

NIQUEL

Resumen

En un cierto número de estudios epidemiológicos, la exposición ocupacional a los compuestos de níquel se ha asociado a un exceso de cáncer en el pulmón y en la cavidad nasal. Adicionalmente, la exposición por inhalación a sulfuro y carbonilo de níquel ha demostrado que causa cáncer en ratas, mientras que los estudios realizados con otros compuestos de níquel administrados a animales por rutas diferentes, han informado también efectos carcinogénicos. Varios compuestos de níquel son mutagénicos y pueden causar transformación celular. En humanos, el níquel y los compuestos de níquel pueden causar una sensibilización a la dermatitis. La toxicidad crónica del níquel para organismos acuáticos es alta.

Información adicional

Las valencias que tiene comúnmente el níquel son: 0, +1, +2, y +3, raramente se encuentra con +4. Aunque el níquel está rara vez en la naturaleza y no es soluble en agua muchos de sus compuestos son altamente solubles en ella. El níquel se presenta casi siempre en su estado de oxidación divalente en sistemas acuáticos.

Fórmula química: Ni

Nombre IUPAC: Níquel

Propiedades físicas y químicas

Peso atómico: 58.71 g/g mol

Punto de ebullición: 2 732°C

Punto de fusión: 1 453°C

Gravedad específica: 8.902 a 25°C

Solubilidad en agua: Insoluble; algunas sales son solubles.

Solubilidad en orgánicos: Depende de las propiedades de la sal de níquel específica.

Presión de vapor: 1 mm de Hg a 1 818°C

Transporte y destino

El níquel es un metal altamente móvil en sistemas acuáticos debido a que muchos compuestos de níquel son muy solubles en agua. Sin embargo, los sulfuros insolubles se forman bajo condiciones reductoras y en la presencia de azufre. A pH superiores a 9 la precipitación del hidróxido o carbonato muestra algún control sobre la movilidad del níquel. En medios aerobios con pH inferiores a 9, los compuestos solubles se forman con hidróxidos, carbonatos, sulfatos y ligandos orgánicos.

En la naturaleza y en aguas no contaminadas los procesos de sorción y coprecipitación involucran óxidos de hierro y manganeso hidratados, que probablemente son moderadamente efectivos al menos limitando la movilidad del níquel. En la mayoría de las aguas contaminadas ricas en orgánicos aparece una poca absorción del níquel. La falta de otros controles sobre la movilidad del níquel probablemente influye en la incorporación del níquel dentro de los sedimentos siendo un importante destino de este elemento en las aguas superficiales. Sin embargo, gran parte del níquel que entra al medio acuático se transportará hacia los océanos.

En general, el níquel no se acumula en cantidades significativas en los organismos acuáticos. Generalmente los factores de bioconcentración son del orden de 100 a 1000. Las plantas también toman el níquel del suelo. La fotólisis, la volatilización y la biotransformación no son procesos de destino ambiental importantes para el níquel. Sin embargo, puede ocurrir el transporte atmosférico del níquel y de sus compuestos a través de partículas.

Efectos sobre la salud

Hay una evidencia epidemiológica extensa que indica un exceso de cáncer del pulmón y de la cavidad nasal para los trabajadores de refinерías y fundidoras, y debilidad evidente por exceso de riesgo en trabajadores que intervienen en las operaciones de pulido y electroplatinado de níquel. El cáncer en el tracto respiratorio ocurre en trabajadores de la industria metalúrgica. Los compuestos de níquel que se han encontrado como cancerígenos potenciales son polvos de sulfuros y óxidos de níquel, el vapor del carbonilo de níquel y los aerosoles de sulfato de níquel, nitrato, o cloruro de níquel. Los estudios de inhalación con animales experimentales sugieren que el sulfuro y el carbonilo de níquel son carcinogénicos en ratas. Las evidencias para la carcinogenicidad del metal níquel y otros compuestos es relativamente insegura o inconcluyente. Los estudios con animales experimentales indican que los compuestos de níquel también pueden producir varios tipos de tumores malignos en animales experimentales después de su administración por otras vías, incluyendo subcutáneas, intramuscular, implantación, intravenosa, intrarenal e intrapleural. La carcinogénesis potencial no depende directamente de la vía o sitio de administración pero parece estar relacionada inversamente a la solubilidad en los compuestos en medio acuoso. Los compuestos insolubles tales como polvos, sulfuros, carbonatos, óxidos, carbonilos de níquel y niqueloceno son cancerígenos, por otro lado las sales de níquel como el cloruro, los sulfatos y el sulfato de níquel amoniacal no lo son.

Datos sobre la transformación de células mamarias indican que varios compuestos de níquel son mutagénicos y pueden causar alteraciones en los cromosomas. La información disponible no es adecuada para evaluar los efectos teratogénicos y de reproducción del níquel en humanos y en animales experimentales.

La dermatitis y otros efectos dermatológicos son los más frecuentes debido a la exposición de los compuestos que contienen níquel o al elemento mismo. La dermatitis es una reacción de sensibilización. La mayoría de la información recopilada sobre la toxicidad crítica del níquel indica exposición por inhalación al carbonilo de níquel. Las manifestaciones clínicas de envenenamiento crítico incluyen síntomas inmediatos y posteriores, entre los cuales se destacan tos, vértigos, cefalea, falta de aire, fiebre, pulso rápido, náuseas y vómitos.

La pneumonitis química crítica se produce a 30 ppm (107 mg/m³) por 30 min y puede ocurrir la muerte. La rinitis, sinusitis nasal y la perturbación en la mucosa nasal son efectos que se presentaron en los trabajadores expuestos crónicamente a varios compuestos de níquel. Los estudios con animales experimentales sugieren que los compuestos de níquel y el níquel tienen toxicidad oral crónica y aguda, relativamente baja.

Toxicidad en animales domésticos y silvestres

La toxicidad del níquel depende de la dureza del agua. Los valores críticos por exposición a una variedad de sales de níquel expresados como níquel, varían de 510 µg/litro para *Daphnia magna* a 46 200 µg/litro para peces en niveles comparables de dureza. Los valores crónicos varían de 14.8 µg/litro para *Daphnia magna* en aguas blandas a 530 µg/litro para el pez lerdo en agua dura. Las relaciones crítica-crónica para *Daphnia magna* varían de 14 en agua dura a 83 en agua blanda y son de aproximadamente 50 para el pez lerdo para ambas aguas. Los datos de residuo para el pez lerdo indican un factor de bioconcentración de 61. Experiencias con algas de agua dulce indican que se reduce su crecimiento a concentraciones de níquel tan bajas como de 100 µg/litro. Los valores críticos para especies de agua salada están en el intervalo de 152 µg/litro para camarón a 350 000 µg/litro para los mummichog. Un valor crónico de 92.7 µg/litro se da para el camarón, el cual da una relación crítica-crónica de 5.5 para las especies. Se ha visto un crecimiento reducido en algas de agua salada a concentraciones tan bajas como de 1 000 µg/litro. Los factores de bioconcentración están en el intervalo de 299 a 416 y han sido reportados para los ostiones y las almejas.

Reglamentación y normas

Criterios de calidad del ambiente acuático (USEPA):

Vida acuática

Agua dulce:

Toxicidad crítica: $\text{Exp}\{0.76 [\text{Ln}(\text{dureza})] + 4.02\}$ µg/litro

Toxicidad crónica: $\text{Exp}\{0.76 [\text{Ln}(\text{dureza})] + 1.06\}$ µg/litro

Agua salada:

Toxicidad crítica: 140 µg/litro

Toxicidad crónica: 7.1 µg/litro

Salud humana

Criterio: 13.4 µg/litro

Unidades de riesgo CAG (USEPA): 1.15 (mg/kg/día)⁻¹

Norma recomendada por NIOSH: 15 µg/m³ TWA (níquel inorgánico)

Norma OSHA: 1 mg/m³ (metal y compuestos solubles, como níquel)

Valores del límite umbral ACGIH:

0.1 mg/m³ TWA (compuestos solubles como níquel)

0.3 mg/m³ STEL (compuestos solubles como níquel)

0.35 mg/m³ TWA (carbonilo de níquel, como níquel)

1.0 mg/m³ TWA (sulfuro de níquel calcinado, humo y polvo, como níquel; carcinogénicos humanos)

Norma Técnica Ecológica Mexicana: 5 mg/l

Medidas de protección personal

Es aconsejable el uso de ropa que proteja todo el cuerpo, al igual que cremas protectoras para prevenir sensibilización de la piel y dermatitis. En áreas donde hay polvo o humos, el uso de máscaras o respiradores de línea de aire es aconsejable siempre que las concentraciones excedan los límites. Debe proporcionarse ropa de trabajo limpia diariamente y los trabajadores deberán ducharse antes de vestir ropa de calle. No deben ingerirse alimentos en las áreas de trabajo.

Exposición ocupacional

El níquel forma aleaciones con cobre, manganeso, cromo, zinc, hierro, molibdeno, etc. El acero inoxidable es la aleación que se usa más ampliamente. Una importante aleación del níquel con cobre es el metal Monel, que contiene un 66% de níquel y 32% de cobre y tiene excelentes propiedades de resistencia a la corrosión. Los imanes magnéticos son básicamente aleaciones de níquel, cobalto, aluminio y hierro.

El níquel elemental se usa en el enchapado eléctrico, en el aluminio anodizado, en las operaciones de moldeo para partes de maquinaria y en la fabricación de monedas; se utiliza también en la manufactura de aleaciones resistentes a los ácidos y magnéticas, cintas magnéticas, instrumentos quirúrgicos y dentales, baterías de níquel y cadmio, jabones de níquel, cajas de transmisión, esmaltes de revestimiento, cerámica coloreada y vidrio. Se usa como catalizador en la hidrogenación de grasas, aceites y otras sustancias químicas en la producción de aceite sintético de carbón, así como un intermediario en la síntesis de ésteres acrílicos para plásticos.

La exposición al níquel puede también producirse durante las operaciones de extracción minera, fundición y refinación.

Lista parcial de ocupaciones con riesgo de exposición

Esmaltadores
Fabricantes de barnices
Fabricantes de pinturas
Fabricantes de baterías
Fabricantes de bujías
Fabricantes de cerámica
Fabricantes de imanes
Fabricantes de minas de lápices
Fabricantes de tinta
Hidrogenadores de aceites
Químicos
Tintoreros
Tintoreros de la industria textil

NITROBENCENO

Resumen

El nitrobenceno es un líquido amarillo pálido, cuyo olor es similar al de las almendras amargas. El nitrobenceno se utiliza en la manufactura de explosivos y colorantes de anilina y como disolvente e intermediario. También se utiliza en la manufactura de pulidores de piso y calzado, cuero y disolventes de pintura y para opacar otros olores desagradables. Se usan reacciones de sustitución con nitrobenceno para formar meta-derivados. El nitrobenceno causa irritación en los ojos, afecta al sistema nervioso central y produce fatiga, cefalea y vértigo. Una exposición crónica al nitrobenceno puede dañar el bazo y el hígado.

Información adicional

Fórmula química: $C_6H_5NO_2$

Nombre IUPAC: Nitrobenceno

Sinónimos importantes y nombres comerciales: Nitrobenzol, aceite de mirbano, aceite de almendras amargas.

Propiedades físicas y químicas

Peso molecular: 123 g/g mol

Punto de ebullición: 210.9°C

Punto de fusión: 5.7°C

Gravedad específica: 1.205 a 18°C

Solubilidad en agua: 0.19 partes en 100 de agua a 20°C

Efectos sobre la salud

El nitrobenceno se puede absorber por inhalación, ingestión y en forma percutánea. El nitrobenceno puede causar irritación a los ojos, afecta al sistema nervioso central y produce fatiga, cefalea, vértigo, vómitos, debilidad generalizada y en algunos casos, depresión aguda, pérdida del conocimiento y coma. El nitrobenceno forma metahemoglobina con gran facilidad; la cianosis aparece cuando la metahemoglobina alcanza el 15%. La formación de sulfohemoglobina puede también contribuir a la toxicidad del nitrobenceno. La exposición crónica puede producir lesión del bazo y del hígado, ictericia, disfunción hepática e ictericia por hemólisis. También se han observado cuerpos de Heinz en los glóbulos rojos y anemia. La ingestión de alcohol puede aumentar los efectos tóxicos.

Medidas de protección personal

En áreas donde existe el riesgo de salpicaduras debe usarse ropa impermeable. La ropa salpicada debe cambiarse de inmediato y la piel debe lavarse cuidadosamente. En áreas donde hay altas concentraciones de vapor se requiere el uso de máscaras con filtro para vapor orgánico o respiradores. Es necesario el cambio diario de ropa y darse una ducha antes de vestir ropa de calle.

Reglamentación y normas

Norma recomendada por NIOSH (aire): 5 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1 ppm)
En lugares de trabajo el límite umbral para el olor es de 5.94 ppm (CHRIS; 1990).

Valor IDLH: 200 ppm (CHRIS, 1990).

Norma Técnica Ecológica Mexicana: 2.0 mg/l

Exposición ocupacional

El nitrobenzeno se usa en la manufactura de explosivos y colorantes de anilina y como disolvente intermediario. También se utiliza en la manufactura de pulidores de piso y de calzado, cuero y disolventes de pintura y para opacar otros olores desagradables. Se usan reacciones de sustitución con nitrobenzeno para formar meta-derivados.

Lista parcial de ocupaciones con riesgo de exposición

Fabricantes de colorantes de anilina
Fabricantes de explosivos
Fabricantes de pinturas
Fabricantes de pulidores
Sintetizadores de sustancias químicas orgánicas

PENTACLOROFENOL

Resumen

El pentaclorofenol probablemente es persistente en el medio ambiente natural. Es embriotóxico y fetotóxico. Se ha demostrado que una exposición crónica causa cloracné, dolor de cabeza, debilidad muscular, pérdida de peso y daño al hígado y riñones. El pentaclorofenol de grado técnico está frecuentemente contaminado con dioxinas p-dibenzo policloradas, estos contaminantes pueden ser los responsables de algunos de los efectos tóxicos asociados con la exposición del pentaclorofenol. El pentaclorofenol es altamente tóxico para los organismos acuáticos.

Fórmula química: C_6Cl_5OH

Nombre IUPAC: 2,3,4,5,6-Pentaclorofenol

Sinónimos importantes y nombres comerciales: PCP, DP-2 antimicrobiano, Dowida 7, Durotox

Propiedades físicas y químicas

Peso molecular: 266.32 g/g mol

Punto de ebullición: Se descompone a 309°C

Punto de fusión: 190-191°C

Gravedad específica: 1.978 a 20°C

Solubilidad en agua: 14 mg/litro a 20°C; la sal de sodio del pentaclorofenato es altamente soluble en agua

Solubilidad en sustancias orgánicas: Muy soluble en alcohol y éter; soluble en benceno caliente; ligeramente soluble en ligroína y otros solventes

Coefficiente de partición Log Octanol/Agua: 5.01

Presión de vapor: 1.1×10^{-4} mm Hg a 20°C

pKa: 4.74

Transporte y destino

Existe muy poca información sobre el transporte del pentaclorofenol a través del medio ambiente. El compuesto tiene una presión de vapor baja y en consecuencia, no es idóneo para una fácil volatilización. Es ligeramente soluble en agua y se adsorbe en los sedimentos, por lo tanto, puede ser transportado a través del suelo, aguas superficiales y mantos acuíferos.

El pentaclorofenol se degrada en presencia de luz solar a fenoles clorados suaves, bencenos tetraclorohidroxilados y fragmentos no aromáticos. La importancia de la fotodegradación del pentaclorofenol es desconocida. También se han encontrado algunos microorganismos del suelo para degradar el pentaclorofenol. Sin embargo, este compuesto es persistente en los sedimentos y se esparce cuando ocurre un derramamiento en un lago de agua dulce. La información limitada de la bioconcentración del pentaclorofenol en especies de agua dulce sugiere un factor de bioconcentración de 500; en especies de agua

salada los factores varían de 13 a 3830. Algunos residuos de pentaclorofenol encontrados en tejidos, pueden ser el resultado del metabolismo del hexaclorobenceno.

Efectos sobre la salud

En estudios realizados no se ha encontrado que el pentaclorofenol sea mutagénico o carcinogénico. Este compuesto está frecuentemente bajo estudios por el Programa Nacional de Toxicología de E.U.A para determinar su potencial carcinogénico. No se ha informado de efectos teratogénicos en los estudios presentados, pero el pentaclorofenol ha demostrado ser embriotóxico y fetotóxico. No se ha encontrado que el pentaclorofenol sea altamente tóxico en exposiciones crónicas, no obstante se han referido casos letales en humanos, a las exposiciones críticas y crónicas. El cloracné es el efecto principal asociado con la exposición crónica en humanos, sin embargo, actualmente este puede provocarse por los contaminantes dioxina-dibenzo policlorada en grado técnico en que se encuentran en el pentaclorofenol. Otros efectos asociados con la intoxicación crónica incluyen debilidad muscular, dolor de cabeza, anorexia, dolor abdominal, pérdida de peso y efectos en el hígado y riñones. Se encontraron efectos menos severos en el hígado y riñones de animales tratados con pentaclorofenol puro, comparados con el compuesto contaminado en grado técnico.

Toxicidad en animales domésticos y silvestres

Se ha encontrado que las concentraciones que están en el ámbito de 34 a 2000 $\mu\text{g/litro}$ son tóxicos críticos para organismos acuáticos de agua dulce. La toxicidad es mayor a valores de pH ácido que a valores de pH alcalino. El pentaclorofenol afecta el crecimiento del pez salmón a concentraciones aún muy bajas. Se ha demostrado que también plantas acuáticas de agua dulce son sensitivas a este compuesto, pero no se han estudiado detalladamente.

Reglamentación y normas

Criterios en calidad de agua (USEPA):

Vida acuática

Calidad de agua: 3 $\mu\text{g/litro}$

Salud humana

Criterio de salud: 1.01 mg/litro

Criterio organoléptico: 30 $\mu\text{g/litro}$

Norma OSHA: 500 $\mu\text{g/m}^3$ TWA

Valores del límite umbral ACGIH: 0.5 mg/m^3 TWA

1.5 mg/m^3 STEL

Norma Técnica Ecológica Mexicana: 100 mg/l

Medidas de protección personal

Generales : Aislar el área de peligro, mantenerse contra el viento, alejar a las personas innecesarias, mantenerse alejado de las áreas bajas.

Ropa de protección: Utilizar mascarilla de respiración autónoma y ropa de protección especial.

Exposición Ocupacional

No hay información disponible al respecto.

Lista parcial de ocupaciones con riesgo de ocupación

No hay información disponible al respecto.

PIRIDINA

Resumen

La piridina provoca irritación en los ojos, principalmente en la cornea y la piel; a altas concentraciones daña al hígado y riñones. La exposición causa náuseas, dolor de cabeza, insomnio, disnea y nerviosismo; puede causar efectos adversos sobre el sistema nervioso central.

Fórmula química: C_5H_5N
Nombre IUPAC: Piridina

Propiedades físicas y químicas

Peso molecular: 72 g/gmol
Punto de ebullición: 115°C
Punto de fusión: -42°C
Gravedad específica: 0.98
Densidad de vapor: 2.72
Presión de vapor: 18 mm de Hg
Miscible en agua en todas proporciones
Miscible en alcohol y éter

Transporte y destino

No hay información disponible al respecto.

Efectos sobre la salud

Bajos niveles de vapor de piridina irritan la membrana de la mucosa y los ojos. A altas concentraciones causan narcosis. Los trabajadores expuestos a concentraciones de vapor promedio de 125 ppm presentan náuseas, anorexia, dolor de cabeza insomnio, disnea y nerviosismo, en algunos casos se observan daños en hígado y riñon. En algunos casos se ha informado la posibilidad de causar daño al sistema nervioso central, así como cuando se presenta aumento de sedimentos en la orina, sugiere presencia de metabolitos.

En la planta química de piridina, los trabajadores expuestos a un intervalo de 6 a 12 ppm presentan dolor de cabeza, vértigo temporal, nerviosismo, náuseas y vómitos. Una solución al 40% causa necrosis en la córnea de los ojos de conejo. El contacto prolongado o constante con los vapores y líquido de piridina puede causar irritación en la piel.

Toxicidad en animales domésticos y silvestres

No hay información disponible al respecto.

Reglamentación y normas

Norma OSHA: 5 ppm promedio en 8 horas de trabajo. Esta puede expresarse también como 15 mg/m³.

Norma Técnica Ecológica Mexicana: 5.0 mg/litro

Medidas de protección

A fin de prevenir el contacto con la piridina y sus sales deben usarse guantes de plástico y de goma. En áreas donde hay elevada concentración de vapores es necesario, el uso de máscaras con filtro de aire que cubra todo el rostro y vestimenta protectora. La ropa contaminada debe descartarse de inmediato y la piel debe lavarse cuidadosamente. Las medidas de higiene personal debe contemplar el cambio de ropa y la ducha diaria. El olor puede detectarse en concentraciones inferiores a 1 ppm, pero no es posible confiar en este hecho, como medida de prevención.

Exposición ocupacional

La piridina se usa como disolvente en la industria química y como desnaturizador del alcohol etílico. También se utiliza en la manufactura de pinturas, explosivos, tinturas, caucho, vitaminas, fármacos a base de sulfa y desinfectantes.

Lista parcial de ocupaciones con riesgo de exposición

Desnaturizadores de alcohol
Fabricantes de colorantes
Fabricantes de medicamentos
Fabricantes de pinturas
Fabricantes de vitaminas
Fabricantes de alcohol desnaturizado
Manipuladores de caucho
Tratamiento textil
Manipuladores de resinas
Manipuladores de explosivos
Manipuladores de disolventes
Industria química-orgánica

PLATA

Resumen

La exposición a altos niveles de plata puede causar argyria (una impregnación de los tejidos) y lesiones del hígado, riñón, médula espinal y pulmones en humanos. Se han detectado daños en el hígado y en el riñón, efectos en el sistema nervioso central, edema y congestión pulmonar en animales experimentales expuestos a varios compuestos de plata.

Fórmula química: Ag

Nombre IUPAC: Plata

Propiedades físicas y químicas

Peso atómico: 107.868 g/g mol

Punto de ebullición: 2212°C

Punto de fusión: 961.93°C

Gravedad específica: 10.5 a 20°C

Solubilidad en agua: Insoluble (algunos compuestos son solubles)

Solubilidad en orgánicos: Soluble en soluciones de cianuro de álcali.

Transporte y destino

La plata puede existir en varias formas químicas en sistemas acuosos. La plata metálica, la cuál tiene muy baja solubilidad, es estable en muchos de los intervalos Eh-pH del agua. Las concentraciones de cationes de plata hidratados, comúnmente presentes como especies univalentes, se pueden controlar por reacción con iones cloruro, bromuro y yoduro, dando haluros insolubles de plata. La precipitación de cloruro de plata puede ejercer un mejor control en la solubilidad de la plata cuando las concentraciones de cloruro son relativamente altas. Bajo condiciones reductoras a menudo se encuentra en lechos de sedimentos, formando sulfuros de plata y plata metálica y pueden también controlarse los niveles de especies de plata solubles. La plata es fuertemente sorbida por dióxido de manganeso, hidróxido férrico y minerales arcillosos. La sorción es probablemente el proceso dominante principal para remover plata disuelta en una columna de agua. En general, las concentraciones de plata son más altas en los lechos de sedimentos que en las aguas sobrenadantes.

La bioacumulación de la plata en plantas acuáticas, en invertebrados y vertebrados ocurre rápidamente y parece depender principalmente de la sorción-desorción de los sedimentos. Sin embargo, la cantidad de plata distribuída en la biota parece ser menor en comparación con la cantidad que se encuentra en los sedimentos. Un aumento pequeño en la cadena alimenticia parece ocurrir. La fotólisis, volatilización, transporte atmosférico y biotransformación no parecen ser vías o procesos de transporte importantes para la plata.

Efectos sobre la salud

Existen pocas evidencias para sugerir que la plata tiene actividad carcinogénica en animales experimentales. Se ha referido en varios estudios que las suspensiones coloidales de plata implantadas e inyectadas producen tumores o hiperplasia en el sitio de aplicación. Sin embargo, esto sugiere que los efectos son debidos a la forma física del metal o a su acción como un irritante exógeno. No hay estudios que sugieran que la plata es carcinogénica en humanos. La plata no parece tener actividad mutagénica o teratogénica en humanos o en animales experimentales.

La plata se puede absorber mediante inhalación o ingestión. Los efectos más comunes y más comentados de la absorción excesiva son una impregnación local o generalizada de los tejidos, a esto se le conoce como argyria. En casos de argyria, la acumulación de plata puede dar como resultado una pigmentación azul-gris de la piel, cabello, órganos internos y conjuntiva del ojo. Una dosis oral grande de compuestos de plata puede producir serios efectos en los humanos. Por ejemplo, el nitrato de plata puede causar violento dolor abdominal, vómito y convulsiones y la ingestión de 10 gramos es reportada comúnmente como fatal. Lesiones en el hígado, riñones, médula espinal y pulmones también han sido atribuidas a la exposición industrial o medicinal.

Se ha informado que la administración intravenosa del nitrato de plata produce edema pulmonar y congestión en animales experimentales. Daño al hígado y al pulmón, efectos al sistema nervioso central, y también se ha detectado que ocasiona la muerte en animales experimentales expuestos a varios compuestos de plata. La administración intraperitoneal LD₅₀ (30 días) de Ag⁺, como nitrato, en ratones machos suizos albinos es de 13.9 mg/kg. Ratas expuestas a la plata contenida en su abrevadero por 11 meses no mostraron efectos tóxicos a concentraciones menores de 0.4 mg/litro, pero se presentaron hemorragias renales a 0.4 mg/litro. Las actividades de reflejo condicionado y la resistencia inmunológica fueron disminuídas y el ácido nucleico cerebral contenido se incrementó a 0.5 mg/litro.

Numerosos cambios psicológicos, incluyendo el aumento de depresión y cambios patomorfológicos en el hígado, riñón, estómago e delgado fueron manifestados en ratas expuestas a 20 mg/litro por 5 meses.

Toxicidad en animales domésticos y silvestres

Los valores de toxicidad crónica para los invertebrados de agua dulce están de 0.25 µg/litro para la *Daphnia magna* a 4500 µg/litro para el *Gammarus pseudolimneus*. Los valores críticos para peces están en el intervalo de 3.9 µg/litro para el pecesillo de agua dulce a 280 µg/litro para la trucha arcoiris en agua dura. En agua dulce, la toxicidad crónica de la plata comienza a decrecer rápido. Los compuestos solubles, como el nitrato de plata, son generalmente mucho más tóxicos que los compuestos insolubles. Los valores crónicos del intervalo entre 2.6 y 29 µg/litro fueron referidos para *Daphnia magna*. Dos estudios sobre la trucha arcoiris refirieron valores crónicos de 0.12 µg/litro. Las relaciones crónico-agudas para *Daphnia magna* y la trucha arcoiris son de 2.0 y 54, respectivamente. Las plantas acuáticas de agua dulce comienzan a ser más resistentes a la plata que muchos de los animales sensitivos.

Los valores críticos para organismos de agua salada son de 4.7 $\mu\text{g/litro}$ para el lenguado de estío y 1 400 $\mu\text{g/litro}$ para el pecesillo sargo. Un valor crítico de 18 $\mu\text{g/litro}$ y una relación crónica de 14 es referida para el camarón.

Cierto número de células reducidas se observaron en el alga de agua salada *Skeletonema costatum* después de una exposición de 130 $\mu\text{g/litro}$ de plata.

Un exceso de plata puede provocar síntomas de deficiencias de selenio, vitamina E y cobre en animales alimentados con dietas adecuadas y puede agravar síntomas de deficiencia en animales cuya dieta carecen de uno o más de estos nutrientes. Estos efectos son referidos en perros, ovejas, cerdos, pollos, polluelos de pavo y patos.

Reglamentación y normas

Criterios de calidad del agua (USEPA):

Vida acuática

Agua dulce:

Toxicidad crítica: $\text{EXP}\{1.72 [\text{Ln}(\text{dureza})] + 6.52\}$ $\mu\text{g/litro}$
Toxicidad crónica: No hay criterios establecidos

Agua salada:

Toxicidad crítica: 2.3 $\mu\text{g/litro}$
Toxicidad crónica: No hay criterios establecidos

Salud humana

Criterio: 50 $\mu\text{g/litro}$

Norma primaria para agua potable: 50 $\mu\text{g/litro}$

Norma OSHA: 10 $\mu\text{g/m}^3$ TWA

Valor del límite umbral ACGIH: 0.1 mg/m^3 (Metal)
0.01 mg/m^3 (Compuestos solubles)

Norma Técnica Ecológica Mexicana: 5 mg/l

Medidas de protección personal

Los trabajadores que manipulan soluciones de nitrato de plata deben protegerse de las salpicaduras y derrames mediante ropa impenetrable y anteojos de seguridad. En áreas donde los niveles de polvo son excesivos se debe usar máscaras de recubrimiento facial completo. Se debe proporcionar diariamente ropa limpia a los trabajadores y los alimentos deben ingerirse en áreas no contaminadas. Los trabajadores habrán de ducharse después de cada turno y antes de vestir ropa de calle.

Exposición ocupacional

La plata puede presentarse en aleaciones con cobre, aluminio, cadmio, plomo, antimonio, las cuales se utilizan en la manufactura de platería, joyería, monedas, adornos, placas, conmutadores, instrumentos científicos, accesorios de automóviles y rejillas en las baterías de acumulación. La plata se usa en los aceros de cromo-níquel, en la soldadura y en las aleaciones de bronce, en la aplicación de películas metálicas sobre el vidrio y la cerámica, para aumentar la resistencia y la corrosión al ácido sulfúrico, en las películas fotográficas, en las placas y el papel, como recubrimiento de electroenchapado para el níquel y el cromo, como bactericida para la esterilización del agua, jugos de frutas, vinagres, etc. En las barras colectoras de electricidad y alambros de plantas eléctricas, amalgamas dentales y como catalizador químico en la síntesis de aldehídos. Debido a su resistencia al ácido acético y otros ácidos de los alimentos se utiliza en la manufactura de tubos, válvulas, tinas, alambres pasteurizantes y boquillas para las industrias de la leche, vinagre, sidra y de la seda de acetato de rayón.

Los compuestos de plata se emplean en fotografía, enchapado de plata, tintas, colorantes, vidrio coloreado y porcelana, grabado en marfil, en la manufactura de espejos y como reactivo de análisis químicos y catalizador. Alguno de los compuestos, también son de importancia médica como antisépticos y astringentes, así como para el tratamiento de algunas enfermedades, en particular en la medicina veterinaria.

Lista parcial de ocupaciones con riesgo de exposición

- Fabricantes de aleaciones
- Fabricantes de aleaciones dentales
- Fabricantes de bactericidas
- Fabricantes de cerámica
- Fabricantes de colorantes para el cabello
- Fabricantes de compuestos químicos orgánicos
- Fabricantes de equipos eléctricos
- Fabricantes de equipos para la producción de comida
- Fabricantes de espejos
- Fabricantes de medicamentos
- Fabricantes de monedas
- Fabricantes de vidrio
- Grabadores de marfil
- Trabajadores de fotografía
- Trabajadores de laboratorios químicos
- Trabajadores de plantas de tratamiento de agua
- Trabajadores de soldadura al martillo

PLOMO

Resumen

El plomo es un metal pesado que existe en uno de tres estados de oxidación, 0, +2, +4. Existe una evidencia que sugiere que algunas sales de plomo son carcinogénicas, provocan tumoraciones renales en ratones y ratas. El plomo es también un peligro en la reproducción y puede afectar adversamente al cerebro y al sistema nervioso central causando encefalopatía y neuropatía periférica. La exposición crónica a bajos niveles de plomo puede causar una ligera incapacidad de aprendizaje en niños. La exposición al plomo también causa daño en los riñones, anemia y puede tener efectos adversos en el sistema inmune.

Fórmula química: Pb

Nombre IUPAC: Plomo

Propiedades físicas y químicas

Peso atómico: 207.19 g/g mol

Punto de ebullición: 1740°C

Punto de fusión: 327.502°C

Gravedad específica: 11.35 a 20°C

Solubilidad en el agua: Insoluble, algunos compuestos orgánicos son solubles

Solubilidad en compuestos orgánicos: Soluble en HNO₃ y en H₂SO₄ caliente

Transporte y destino

Algunas industrias producen compuestos de plomo que son solubles en agua (USEPA 1979). Sin embargo el plomo metálico y los minerales de plomo comunes son insolubles en agua. Generalmente los compuestos naturales de plomo no son móviles en superficies normales o en aguas subterráneas ya que el lixiviado de plomo proveniente de las minas se adsorbe por el hidróxido férrico o se combina con los iones carbonato o sulfato para formar compuestos insolubles.

El movimiento del plomo y sus compuestos inorgánicos y orgánicos como partículas en la atmósfera es el principal proceso de transporte ambiental. El plomo contenido en la atmósfera puede removerse por deposición seca o húmeda. Aún cuando se tiene poca evidencia disponible concerniente a la fotólisis de los compuestos del plomo en aguas naturales la fotólisis en la atmósfera ocurre fácilmente. Estos procesos atmosféricos son importantes en la determinación de la forma en que el plomo entra al sistema acuático y terrestre.

El transporte del plomo en el medio acuático está influenciado por la especificación del ión. El plomo existe principalmente como un catión divalente en la mayoría de las aguas no contaminadas y se vuelve adsorbible en fases particulares. Sin embargo, en aguas

contaminadas los complejos orgánicos son los más importantes. Probablemente, la volatilización de los compuestos de plomo no es importante en la mayoría de los medios acuáticos.

Los procesos de sorción parecen estar excluidos de los procesos dominantes en la distribución de los compuestos del plomo en el ambiente. La adsorción a los sólidos inorgánicos, materiales orgánicos, hierro hidratado y óxido de manganeso generalmente controlan la movilidad del plomo y provocan una fuerte partición del plomo en los sedimentos lechosos en sistemas acuáticos. El mecanismo de sorción más importante en un sistema particular varía con el tipo de sedimentos geológicos, pH, disponibilidad de ligaduras, concentraciones de iones particulares y disueltos, salinidad y composición química. El equilibrio de solubilidad del plomo con carbonato, sulfato y sulfito es bajo. En la mayoría de los intervalos de pH normales, el carbonato de plomo, y el sulfato de plomo controla la solubilidad del plomo en condiciones aerobias y el sulfuro de plomo y el mismo metal controlan la solubilidad en condiciones anaerobias. El plomo se acompleja fuertemente con materias orgánicas presentes en sistemas acuáticos y suelos. El plomo en el suelo no es asimilado por las plantas, razón por la cual su disponibilidad para los organismos terrestres es un poco limitada.

La bioacumulación de plomo se presenta en una gran variedad de organismos, a través de la cadena alimenticia y los factores de bioconcentración se encuentran en un intervalo de 100 a 1 000. La biometilación del plomo por los microorganismos puede remover el plomo de la atmósfera. La última disposición del plomo es probablemente a los océanos profundos.

Efectos sobre la salud

Existe evidencia de que muchas sales de plomo son carcinogénicas en ratones y ratas, causando tumores a los riñones después de una administración oral o parenteral. Los resultados concernientes a la carcinogenicidad del plomo en humanos están inconclusos, no son suficientes para hacer una evaluación. Existe una evidencia inequívoca de que la exposición al plomo causa genotoxicidad en humanos y en animales. La evidencia disponible indica que el plomo presenta un peligro para la reproducción y ejerce efectos tóxicos durante la gestación de los fetos humanos y de animales experimentales (USEPA 1977, 1980).

Muchos compuestos del plomo son muy solubles en los fluidos del cuerpo para considerarse tóxicos (USEPA 1977, 1980). La exposición de humanos o de animales experimentales al plomo puede provocar efectos tóxicos al cerebro, al sistema nervioso central, al sistema nervioso periférico, a los riñones y al sistema hematopoyético. Una exposición crónica al plomo inorgánico por ingestión o inhalación puede causar encefalopatía de plomo y en casos severos puede provocar daño cerebral permanente. La intoxicación por plomo puede causar neuropatía periférica en adultos y niños e incapacidad de aprendizaje permanente que no es clínicamente detectable, aún por exposición a niveles relativamente bajos. Una exposición de período corto al plomo puede causar daños reversibles al riñón, pero una exposición prolongada a concentraciones altas pueden provocar un daño al riñón progresivo y una posible falla renal. Anemia, debida a la inhibición de la síntesis de hemoglobina y una reducción de los glóbulos rojos que circulan por la espina dorsal, es una

manifestación temprana de intoxicación por plomo. Numerosos estudios con animales experimentales sugieren que el plomo puede intervenir con varios aspectos de la respuesta inmune.

Toxicidad en animales domésticos y silvestres

Los vertebrados e invertebrados son más sensibles al plomo en agua blanda que en agua dura (USEPA 1980, 1983). Con una dureza de aproximadamente 50 mg/litro de CaCO_3 . Las concentraciones de plomo para nueve familias de especies animales están en el intervalo de 140 $\mu\text{g/litro}$ a 236600 $\mu\text{g/litro}$. Los valores crónicos para *Daphnia magna* y la trucha arcoíris son de 12.26 y 83.08 $\mu\text{g/litro}$ respectivamente, con una dureza de aproximadamente de 50 mg/litro. Las relaciones crónico-agudas calculadas para tres especies de agua dulce están en el intervalo de 18 a 62. Se detectaron factores de bioconcentración que fluctúan entre 42 para truchas jóvenes de río hasta 1700 para caracoles. Algas de agua dulce mostraron una inhibición de crecimiento a concentraciones de aproximadamente 500 $\mu\text{g/litro}$.

Valores críticos para doce especies de agua salada están en el intervalo de 476 $\mu\text{g/litro}$, para el mejillón común a 27 000 $\mu\text{g/litro}$ y para almeja de concha suave. Una exposición crónica al plomo causa efectos adversos al camarón de agua salada a 37 $\mu\text{g/litro}$, pero no a 17 $\mu\text{g/litro}$. La relación crónica-aguda para estas especies es de 118. Los factores de bioconcentración fluctúan entre 17.5 para la almeja Quahog a 2570 para el mejillón azul. Las algas de agua salada son adversamente afectadas a concentraciones aproximadas de plomo tan bajas como 15.8 $\mu\text{g/litro}$. Aún cuando se sabe que el plomo se encuentra en el tejido de muchos animales silvestres, incluyendo pájaros, mamíferos, pescados e invertebrados, los informes de intoxicación generalmente involucran aves acuáticas. Existe una evidencia de que las concentraciones de plomo que ocasionalmente se encuentra cerca de los bordes de caminos y fundidoras, pueden eliminar o reducir poblaciones de bacterias y hongos en superficies de hojas y de suelos; muchos de estos microorganismos juegan un papel importante en la cadena alimenticia.

Se ha informado de casos de intoxicación con plomo para una variedad de animales domésticos, incluyendo ganado vacuno, caballos, perros y gatos. En estos casos se menciona que varios tipos de fuentes antropogénicas han originado la intoxicación con plomo. Debido a su curiosidad y a sus indiscriminados hábitos de alimentación, el ganado vacuno experimenta el mayor índice de toxicidad por plomo entre los animales domésticos.

Reglamentación y normas

Criterios en calidad del agua (USEPA):

Vida acuática (Criterio propuesto)

Las bajas concentraciones son para plomo activo, el cual se define como el plomo que pasa a través de un filtro de membrana de 0.45 μm después de que la muestra se ha acidificado a un pH de 4 con ácido nítrico.

Agua dulce: Toxicidad crítica: $\text{Exp}\{1.34 [\ln(\text{dureza})]-2.014\}$ $\mu\text{g/litro}$
Toxicidad crónica: $\text{Exp}\{1.34 [\ln(\text{dureza})]-5.245\}$ $\mu\text{g/litro}$

Agua salada: Toxicidad crítica: 220 $\mu\text{g/litro}$
Toxicidad crónica: 8.6 $\mu\text{g/litro}$

Salud humana

Criterio: 50 $\mu\text{g/litro}$

Norma primaria de agua potable: 50 $\mu\text{g/litro}$

Norma recomendada por NIOSH: 0.10 mg/m^3 TWA
(plomo inorgánico)

Norma OSHA: 50 $\mu\text{g/m}^3$ TWA

Valores del límite umbral ACGIH:

0.15 mg/m^3 TWA (Polvos y humos inorgánicos)

0.45 mg/m^3 STEL (Polvos y humos inorgánicos)

Norma Técnica Ecológica Mexicana para agua potable: 0.05 mg/l

Medidas de protección personal

Los trabajadores deben recibir ropa de trabajo que cubra todo el cuerpo incluyendo la cabeza. El polvo debe eliminarse (extracción al vacío) antes de abandonar cada turno. Debe fomentarse el baño después de cada turno antes de cambiarse a ropa de calle. Todos los empleados expuestos a concentraciones por encima del límite promedio y en caso de emergencia deben usarse máscaras contra el polvo y los humos o bien respiradores con línea de aire. No deben ingerirse alimentos en las áreas contaminadas.

Exposición ocupacional

El plomo metálico se usa para el recubrimiento de depósitos de tuberías y de otro equipo cuando la flexibilidad y la resistencia a la corrosión son necesarias como en la industria química, en el manejo de gases corrosivos y líquidos usados en la manufactura de ácido sulfúrico, en la refinera de petróleo y en la halogenación, sulfonación, extracción y condensación, así como en la industria de la construcción. También se utiliza como ingrediente en soldaduras, como carga en la industria automotriz y como material protector para rayos X y radiación atómica. Se emplea, además, en la manufactura del plomo tetraetilo y de compuestos orgánicos e inorgánicos del plomo, en pigmentos para pinturas y barnices, acumuladores, vidrios plomados, esmaltes vidriosos, como lustrante en la cerámica, en la goma de litargio, plásticos y artefactos electrónicos. El plomo se usa en la metalurgia y puede agregarse al bronce, latón, acero y a otras aleaciones para mejorar sus características.

Forma aleaciones con el antimonio, zinc y cobre. Se usa también en la metalización para proporcionar revestimientos protectores y en los baños de tratamiento al calor en el tetrafilado de alambres.

La exposición al polvo de plomo puede ocurrir durante la minería, fundición y refinación y la exposición a humos puede producirse durante operaciones a alta temperatura (más de 500°C) como soldadura o revestimiento por pulverización de metales por plomo fundido. Existen numerosos usos de los compuestos de plomo, algunos de los más comunes son en las placas de las baterías eléctricas y acumuladores, como agentes combinantes en la manufactura del hule, como ingredientes en la pintura y esmalte, vidrio, pigmentos y en la industria química.

Lista parcial de ocupaciones con riesgo de exposición

Fabricantes de baterías
Fabricantes de cerámica
Fabricantes de fósforos
Fabricantes de lubricantes
Fabricantes de perlas artificiales
Fabricantes de vidrio
Trabajadores de esmaltes
Trabajadores con insecticidas
Soldadores
Plomeros
Pintores
Fundidores de bronce

SELENIO

Resumen

Aún cuando el selenio es un elemento esencial en la alimentación, la exposición a cantidades ligeramente superior de los niveles requeridos puede producir efectos tóxicos. Los síntomas provocados por la exposición crónica incluyen dermatitis, afecciones en el funcionamiento de las neuronas, alteraciones gastrointestinales, manchas y caries dentales, así como la pérdida parcial de cabello y uñas. Los efectos tóxicos observados en animales incluyen la degeneración del hígado, riñones y miocardio; hemorragias en el tubo digestivo; daño al cerebro. La inhalación de selenio irrita los ojos, nariz y garganta.

Información adicional

El selenio es estable en los cuatro estados de valencia: -2, 0, +4 y +6. El selenio elemental puede considerarse inerte en el medio acuático, y su disposición en esta forma parece ser la principal en sistemas naturales.

Fórmula química: Se
Nombre IUPAC: Selenio

Propiedades físicas y químicas

Peso atómico: 78.96 g/g mol
Punto de ebullición: 684.9°C
Punto de fusión: 217°C
Gravedad específica: 4.26 a 4.81°C
Solubilidad en agua: Insoluble
Solubilidad en compuestos orgánicos: Cristales ligeramente solubles en disulfuro de carbono, soluble en éter; las formas amorfas son solubles en disulfuro de carbono, yoduro de metileno, benceno y en hidroquinonas.

Transporte y destino

En aguas superficiales, con pH alto, el selenio se encuentra presente en la selenita con un estado de oxidación de (+4) o en el selenato con un estado de oxidación de (+6). Estas especies químicas son muy solubles y es probable que la mayor parte del selenio liberado en el ambiente acuático sea transportado en esta forma a los océanos. Bajo condiciones reductoras y a pH bajo, se puede formar selenio elemental o selenuros de metal. Patrones de especiación química similares afectan el transporte del selenio en el suelo. En suelos ácidos pobremente aireados, predominan las formas insolubles. En suelos alcalinos bien aireados, las formas solubles del selenio forman parte del lixiviado y sus compuestos rápidamente pueden formarse en plantas cultivadas.

El selenio se absorbe fuertemente por óxidos metálicos hidratados, mientras que con las arcillas y los materiales orgánicos tiene poca afinidad. La absorción por lechos sedimentados o sólidos suspendidos y la precipitación con óxidos metálicos hidratados son probablemente el mejor control en la movilidad del selenio en aguas superficiales.

Sin embargo, la mayor parte del selenio en sistemas acuáticos es regularmente transportado como compuestos disueltos. Estudios experimentales indican que el selenio es bastante móvil en arcillas, especialmente bajo condiciones alcalinas.

El selenio se bioacumula en organismos acuáticos y terrestres, esta bioacumulación se origina principalmente a través de la alimentación en pequeñas concentraciones en cada alimento. La conversión del selenio a su forma inerte e insoluble puede ocurrir en organismos terrestres y acuáticos. Sin embargo, el selenio puede ser metilado por una variedad de organismos, incluyendo la microflora béntica. En un ambiente reductor, se puede formar el selenuro de hidrógeno (H_2Se). Ambas formas del selenio (metilado y el H_2Se) son volátiles y pueden ser liberadas a la atmósfera. Consecuentemente, la removilización del selenio de sistemas acuáticos y terrestres, a través de la biotransformación a formas volátiles y el subsecuente transporte atmosférico, puede dar como resultado un reciclamiento significativo.

Efectos en la salud

No hay evidencia que el selenio sea carcinogénico en humanos. El selenio ha sido administrado por vía oral en animales de laboratorio, pero los datos disponibles son insuficientes para permitir una evaluación confiable de su potencial carcinogénico. Sin embargo, estudios recientes sugieren que el selenio no es carcinogénico. Varios estudios muestran que este elemento actualmente puede reducir la incidencia de tumores bajo ciertas condiciones. Los efectos de mutagenicidad, teratogenicidad y reproductividad no han sido experimentados adecuadamente.

El selenio es un elemento esencial en la alimentación de animales y humanos. Sin embargo, la exposición a cantidades ligeramente superiores a los niveles permitidos puede producir efectos graves y toxicidad crónica. La toxicidad aguda por compuestos de selenio varían mucho, mientras que los efectos crónicos de la mayor parte de sus formas son similares. La exposición puede ser por vía oral, inhalación o vías dérmicas y sus efectos en humanos y en animales de laboratorio son similares. Los efectos agudos incluyen degeneración del hígado, riñones y miocardio, hemorragias en el tracto digestivo y daño cerebral. También puede ocurrir irritación en ojos, nariz y garganta por inhalación, quemaduras en la piel, dermatitis aguda con sensibilización en algunos casos, nerviosismo, somnolencia y convulsiones. El valor de la dosis crítica LD_{50} para el selenuro de sodio en ratas fue aproximadamente de 10 mg/kg. La toxicidad crónica en humanos aparece solamente en áreas donde se consumen alimentos contaminados con concentraciones excesivas de selenio. Los signos de intoxicación crónica incluyen depresión nerviosa, dermatitis, disturbios gastrointestinales, decoloración y caries dentales, cansancio y pérdida parcial de pelo y uñas.

Toxicidad en animales domésticos y silvestres

Algunos alimentos y forrajes de cultivos de ciertos suelos seleníferos pueden acumular selenio en concentraciones tan altas como 1 000 ppm. La toxicidad crónica por selenio puede ocurrir en animales de pastoreo que consumen plantas que contienen de 3 a 25 ppm por largos períodos. Los síntomas de envenenamiento crónico (muerte "alkali") incluyen falta de vitalidad, pérdida de cabello, esterilidad, deformación en las patas, cojera, anemia y necrosis grasa del hígado. Los efectos tóxicos agudos incluyen deterioro de la visión, debilidad en los miembros y fallas respiratorias que pueden ocurrir en ganado que consume de 100 a 1 000 ppm de selenio. Hay denuncias de consumo de plantas que contenían de 400 a 800 ppm y que han sido letales para ovejas, cerdos y terneras. No hay quejas de incremento de cáncer en ganado en áreas seleníferas.

Reglamentación y normas

Criterios de calidad del agua (USEPA):

Vida acuática (Selenita)

Agua dulce:

Toxicidad crítica: 260 $\mu\text{g/litro}$
Toxicidad crónica: 35 $\mu\text{g/litro}$

Agua salada:

Toxicidad crítica: 410 $\mu\text{g/litro}$
Toxicidad crónica: 54 $\mu\text{g/litro}$

No se han establecido criterios para protección de la vida acuática para los selenatos.

Salud humana

Criterio: 10 $\mu\text{g/litro}$

Norma primaria para agua potable: 0.01 mg/litro

Norma recomendada por NIOSH: 0.2 mg/m^3 TWA
(Compuestos de selenio, como Se)

Norma OSHA: 0.2 mg/m^3 TWA (Compuestos de Se)

Norma Técnica Ecológica Mexicana: 1.0 mg/l

Norma Técnica Ecológica Mexicana para agua potable: 0.05 mg/l

Medidas de protección personal

El uso de ropa protectora y una buena higiene personal (baños y cuidado de las uñas) previenen la exposición cutánea y la consiguiente sensibilización. En las áreas donde las concentraciones de polvo y vapores exceden los límites aceptables se requiere el uso de máscaras y respiradores con línea de aire. Las ropas de trabajo deben cambiarse diariamente y es necesario insistir en la importancia del baño antes de vestir ropa de calle.

Exposición ocupacional

La mayor parte del selenio que se produce se usa en la manufactura de rectificadores de selenio. Se utiliza como un pigmento de vidrio rubí, pinturas y colorantes, como agente vulcanizante para el caucho, decolorante para el vidrio verde, catalizador en la prueba de Kjeldahl y como insecticida; así como en la manufactura de electrodos, fotocélulas de selenio y en mezclas semiconductoras de fusión, en baños fotográficos de entonación y en la deshidrogenación de compuestos orgánicos. Se emplea también en la exploración por barrido radioactivo del páncreas y en xerografía fotostática y de rayos X. Puede formar aleaciones con el acero inoxidable, el cobre y el acero colado.

Lista parcial de ocupaciones con riesgo de exposición

Fabricantes de ácido sulfúrico
Fabricantes de electrodos de arcos eléctricos
Fabricantes de pigmentos
Fabricantes de plaguicidas
Fabricantes de productos químicos para fotografía
Fabricantes de rectificadores eléctricos
Fabricantes de semiconductores
Fundidores de cobre
Sintetizadores de compuestos químicos orgánicos
Tostadores de piritita
Trabajadores de caucho
Trabajadores de plásticos
Trabajadores de textiles