes de la industria del zinc, cadmiado de metales realizado por templado o por procedimientos electrolíticos, aleaciones con acero en la manufactura de rodamientos y cables eléctricos lo que aumenta la ductibilidad de estos últimos. Se usa además en la fabricación de electrodos de soldadura, acumuladores eléctricos de cadmio-níquel, en la industria atómica como fuente de captación de exceso de electrones, pigmentos para pinturas (Sulfuro o amarillo de cadmio). Se usa además como estabilizante en la industria del plástico, fabricación de celdas solares y en la soldadura y corte de aleaciones de cadmio.

Toxicocinética y Toxicodinamia

Las principales vías de absorción del cadmio son la vía digestiva y la respiratoria. En la población no expuesta laboralmente las dos principales fuentes de exposición la constituyen la alimentación y el tabaco, pero en el ámbito de la Salud Ocupacional es la vía respiratoria la de mayor relevancia. Hasta un 50% de las partículas que llegan a los

alvéolos pulmonares son absorbidas y pasan a la sangre en donde en su mayor parte (90 a 95 %) viaja fijado a la hemoglobina. Se acumula especialmente en los pulmones, el hígado, el riñón, el páncreas, la glándula tiroides, los testículos y las glándulas salivales, siendo los más importantes el riñón y el hígado. En este último se almacena el 60 al 80% del cadmio del organismo. Los tejidos ante su presencia sintetizan metalotioneína, que corresponde a una proteína de muy baja densidad a la cual el cadmio se fija reduciendo así su toxicidad sobre los tejidos. Cuando la síntesis de esta proteína se ve sobrepasada por las concentraciones de cadmio presente, el cadmio libre comienza a ejercer su toxicidad sobre el tejido respectivo. Los mecanismos de acción del cadmio están dados por su unión a los grupos sulfhidrilo de las células y de las enzimas, interferencia con la fosforilación oxidativa a nivel mitocondrial y disminuye la concentración de 1 alfa antitripsina en el pulmón, además inhibe la deshidrogenasa láctica, la anhidrasa carbónica y la bomba de Na-K ATP asa. Su vida media biológica es de aproximadamente 15 años. La excreción del cadmio se produce principalmente por la orina unido a metalotioneína, también se excreta por los fanéreos y por vía digestiva donde sufre una circulación enterohepática.

Efectos Crónicos

Alteraciones renales: La combinación de presencia de cadmio en la orina acompañado de beta-2 microglobulinuria o albuminuria es una condición ampliamente aceptada para establecer el diagnóstico de nefropatía por cadmio. El cadmio produce un daño tubular que se expresa por microalbuminuria, proteína fijadora de retinol y o albuminuria de albúminas de mayor peso molecular que puede acompañarse de glucosuria o aminoaciduria.

Al daño tubular le sigue un daño glomerular debido a la nefritis intersticial secundaria al daño tubular. El daño renal es de lenta progresión pero puede llevar al paciente a una insuficiencia renal grave después de varios años de exposición.

Existe una gran excreción de fosfatos de calcio que hacen que la incidencia de litiasis renal sea mucho mayor en trabajadores expuestos que en la población no expuesta laboralmente.

Trastornos respiratorios: Se han descrito hiposmia, rinitis, bronquitis, enfisema y síndrome obstructivo moderado. Este último después de 20 años de exposición.

Trastornos óseos: En intoxicaciones muy avanzadas aparece osteomalacia con dolores intensos en la pelvis y extremidades inferiores (enfermedad de Itai Itai). Existen fisuras

simétricas comúnmente situadas en el cuello del fémur conocidas como estrías de Milkman-Looser que son secundarias a la gran pérdida de fosfato cálcico por la orina.

Carcinogenicidad: El año 1993 el Cadmio y sus compuestos fueron clasificados por la IARC en grupo I, es decir considerados como carcinogénicos para el hombre. Los estudios demuestran un aumento significativo en la prevalencia del cáncer de pulmón en trabajadores que se han expuesto crónicamente a Cadmio.

Cromo (Cr)

El cromo es un metal duro, grisáceo, muy resistente al uso y a la corrosión, distribuido ampliamente como cromita (FeOCr_2O_3), que es su principal mineral de interés comercial. Existe principalmente bajo tres estados de valencia, 0 (metal), III (compuestos crómicos) y VI (mono y dicromatos). El estado de valencia es un factor crítico en la determinación de la toxicidad de los compuestos de cromo. El cromo hexavalente es el más tóxico y es cancerígeno. No así el cromo trivalente, que es un oligoelemento esencial. En las técnicas de cromado se usa en grandes cantidades, como protector contra la corrosión, siendo ésta una actividad quizás la más frecuente de exposición ocupacional. El ferrocromo es utilizado para la producción de acero inoxidable. La soldadura al arco del acero inoxidable expone a humos con cromo. También se usa en la industria del cuero, textil y de la madera tanto por su efecto estabilizador como porque permite la fijación de otros compuestos (tinturas, fungicidas o insecticidas). El cemento es una forma potencial de exposición a cromo VI. De acuerdo a la IARC, los compuestos cromo VI son clasificados en categoría I y se les considera como asociados al desarrollo de cáncer pulmonar.

Toxicocinética y Toxicodinamia

Los compuestos de cromo hexavalente pueden ser absorbidos por ingestión e inhalación. En el medio laboral, la respiratoria es la vía de ingreso más relevante. Si bien es cierto, en el trabajo podría haber ingesta involuntaria de cromo hexavalente, su absorción es limitada a una tasa inferior al 5 -6% y además cuando es absorbido, en el tracto digestivo es transformado inmediatamente en cromo trivalente cuya toxicidad es muy limitada y no es cancerígeno. Una vez absorbido, el cromo hexavalente es captado por los eritrocitos donde es reducido. El cromo hexavalente entra fácilmente a las células, donde es convertido a cromo trivalente. Esta reducción se produce probablemente en todos los tejidos, pero se ha demostrado esencialmente en los eritrocitos, el hígado y los riñones. La excreción se realiza por vía renal.

Efectos Crónicos

Es excepcional que el cromo produzca cuadros clínicos sistémicos graves. Sus órganos blanco principales son piel y mucosas y pulmones. El cromo hexavalente presenta una acción irritante-corrosiva para la piel y mucosas, mientras que la forma trivalente es solo sensibilizante.

Piel: Produce una dermatitis de contacto, con eritema, erupción vesículo papular, pruriginosas, especialmente en manos y antebrazos. Puede evolucionar a Úlceras crónicas, de 5 a 10 mm de diámetro, bordes netos, indoloras, a veces pruriginosas, de difícil curación. Los sujetos atópicos no tendrían una mayor probabilidad de desarrollar una sensibilización al cromo que los sujetos no atópicos.

Mucosas: Atrofia de la mucosa nasal hasta perforación del tabique. Generalmente no dolorosa y puede asociarse a anosmia. Una elevación del umbral olfativo se verificaría antes de la ulceración y la perforación. Este efecto es dosis dependiente.

Cáncer: La acción cancerígena del cromo es esencialmente pulmonar, tras exposiciones de larga data. Si bien no tiene caracteres muy definidos, el cáncer pulmonar por cromo aparecería más en la periferia, sin alteraciones fibrogénicas. El carcinoma epidermoide sería el tipo de cáncer pulmonar más frecuente relacionado al cromo. El tiempo de latencia promedio después del cese de la exposición, se estima en 9-10 años. La exposición a cromatos podría favorecer también la aparición de cáncer de cavidades nasales y de laringe.

Mercurio (HG)

El mercurio es un metal líquido a temperatura ambiente. La erosión de los suelos y rocas, las erupciones volcánicas y los incendios forestales son fuentes naturales de emisión de mercurio. La absorción del mercurio por los vegetales podría explicar su presencia en los combustibles fósiles, tales como el carbón, el petróleo y el gas natural. Las tres principales formas de mercurio son su forma elemental o metálica, las sales inorgánicas y el mercurio orgánico (metil mercurio). La exposición profesional al mercurio elemental puede ocurrir en la minería del mercurio primario, como subproducto de la extracción o refinación de otros metales o minerales (oro, plata, zinc), en la recuperación del mercurio primario en la refinación de gas natural, en la industria eléctrica y electrónica, en la producción de cloro y soda cáustica y en la fabricación de instrumentos de medida y regulación (barómetros, termómetros, densímetros, etc.). Otras actividades en las que puede ocurrir la

exposición al mercurio es en la elaboración y aplicación de las amalgamas odontológicas y la joyería. La exposición a derivados inorgánicos es posible en la industria de componentes de pilas secas, en la industria química, donde se usa como catalizador de síntesis orgánica. Está presente también en diversos fijadores para examen anatomopatológico de tejidos, en pigmentos (sulfato mercúrico), sector farmacéutico y en la fabricación de sombreros de fieltro (nitrato de mercurio). El mercurio orgánico en tanto cada vez ve más restringido su uso en la agricultura como fungicida, bactericida e insecticida (alquilmercurio), como antifúngico del papel y las pinturas de látex (acetato de fenilmercurio).

Toxicocinética y Toxicodinamia

El comportamiento biológico del mercurio va a variar según se trate de mercurio elemental, mercurio inorgánico o mercurio orgánico.

Para el mercurio elemental o metálico la principal vía de entrada al organismo es la vía respiratoria por inhalación de vapores que se producen a temperatura ambiente. Un 80% de los vapores de mercurio inhalados se absorben a nivel alveolar, mediante difusión pasiva. Para el mercurio inorgánico, las vías de absorción son la inhalatoria y la digestiva, mientras que la absorción transdérmica es muy limitada. En cuanto a los derivados orgánicos, la vía de absorción es predominantemente digestiva, mientras que la absorción por vía inhalatoria es muy limitada y la absorción transdérmica es despreciable.

Una vez absorbido, el mercurio metálico es transportado a los diferentes órganos donde se oxida a ión mercúrico, pudiendo unirse a proteínas sanguíneas y tisulares. En la sangre, el mercurio derivado de las sales de mercurio inorgánico se distribuye entre las proteínas plasmáticas y los glóbulos rojos, en tanto que los derivados orgánicos se fijan básicamente en los glóbulos rojos.

El mercurio inorgánico en la sangre se encuentra adherido a los eritrocitos y a proteínas plasmáticas. Se distribuye por todo el organismo pero se acumula fundamentalmente en los riñones y en el sistema nervioso central.

Cuando se trata de mercurio orgánico, luego de su absorción es transportado por la sangre a todo el organismo pero su acumulación tienen lugar principalmente en el sistema nervioso central.

La vida media de eliminación y el proceso de excreción serán distintos dependiendo de la forma química del mercurio involucrada. De esta forma, cuando se trata de mercurio elemental o metálico el aclaramiento desde la sangre, plasma y eritrocitos se caracteriza por seguir un modelo bi-compartimental. La vida media en la sangre es de 3 a 8 días en

una fase inicial rápida, y de 45 días para la llamada fase lenta. Una eliminación lenta indica una alta cantidad de mercurio acumulado en los distintos órganos del individuo. La excreción ocurre fundamentalmente a través de la orina. Por otra parte, cuando se trata de mercurio inorgánico, la eliminación tienen lugar a través de la orina y una pequeña fracción no significativa se excreta a través de las heces. La vida media de eliminación de las sales de mercurio inorgánico se ha estimado en 24 a 40 días. Finalmente, para el mercurio orgánico, éste es desmetilado y excretado en un 90% por las heces como mercurio inorgánico en los seres humanos y menos del 10% por la orina. La vida media del mercurio orgánico es de aproximadamente 50 a 65 días aunque en algunos casos puede llegar hasta los 180 días.

Efectos Crónicos

Los efectos esperables tras la sobre exposición crónica al mercurio difiere de acuerdo a la forma química del mercurio involucrado. Cuando se trata de exposiciones ocupacionales, las formas químicas relevantes corresponden al mercurio elemental e inorgánico principalmente. Luego, el cuadro clínico para ambos tipos de mercurio, elemental e inorgánico, es muy similar debido a que el mercurio elemental es transformado en mercurio inorgánico en los tejidos donde se distribuye. De esta forma, los efectos clínicos de largo plazo, para el mercurio metálico o elemental y el mercurio inorgánico, son de tipo neurológico, dermatológico y renal.

Desde el ámbito neurológico, se describe el temblor mercurial y los síndromes de neurastenia y eretismo.

- El temblor mercurial se describe en numerosos casos como “un temblor intencional central” que se suprime durante el sueño; en los cuadros más severos se asocia con coreoatetosis y balismo espasmódico.
- La neurastenia corresponde a una sensación de debilidad y agotamiento corporal y físico tras esfuerzos mínimos, acompañado de dolores y molestias musculares y de incapacidad para relajarse.
- El eretismo mercurial o también llamado enfermedad del “Sombrero Loco” (debido a que antiguamente los fabricantes de sombreros de fieltro se intoxicaban en el proceso de secado de los sombreros, cuando el fieltro despedía vapores mercuriales, provenientes de los residuos de mercurio al tratar las pieles de conejos, liebres, ratas almizcleras, coipos, castores, con nitrato de mercurio), corresponde a un conjunto de signos que incluyen irritabilidad, hiperactividad, labilidad emocional, timidez, pérdida de la memoria. Otras manifestaciones neurológicas del mercurialismo inorgánico son

la neuropatía sensorio-motora, ataxia, anosmia y constricción céntrica del campo visual (“visión de túnel”).

A nivel nefrouinario, la intoxicación crónica con iones de mercurio se asocia con insuficiencia renal, con presentaciones clínicas que van desde una forma asintomática, caracterizada por proteinuria reversible, hasta un síndrome nefrótico con edema e hipoproteinemia. Un alto nivel de exposición puede provocar glomerulonefritis (mediada por complejos inmunes) con proteinuria y síndrome nefrótico.

Respecto de los efectos dermatológicos se observa lo que se conoce como acrodinia o “enfermedad rosada”, que corresponde a una reacción de hipersensibilidad idiosincrática. Se caracteriza por una induración eritematosa, edematosa y hiperqueratósica de las palmas, plantas y el rostro, junto con un rash rosado papilar que ha sido descrito como morbiliforme, urticarial, vesicular y hemorrágico; este rash puede progresar a una descamación y ulceración. La acrodinia también incluye sudoración excesiva, taquicardia, irritabilidad, anorexia, fotofobia, insomnio, temblores, parestesia, disminución de los reflejos tendinosos profundos y debilidad, y su pronóstico se considera favorable después del retiro de la fuente de exposición al mercurio.

En la exposición laboral también se han descrito síntomas gastrointestinales que consisten en sabor metálico y/o dolor urente en la boca, gingivoestomatitis, sialorrea, náuseas, aparición de un ribete pardo azulado en la encía llamado ribete de Gilbert y sensación de "dientes largos" que se vuelven movedizos y pueden caer.

Manganeso (Mn)

El manganeso es un metal muy duro de color gris acero. Es un elemento esencial en la actividad de diversas enzimas implicadas principalmente en el metabolismo de las proteínas y en el metabolismo energético, así como en la síntesis de los mucopolisacáridos y del colesterol. Las necesidades diarias de manganeso en la dieta son de 2-5 mg en un adulto. En estas condiciones, la concentración urinaria de manganeso debiera ser inferior a 2 µg/gr Creat. Presenta 11 estados de oxidación, siendo los más importantes +2, +4 y +7.

Se encuentra en la extracción y transporte del mineral, la industria metalúrgica, en la producción de acero, soldaduras, fabricación de pilas secas, envasado de las escorias de los convertidores, fabricación de derivados de manganeso, industria química y del vidrio y cerámica. De las formas orgánicas, se destaca el manganeso metil ciclo pentadienil tricarbonil, usado como aditivo antidetonante de bencinas sin plomo.

La intoxicación crónica por manganeso ha sido observada principalmente en las faenas de extracción del metal.

Toxicocinética y Tóxicodinamia

En el medio laboral la principal vía de ingreso al organismo es la vía respiratoria. El hígado es el principal sitio de acumulación. Se fija igualmente en el riñón y en el cerebro, específicamente en el globus pallidus, núcleo caudado y putamen. Esta localización privilegiada en los núcleos de la base del cerebro juega un rol relevante en la expresión de sus efectos tóxicos. Se elimina principalmente por vía fecal seguida de la secreción biliar (más del 90%). La eliminación urinaria en cambio es débil. La vida media biológica del manganeso es aproximadamente de 30 horas. A dosis elevadas ejerce 2 tipos de acciones, local y sistémica. A nivel local ejerce una acción irritante, tanto a nivel digestivo como pulmonar. Sobre el pulmón puede producir un cuadro similar al del berilio, aunque sin llegar a la fase granulomatosa. A nivel sistémico tiene un efecto tóxico sobre el sistema nervioso, especialmente sobre los núcleos de la base. Varios mecanismos han sido planteados para explicar la toxicidad neurológica del manganeso: inhibición reversible de la transmisión sináptica en la placa neuromuscular, alteración de los receptores dopaminérgicos, inhibición de la adenilato ciclasa y estímulo de la AMPc fosfodiesterasa, lo que podría inducir una caída en el AMPc en las células nerviosas, entre otras.

Efectos Crónicos

Manganismo: La intoxicación crónica por manganeso o Manganismo es un cuadro clínicamente parecido a la Enfermedad de Parkinson. Ha sido diagnosticada con antecedentes de tiempos de exposición variados, de algunos meses a 10-20 años. Se describen etapas clínicas secuenciales, inicialmente con sintomatología vaga, del tipo sensación de fatiga, cambios de humor, anorexia, insomnio, mialgias, cefalea, trastornos de la sexualidad. Luego, en una etapa de enfermedad debutante, aparecen problemas psicomotores, disartria, problemas de la marcha, sialorrea, temblor, inestabilidad emocional, fascie rígida, para terminar con un síndrome extrapiramidal florido y psicosis maniaco-depresiva.

El Parkinsonismo mangánico difiere de la Enfermedad de Parkinson en la localización de las lesiones en los ganglios de la base, locus niger en la Enfermedad de Parkinson, principalmente globus pallidus y accesoriamente el núcleo caudado y el putamen en el manganismo.

Plomo inorgánico (Pb)

El plomo es un elemento químico que no interviene en ningún proceso metabólico esencial en las reacciones bioquímicas de los seres vivos. Se trata de un metal pesado suave, denso y dúctil, de densidad relativa de 11,35 mg/cm³, de color plateado azulado, flexible que se funde con facilidad. Se funde a los 327.4 C°, emite humos y vapores a la temperatura de 500 C° y hierve a los 1.725C°. Es muy estable y resistente a la corrosión, no conduce la electricidad y es un buen protector contra las radiaciones ionizantes. El mineral más importante es la galena en la que el plomo se encuentra en forma de sulfuro de plomo (PbS).

Sus principales óxidos son: Litargirio u óxido de plomo (PbO), Dioxido de plomo (PbO₂) y Mimio o tetraóxido de plomo (PbO₄).

Dada sus características, el plomo tiene múltiples aplicaciones siendo las fuentes de exposición laboral de mayor relevancia las siguientes: Minas de plomo y Zinc, Fundición primaria (directamente del mineral) y fundición secundaria en el proceso de fundición de aleaciones durante la recuperación de metales y baterías usadas. Fabricación de grifería, municiones, baterías de plomo, insecticidas, barreras anti radiación, cables y alambre, uso de óxidos de plomo como pigmentos en esmalte sobre metal, barnices y plásticos. Soldadura y corte con soplete, lijado y reparación de estructuras metálicas pintadas con pinturas antioxidantes como puentes, reparaciones de cascos y desguace de barcos.

Toxicocinética y Toxicodinamia

En el ámbito laboral la principal vía de ingreso al organismo es la vía respiratoria, se absorbe mal por vía digestiva, alrededor de un 10% en los adultos y un poco mejor en los niños (50%), siendo el tejido óseo el principal sitio de acumulación (95% del plomo total en el organismo). Se distribuye fundamentalmente en tres compartimentos, la sangre en la que el 95 al 99% del plomo circulante se encuentra unido a los eritrocitos, con una vida media de 35 días en ese compartimento. El segundo compartimento corresponde a tejidos blandos principalmente riñones, hígado, pulmones, cerebro, bazo, y músculos con una vida media en esos tejidos alrededor de 40 días, y el tercero es el esqueleto. En los huesos su vida media es del orden de 15 a 20 años.

La excreción de plomo se realiza fundamentalmente por el riñón, el 90% del plomo se excreta por la orina y el restante lo hace por la bilis, piel, cabello, uñas, sudor y leche materna.

Los órganos blancos más relevantes son el sistema hematopoyético y la sangre, el riñón y el sistema nervioso. El plomo inorgánico puede interferir un gran número de procesos bioquímicos.

Efectos Crónicos

La sobre exposición crónica la plomo puede causar trastornos del estado general caracterizados por cefalea, pérdida del apetito, baja de peso, palidez, laxitud y mialgias frecuentes.

La anemia que puede ser causada por el plomo se debe a la capacidad de este metal para inhibir las enzimas que forman parte del proceso de síntesis del grupo HEME, tales como la Delta Ala Deshidratasa (ALA-D), coproporfirinógeno oxidasa y ferroquelatasa, impidiendo la formación de hemoglobina. Se trata de una anemia microcítica, normo o hipocroma. Adicionalmente el plomo puede causar anemia hemolítica por alteración de la membrana plasmática del eritrocito.

El plomo además puede causar nefropatía crónica caracterizada al comienzo por una alteración tubular con microproteinuria y glucosuria, acompañada de algún grado de fibrosis intersticial sin compromiso de la función renal, seguida por una alteración glomerular con déficit funcional que puede llegar a Insuficiencia renal crónica. Se ve en trabajadores expuestos a altas concentraciones de plomo con tiempos de exposición sobre los 10 años.

Los trabajadores expuestos crónicamente a concentraciones elevadas de plomo y después de varios episodios de intoxicación aguda o como expresión de nefropatía crónica, pueden desarrollar hipertensión arterial

Desde el punto de vista neurológico, el plomo puede causar polineuropatía periférica de predominio motor y puede causar cuadros neurológicos centrales caracterizados por encefalopatías.

- Polineuropatía motora: Más conocida antiguamente como la “mano del pintor” y corresponde a una polineuropatía de predominio motor en músculos extensores de las manos y pies con mayor frecuencia en las manos.,
- Encefalopatía saturnina: Se caracteriza por una variedad de síntomas que pueden presentarse aislados o en diferentes combinaciones, tales como disminución de la libido, depresión, cambios de estado de ánimo, cefalea, disminución del desempeño cognitivo, disminución en la destreza de las manos, disminución en los tiempos de reacción, disminución en el desempeño visual motor, mareos, fatiga, trastornos de

memoria, dificultad en la concentración, nerviosismo, irritabilidad, letargo, malestar, debilidad

Existe evidencia de que los trabajadores expuestos ocupacionalmente y con plumbemias promedio de 56 µg/dL por períodos de exposición de varios años, podrían presentar una depresión de la actividad tiroidea.

Las exposiciones a altas concentraciones de plomo alteran las funciones reproductivas. De esta forma se ha descrito que disminuyen los recuentos totales de espermatozoides y aumentan las cantidades de espermatozoides anormales en los trabajadores sobre expuestos al plomo. Por otra parte, cuando se trata de trabajadoras, la exposición a altas concentraciones de plomo durante el embarazo se asocia con abortos, partos prematuros, retardo del crecimiento intrauterino y bajo peso de nacimiento.

7.2. Respecto a la Vigilancia de Salud

El proceso de vigilancia de salud de este protocolo incluye la definición de las evaluaciones de salud requeridas y sus respectivos exámenes de tamizaje, la definición de los criterios de normalidad y alteración de los trabajadores evaluados y las acciones asociadas a los resultados de salud. Contiene las siguientes evaluaciones de salud:

- Evaluación Ocupacional
- Evaluación de Vigilancia Ocupacional
- Evaluación de Egreso

7.2.1 Evaluación Ocupacional

Esta evaluación se debe realizar cada 3 años a todos los trabajadores y trabajadoras expuestas a metales abordados en este protocolo. Son de cargo del OAL/AD e incluye los siguientes exámenes:

1. Evaluación médica orientada a daño hepático y renal.
2. Perfil hepático.
3. Creatininemia.

Contraindicaciones

Insuficiencia hepática.

Insuficiencia renal crónica severa.

7.2.2 Evaluación de Vigilancia Ocupacional

Tiene como objetivo evaluar el efecto en la salud de la exposición a metales en los trabajadores y trabajadoras expuestos. Es de cargo del OAL/AD y la periodicidad de evaluación es cada 6 meses.

Al momento del ingreso a Vigilancia de Salud Ocupacional por exposición a metales, se debe realizar un **Consentimiento Informado** a todo trabajador y trabajadora expuesta que corresponda realizar vigilancia de salud.

Durante la toma de exámenes o entrega de resultados, el OAL deberá realizar una **Consejería de Salud** a los trabajadores y trabajadoras, la que debe considerar pertinencia cultural, educacional, de género y migrante, podrá ser realizada por medios físicos o electrónicos y debe contener al menos los contenidos que a continuación se señalan; podrá ser entregada de manera grupal o individual:

- Reforzar conceptos básicos de metales, vías de ingreso y efectos en la salud
- Reforzar medidas preventivas para el control del riesgo
- Reforzar uso correcto y cuidados de los equipos de protección personal
- Responsabilidades del empleador, OAL y trabajador en el contexto del protocolo
- Mecanismos de entrega de informe de resultados de vigilancia salud

Los exámenes a realizar se establecen **para cada uno de los metales**, conforme las siguientes definiciones:

7.2.2.1 Exámenes y criterios de resultados

Arsénico

| EXÁMENES | PERIODICIDAD | MOMENTO DE MUESTREO | CRITERIOS DE NORMALIDAD | CRITERIOS DE ALTERACIÓN |
|--|--------------|--|------------------------------------|-------------------------|
| Arsénico inorgánico y sus metabolitos(DMA+MMA) | Cada 6 meses | Al finalizar el tercer día de exposición o al finalizar la semana de trabajo | Menor o igual al LTB 50 ug/g creat | Mayor al LTB |

Cadmio

| EXÁMENES | PERIODICIDAD | MOMENTO DE MUESTREO | CRITERIOS DE NORMALIDAD | CRITERIOS DE ALTERACIÓN |
|-----------------|--------------|---------------------|------------------------------------|-------------------------|
| Cadmio en orina | Cada 6 meses | No crítico | Menor o igual al LTB 10 ug/g creat | Mayor al LTB |

Cromo

| EXÁMENES | PERIODICIDAD | MOMENTO DE MUESTREO | CRITERIOS DE NORMALIDAD | CRITERIOS DE ALTERACIÓN |
|----------------|--------------|---------------------------------------|------------------------------------|-------------------------|
| Cromo en orina | Cada 6 meses | Fin de turno Fin de semana laboral | Menor o igual al LTB 30 ug/g creat | Mayor al LTB |

Manganeso

| EXÁMENES | PERIODICIDAD | MOMENTO DE MUESTREO | CRITERIOS DE NORMALIDAD | CRITERIOS DE ALTERACIÓN |
|--------------------|--------------|---------------------|------------------------------------|-------------------------|
| Manganeso en orina | Cada 6 meses | No crítico | Menor o igual al LTB 40 ug/g creat | Mayor al LTB |

Mercurio

| EXÁMENES | PERIODICIDAD | MOMENTO DE MUESTREO | CRITERIOS DE NORMALIDAD | CRITERIOS DE ALTERACIÓN |
|-------------------|--------------|---------------------|------------------------------------|-------------------------|
| Mercurio en orina | Cada 6 meses | No crítico | Menor o igual al LTB 50 ug/g creat | Mayor al LTB |

Plomo

| EXÁMENES | PERIODICIDAD | MOMENTO DE MUESTREO | CRITERIOS DE NORMALIDAD | CRITERIOS DE ALTERACIÓN |
|-----------------|--------------|---------------------|-----------------------------------|-------------------------|
| Plomo en sangre | Cada 6 meses | No crítico | Menor o igual al LTB 40 ug/100 ml | Mayor al LTB |

NOTA: A aquellos trabajadores y trabajadoras cuya concentración promedio ponderada es inferior al 50% del LPP, se les debe realizar cada 3 años el indicador biológico para el metal específico de manera aleatoria al 20 % de los trabajadores y trabajadoras en esa condición.

7.2.2.2 Conductas respecto a resultados de exámenes

Resultados normales:

Control según periodicidad establecida

Resultados alterados

En los trabajadores y trabajadoras cuyos indicadores biológicos de metales están alterados, se debe indicar **retiro transitorio de la exposición**, el que debe ser cumplido por la Entidad Empleadora, de acuerdo a la siguiente definición: (Albiano, 2015)

1. Plomo: Retiro transitorio de la exposición por 30 días
2. Mercurio: Retiro transitorio de la exposición por 60 días
3. Manganeso: Retiro transitorio de la exposición por 15 días
4. Cromo: Retiro transitorio de la exposición por 15 días
5. Cadmio: Retiro transitorio de la exposición por 15 días
6. Arsénico: Retiro transitorio de la exposición por 15 días

Luego de cumplir este periodo, se repite la muestra y se verifica en terreno la implementación de las medidas preventivas prescritas en el informe de evaluación cuantitativa y las conductas del trabajador/trabajadora y su relación con la toxicocinética de los metales (vía de ingreso y vida media, entre otros), para determinar las condiciones que explican el indicador biológico alterado. Esta verificación en terreno debe ser realizado por un profesional de enfermería con formación en salud ocupacional según lo establecido en este protocolo.

Si el resultado de esta muestra está normal y las medidas preventivas están implementadas, se reintegra a sus tareas habituales.

Si el resultado de esta muestra está normal y las medidas preventivas no están implementadas, se mantiene con retiro transitorio de la exposición hasta la implementación de medidas.

Si el resultado de esta segunda muestra está alterado e independiente el resultado de la verificación señalada, se deriva a evaluación médica de alterados en el contexto de vigilancia. Esta evaluación médica estará orientada a detectar efectos en la salud, según el metal al que esté expuesto el trabajador/trabajadora alterada:

- Arsénico: evaluación médica orientada a la búsqueda de lesiones de la piel características de la intoxicación crónica por arsénico junto con análisis de función hepática y renal; de síntomas respiratorios y alteraciones sensoriales en las extremidades
- Cadmio: evaluación médica orientada a la evaluación de la función renal, búsqueda de alteraciones respiratorias y óseas
- Cromo: evaluación médica orientada a la búsqueda de atrofia mucosa nasal, ulceración mucosa nasal, perforación tabique nasal y búsqueda de alteraciones respiratorias asociadas a la exposición a Cromo
- Manganeso: evaluación médica orientada a evaluar síntomas y signos de Manganismo
- Mercurio: evaluación médica orientada a la búsqueda de alteraciones neurológicas, psiquiátricas, dermatológicas, nefrológicas y gastroenterológicas
- Plomo: evaluación médica orientada a la búsqueda de trastornos del sueño, alteraciones digestivas, renales, neurológicas, entre otras asociadas a la exposición a Plomo

Esta evaluación médica determinará si se reintegra a sus tareas habituales y continúa en vigilancia (caso normal) o se deriva al proceso de Calificación de Origen para determinar una posible enfermedad de origen laboral por exposición al metal específico (caso alterado).

7.2.2.3 Evaluación de Egreso

Se realiza al término de la exposición a metales por algún motivo: desvinculación, renuncia, cambio de puesto de trabajo u otro que determine la no exposición del trabajador/trabajadora.

Es la última evaluación contemplada en la vigilancia de salud y para garantizar su realización, será responsabilidad de la Entidad Empleadora dar aviso oportuno del término de la exposición a metales de sus trabajadores/trabajadoras al OAL/AD respectivo.

La evaluación de egreso se realizará hasta 30 días posterior al término de la exposición.

Es de cargo del OAL/AD de la Ley 16.744.

En todos los casos, se realizará una evaluación médica orientada a evaluar los efectos específicos de los metales y corresponderá a la siguiente:

| METALES | EVALUACIÓN DE EGRESO |
|-----------|---|
| Arsénico | Evaluación médica orientada a la búsqueda de lesiones de la piel características de la intoxicación crónica por arsénico junto con análisis de función hepática y renal; de síntomas respiratorios y alteraciones sensoriales en las extremidades Arsénico inorgánico y sus metabolitos(DMA+MMA) |
| Cadmio | Evaluación médica orientada a la evaluación de la función renal, búsqueda de alteraciones respiratorias y óseas Cadmio en orina |
| Cromo | Evaluación médica orientada a la búsqueda de atrofia mucosa nasal, ulceración mucosa nasal, perforación tabique nasal y búsqueda de alteraciones respiratorias asociadas a la exposición a Cromo. Cromo en orina |
| Manganeso | Evaluación médica orientada a evaluar síntomas y signos de Manganismo Manganeso en orina |
| Mercurio | Mercurio: evaluación médica orientada a la búsqueda de alteraciones neurológicas, psiquiátricas, dermatológicas, nefrológicas y gastroenterológicas Mercurio en Orina |
| Plomo | Evaluación médica orientada a la búsqueda de trastornos del sueño, alteraciones digestivas, renales, neurológicas, entre otras asociadas a la exposición a Plomo Plomo en sangre |

Si están vigentes, los exámenes de vigilancia ocupacional podrán utilizarse como parte de la evaluación de egreso.

Los resultados deben ser entregados al trabajador/trabajadora por medio físico o electrónico resguardando su confidencialidad.

7.3. Notificación a la Autoridad Sanitaria:

Los OAL/AD deberán informar a la Autoridad Sanitaria los indicadores biológicos sobre el LTB, en un plazo no mayor a 10 días hábiles contados desde la fecha del resultado del análisis de la muestra biológica,

7.4. Requisitos de calidad de las prestaciones

Los OAL/AD deberán participar en el programa de contrastación de los resultados analíticos de muestras biológicas de metales implementados en los laboratorios de salud pública de las SEREMI de Salud de las regiones respectivas, conforme los procedimientos establecidos en dicho programa

BORRADOR

8. INTEGRACIÓN VIGILANCIA AMBIENTAL Y SALUD

Los OAL/AD deberán establecer mecanismos de integración entre los procesos de vigilancia ambiental y vigilancia de salud propios de su organización, de manera que la retroalimentación de la información de los resultados de estos procesos permita comprobar que las medidas preventivas son eficaces en el control del riesgo de exposición a metales.

Al término de las evaluaciones de vigilancia ocupacional de un periodo determinado, los OAL/AD deberán enviar a sus Entidades Empleadoras adherentes los resultados integrados de la evaluación de riesgo y resultados de vigilancia de salud agregados, distribuidos por puestos de trabajo, con las recomendaciones derivadas de su análisis, siempre orientadas al control del riesgo de exposición a metales y resguardando la confidencialidad de la información del trabajador/trabajadora.

BORRADOR

9. COMPETENCIAS PROFESIONALES

| PERSONAL | FORMACIÓN ESPECÍFICA REQUERIDA | VERIFICADOR |
|----------------------------------|---|---|
| Experto en Prevención de riesgos | No se requiere formación específica | Registro Seremi Salud |
| Profesional de Enfermería | Al menos Diplomado en Salud Ocupacional | Registro prestadores individuales. Superintendencia de Salud Certificado del Curso de Salud Ocupacional |
| Médico | No se requiere formación específica | Registro prestadores individuales. Superintendencia de Salud Certificado del Curso de Salud Ocupacional |
| TENS | No se requiere formación específica | Registro prestadores individuales. Superintendencia de Salud |

10. EVALUACIÓN DE PROTOCOLO

Los OAL/AD deberán realizar una evaluación anual de la implementación y eficacia del presente protocolo, al menos en base a los indicadores señalados a continuación. Esta evaluación será exigida por la Autoridad Sanitaria

1. Cobertura de vigilancia de Entidades Empleadoras con exposición a metales, distribuidas por tamaño
2. Vigencia de las evaluaciones ambientales y de salud desagregadas por sexo y tamaño entidad empleadora
3. Resultados de vigilancia ambiental y salud desagregadas por sexo y tamaño entidad empleadora
4. Enfermedades profesionales asociados metales, desagregada por sexo, diagnóstico y tamaño entidad empleadora

La evaluación de la implementación del protocolo de vigilancia se realizará a través de las fiscalizaciones a las Entidades Empleadoras y a los OAL/AD por parte de las SEREMI de Salud, a través de mecanismos estandarizados.

Las SEREMI de Salud y Ministerio de Salud podrán solicitar a las Entidades Empleadoras, Organismos Administradores y Administraciones Delegadas la información necesaria para la evaluación de la implementación y eficacia del presente protocolo.

11. RESPONSABILIDADES

| INSTITUCIÓN | ALGUNAS FUNCIONES |
|--------------------|--|
| Entidad Empleadora | Implementar lo señalado en este protocolo |
| Trabajador | Implementar lo señalado en este protocolo |
| OAL/AD | Implementar lo señalado en este protocolo |
| SEREMI Salud | Fiscalizar lo señalado en este protocolo |
| MINSAL | Coordinar y apoyar la implementación de este protocolo a nivel nacional. Asesorar a la Autoridad Sanitaria Regional en esta materia. Revisar y actualizar el presente protocolo |
| ISP | Definir las técnicas de laboratorio para los indicadores biológicos. Apoyar a los laboratorios de la red pública de salud y de la SEREMI de Salud en la implementación de exámenes para determinación de indicadores biológicos. Monitorear y evaluar los laboratorios públicos y privados que realizan exámenes. Asesorar a las Autoridades Sanitarias Regionales en temas toxicológicos |

12. DEFINICIONES

1. **Limite Permissible Ponderado (LPP):** Valor máximo permitido para el promedio ponderado de las concentraciones ambientales de contaminantes químicos existente en los lugares de trabajo durante la jornada normal de 8 horas diarias, con un total de 45 horas semanales.
2. **Limite Permissible Temporal (LPT):** Valor máximo permitido para el promedio ponderado de las concentraciones ambientales de contaminantes químicos en los lugares de trabajo, medidas en un período de 15 minutos continuos dentro de la jornada de trabajo. Este límite no podrá ser excedido en ningún momento de la jornada.
3. **Concentración Máxima Permitida:** Aquella concentración que no supera 5 (cinco) veces el Límite Permissible Ponderado (LPP) del metal correspondiente, y solo podrá alcanzarse en forma momentánea durante una jornada de trabajo. En caso de tener limite permissible temporal (LPT) esta es la concentración máxima, la que no podrá sobrepasarse en ningún momento.
4. **Etapa(s) Crítica(s) del Proceso Productivo:** Aquella(s) donde se produce(n) la(s) mayor(es) emisión(es) de metales.
5. **Zona Respiratoria del Trabajador:** Aquella que ocupa el volumen de una semiesfera de 30 cm de radio que va del centro de la recta que une las dos orejas a la nariz del trabajador (UNE-EN 1540: Atmosferas en el lugar de trabajo, Terminología).
6. **Muestreo del Ambiente de Trabajo:** Es aquel que se realiza colocando el tren de muestreo en un punto fijo del ambiente de trabajo, ubicando el cabezal de muestreo a una altura equivalente a la zona respiratoria.
7. **Riesgo Residual:** Riesgo presente luego de la adopción de todas las medidas posibles de control preventivo en el ámbito de la ingeniería y/o administrativo, y que generalmente se cubre con la utilización de elementos de protección personal.
8. **Muestreo Personal:** Es aquel que se realiza colocando el tren de muestreo fijo al trabajador, ubicando el cabezal de muestreo en la zona respiratoria del trabajador.
9. **Filtro MEC:** Filtro de membrana de ésteres de celulosa.
10. **Tren de Muestreo (o equipo para el muestreo Personal):** Un aparato, fijado sobre una persona, que muestrea el aire en la zona de respiración. El tren de muestreo se compone de una bomba de muestreo portátil, una manguera de conexión y cabezal de muestreo. (Norma Europea UNE-EN 689: Atmosferas en el lugar de trabajo, directrices para la evaluación de la exposición por inhalación de agentes químicos para la comparación con los valores límites y estrategias de medición).
11. **IARC:** Agencia internacional para la investigación del cáncer.

13. MARCO REGULATORIO

- Código Sanitario.
- Ley N° 16.744 de 1968, que establece normas sobre accidentes del trabajo y enfermedades profesionales. Art. 65 y 68 del Título VII “Prevención de Riesgos Profesionales”.
- Reglamento para la aplicación de la Ley N° 16.744, aprobado por el decreto supremo N° 101, de 1968, del Ministerio del Trabajo. Artículo 72: “En caso de enfermedad profesional deberá aplicarse el siguiente procedimiento:...g) El organismo administrador deberá incorporar a la entidad empleadora a sus programas de vigilancia epidemiológica, al momento de establecer en ella la presencia de factores de riesgo que así lo ameriten o de diagnosticar en los trabajadores alguna enfermedad profesional”.
- Decreto supremo N° 109, 1968, del Ministerio del Trabajo. Art. 21: “El Ministerio de Salud, a través de las autoridades correspondientes, de acuerdo a lo establecido en el artículo 14C del DL N° 2763, de 1979, para facilitar y uniformar actuaciones médicas y preventivas que procedan, impartirá las normas mínimas de diagnóstico a cumplir por los organismos administradores, así como las que sirvan al desarrollo de programas de vigilancia epidemiológica que sean procedentes, las que deberán revisarse, a lo menos, cada tres años. Para tal efecto, deberá remitir las propuestas a la Superintendencia de Seguridad Social para su informe”.
- DFL N°1, 2005, del Ministerio de Salud, que fija el texto refundido, coordinado y sistematizado del decreto Ley N° 2763, de 1979, y de las leyes N° 18.933 y N° 18.469.
- Ley N° 19.937 que modifica el D.L N° 2763, de 1979, con la finalidad de establecer una nueva concepción de la Autoridad Sanitaria, distintas modalidades de gestión y fortalecer la participación ciudadana.
- Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo, aprobado por decreto supremo N° 594/99 del Ministerio de Salud.
- Reglamento Orgánico del Ministerio de Salud, aprobado por decreto supremo N° 136, de 2004, del Ministerio de Salud.
- Circular SUSESO N° 3263 del 27-10-2016. EVAST y remisión de información asociada a SISESAT

- Circular SUSESO N° 3390 del 20-10-2018. Imparte instrucciones sobre vigilancia ambiente y salud en los puestos de trabajo calificados como pesados.
- Circular SUSESO N° 3461 del 24-10-2019. Imparte instrucciones relativas a la continuidad en el otorgamiento de las prestaciones del seguro de la ley 16.744 cuando la entidad empleadora cambie de OA.
- Circular SUSESO N° 3539 del 13-10-2020. Imparte instrucciones sobre vigilancia de la salud de los trabajadores independientes

BORRADOR

14. ANEXOS

ANEXO N°1

Requisitos del informe técnico para los resultados de las evaluaciones cuantitativas

El informe deberá contener una tapa en la que se deberá detallar el número o código de éste, el título del informe, la fecha de emisión del informe y el logo institucional del OAL/AD.

El informe técnico deberá contar, al menos, con los siguientes capítulos:

- I. Antecedentes generales
- II. Introducción (Objetivos de la evaluación)
- III. Marco legal
- IV. Condiciones de muestreo
- V. Resultados
- VI. Conclusiones
- VII. Recomendaciones
- VIII. Anexos: Anexo I. Croquis del sitio o lugar de trabajo evaluado, detallando las distintas dependencias y los puestos de trabajo donde se efectuó el muestreo o monitoreo ambiental.

El informe técnico deberá ser suscrito por el profesional que realizó la evaluación, identificando su nombre y profesión, como también por el responsable de la unidad al que pertenece el profesional que efectúa la evaluación.

También deberá mencionarse el nombre de la persona de la entidad empleadora evaluada a la que se le remitirá el informe técnico, indicando, además, su número de teléfono.

I. ANTECEDENTES GENERALES.

Deberá contener los siguientes antecedentes:

- Razón social entidad empleadora
- RUT de la entidad empleadora
- Dirección sucursal o centro de trabajo del lugar muestreado
- Fecha evaluación ambiental

II. INTRODUCCION

- Indicar el motivo de la evaluación
- Especificar el objetivo de la evaluación: Que en las entidad empleadoras donde existe la presencia de algún metal se deberá determinar el nivel de exposición laboral a este agente de riesgo, con el objetivo que la entidad empleadora tome las medidas de control y los trabajadores(as) expuestos(as) estén incorporados(as) en el programa de vigilancia de la salud, según lo establecido en la normativa vigente.
- Mencionar la normativa: Que el ministerio de salud oficializó el Protocolo de Vigilancia Ocupacional por Exposición a Metales (indicar el cuerpo legal respectivo).

III. MARCO LEGAL

- D.S. N°594, de 1999, del ministerio de salud

Se deberá señalar en forma resumida las obligaciones que tiene el empleador respecto de la ventilación de los lugares de trabajo (párrafo I, título III), de controlar los agentes presentes en los lugares de trabajo (Párrafo I, título IV), y de cumplir los límites permisibles para los diferentes tipos de metales y si estos fueron o no corregidos según corresponda (Párrafo I, título IV).

- D.S. N° 101, de 1968, del ministerio del trabajo y previsión social
Indicar que el D.S. N° 101/68, que aprueba el reglamento para la aplicación de la ley 16.744, establece en su artículo 72, letra g), que “el OAL/AD deberá incorporar a la entidad empleadora a sus programas de vigilancia epidemiológica, al momento de establecer en ella la presencia de factores de riesgo que así lo ameriten o de diagnosticar en los trabajadores alguna enfermedad profesional”.
- Protocolo de Vigilancia Ocupacional por Exposición a Metales: Señalar que en el Protocolo de Vigilancia Ocupacional por Exposición a Metales, establece la periodicidad de las evaluaciones ambientales en los lugares de trabajo, además de las evaluaciones de salud de los trabajadores/trabajadoras.

IV. CONDICIONES DE MUESTREO

En este capítulo se deberá indicar lo siguiente:

- Descripción del tren de muestreo utilizado, mencionando el protocolo utilizado para la toma de muestra.

- Medidas preventivas existentes (existencia o no de ventilación natural o forzada, existencia de algún sistema de mitigación y uso de elemento de protección personal y característica de estos últimos).
- Nivel de producción en el periodo de muestreo, condiciones climáticas y otras condiciones presentes durante el periodo de muestreo.
- Descripción de situaciones que hayan provocado una condición no habitual de trabajo o de nivel de producción.
- Turnos y/o ciclos de turno existentes.
- Altura geográfica de los lugares de trabajo evaluados.
- Información sobre el laboratorio y técnica analítica para el análisis de las muestras. Laboratorio adscrito al programa de Evaluación externa de la calidad – Ensayos de aptitud (PEEC – EA)

V. RESULTADOS

En este capítulo se deberán presentar los siguientes antecedentes:

- Número de trabajadores expuestos (diferenciando hombres y mujeres)
- Grupo de exposición similar (GES), si existen.
- Tablas, gráficos, fotografías, curvas, etc.
- Puestos de trabajo muestreados
- Niveles riesgos detectados y su concentración en los sitios evaluados

Las tablas de presentación de resultados deberán mostrar a lo menos la siguiente información:

| Identificación de la muestra | Tipo de muestra | Tiempo de muestreo en minutos | Nombre trabajador(a) evaluado | Puesto de trabajo | Lugar de muestreo | Concentración promedio ponderada (mg/m ³) | Número de trabajadores expuestos | Nivel de riesgo |
|------------------------------|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------|-------------------|---|----------------------------------|-----------------|
| | | | | | | | | |
| | Personal | | | | | | | |
| | Ambiental | | | | | | | |

VI. CONCLUSIONES

En este capítulo se deberá interpretar los resultados de las muestras tomadas y, en base a ellos y a los hallazgos de los hechos detectados en la evaluación y consignados en el informe técnico, señalar las conclusiones.

Las conclusiones deberán presentarse en forma separada y en un orden lógico.

VII. RECOMENDACIONES

En base a las conclusiones se deberá indicar las medidas preventivas que se prescriban, considerando los niveles de riesgos establecidos en el protocolo de vigilancia epidemiológica, con el fin de cumplir con el objetivo principal que es eliminar o minimizar el riesgo de acuerdo a la siguiente priorización:

Medidas preventivas

- Controles ingenieriles

Medidas preventivas secundarias

- Controles administrativos.
- Protección colectiva: métodos de trabajo correctos
- Programas de capacitación sobre la temática
- Señalización del riesgo o peligrosidad

Medidas preventivas terciarias

- Hábitos personales

Otras recomendaciones

Sin perjuicio de las recomendaciones indicadas y priorizadas precedentemente, se deberán señalar otras materias tales como:

- Instrucción de incorporación a la vigilancia de la salud de los trabajadores/trabajadoras
- Que la entidad empleadora deberá incorporar en su sistema de gestión de riesgo, la exposición a metales con un cronograma anual de actividades.
- Definir cronograma de implementación de medidas recomendadas y la verificación de efectividad.

Datos finales del informe:

- Nombre, profesión y firma del profesional que realizó la evaluación.
- Firma responsable del encargado de la unidad o departamento del OAL/AD
- Unidad o departamento responsable del profesional que realiza la evaluación.
- Nombre y teléfono de la persona o profesional al que se dirige el informe técnico de la entidad empleadora evaluada.

BORRADOR



ANEXO Nº2

**Formulario único de notificación para los Organismos Administradores y de
Administración Delegada de la Ley 16.744**

| | | | |
|---|--|----|----|
| FECHA DE NOTIFICACIÓN | | | |
| ORGANISMO ADMINISTRADOR DE LA LEY 16.744 | | | |
| RAZON SOCIAL EMPRESA | | | |
| RUT EMPRESA | | | |
| ACTIVIDAD DECLARADA EN EL ORGANISMO ADMINISTRADOR | | | |
| DIRECCION SUCURSAL O CENTRO DE TRABAJO | | | |
| TELEFONO DE LA EMPRESA | | | |
| CORREO ELECTRONICO DE LA EMPRESA | | | |
| NOMBRE PERSONA QUE NOTIFICA | | | |
| FIRMA DE PERSONA QUE NOTIFICA | | | |
| EVALUACIÓN CUANTITATIVA: NOMBRES DE PUESTOS DE TRABAJO Y SUS RESULTADOS | | | |
| INDICADORES BIOLÓGICOS: NOMBRES DE PUESTOS DE TRABAJO Y SUS RESULTADOS | | | |
| INCUMPLIMIENTO DE MEDIDAS PREVENTIVAS | <table border="1"> <tr> <td>SI</td> <td>NO</td> </tr> </table> | SI | NO |
| SI | NO | | |