



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

APRENDE

a prevenir los efectos del mercurio

Salud y ambiente



Módulo

01

**APRENDE A PREVENIR LOS EFECTOS DEL MERCURIO
MÓDULO 1: SALUD Y AMBIENTE**

**Elsa Galarza Contreras
Ministra del Ambiente**

**Marcos Gabriel Alegre Chang
Viceministro de Gestión Ambiental**

**Gunther Iván Merzthal Yupari
Director General de Educación, Cultura y Ciudadanía Ambiental**

**Equipo técnico
Luis Alberto Sarmiento Escobar
Martha Meléndez Chujandama
Jeanette Paola Loyola Angeles**

**Asesor en conflictos socioambientales
César Augusto Ipenza Peralta**

**Editado por
© Ministerio del Ambiente
Dirección General de Educación, Cultura y Ciudadanía Ambiental
Av. Javier Prado Oeste 1440, San Isidro
Lima, Perú**

**Primera edición, octubre de 2016
Tiraje: 300 ejemplares**

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú n.º 2016-13439

**Diseño e impresión en:
MSC Consultores educativos S. A. C.
Jr. 3 de febrero n.º 1265, interior 3. Urb. Apolo. La Victoria, Lima, Perú.
Octubre de 2016**

ÍNDICE

PRESENTACIÓN	03
INTRODUCCIÓN	05
1. Entornos saludables en armonía con el ambiente	
El ambiente	08
Ambientes saludables	08
Contaminación ambiental	12
2. Efectos de los metales pesados en la salud de las personas y del ambiente	
Metales pesados	14
Efectos que producen los metales pesados en la salud y el ambiente	17
El mercurio	19
Métodos de extracción del oro	22
Uso del mercurio en el ciclo del procesamiento del oro	23
Uso del mercurio en la minería de pequeña escala	24
3. Prevención para evitar el daño que produce el mercurio	
Manejo preventivo del mercurio	27
Recomendaciones en el proceso de recuperación del oro	28
Alternativas al uso del mercurio	30

PRESENTACIÓN

El presente módulo ha sido elaborado por el Ministerio del Ambiente (MINAM) en el marco de la actividad “Educación ambiental para la prevención y recuperación ambiental”, proveniente del programa presupuestal 0136 “Prevención y recuperación ambiental”.

El objetivo de este módulo es capacitar a los gestores ambientales y educativos que trabajan con las comunidades y la población escolar de Puno y Madre de Dios sobre el cuidado del ambiente, el cual viene siendo alterado por el uso del mercurio proveniente de la actividad minera ilegal e informal, lo que provoca riesgos y daños a la salud y al ambiente. Para ello hemos incluido en este módulo dos temas principales: entornos saludables en armonía con el ambiente y efectos de los metales pesados en la salud de las personas y del ambiente.

Además, te explicamos cómo el mercurio afecta a nuestra salud y al ambiente; asimismo, te damos algunas recomendaciones para evitar la contaminación por este metal pesado y poner en práctica un mejor manejo del mercurio.

Contamos contigo para un Perú limpio y natural sin contaminación.

INTRODUCCIÓN

El ambiente que nos rodea están íntimamente relacionados a la salud. El aire que respiramos, el agua que bebemos, el entorno de trabajo o el interior de nuestras viviendas e instituciones educativas tienen una gran implicación en nuestro bienestar y nuestra salud.

Por ese motivo, la adecuada calidad o la salubridad de nuestro ambiente resulta vital para una buena salud de las personas y animales.

Según afirma la Organización Mundial de la Salud (OMS) en su definición de ambiente y salud, dentro del concepto se incluyen tanto las enfermedades producidas por sustancias químicas, radiación y algunos agentes biológicos, así como los efectos (con frecuencia indirectos) en la salud y el bienestar derivados del medio físico, psicológico, social y estático en general; lo que incluye la vivienda, el desarrollo urbano, el uso del terreno y el transporte.



Conoce algunas políticas relacionadas con la salud y el ambiente.

Políticas nacionales:

- ▶ El Ministerio del Ambiente contempla en su Plan Nacional de Acción Ambiental 2011-2021¹, como objetivo general:

“Mejorar la calidad de vida de las personas, garantizando la existencia de ecosistemas saludables, viables y funcionales en el largo plazo; y el desarrollo sostenible del país, mediante la prevención, protección y recuperación del ambiente y sus componentes, la conservación y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, de una manera responsable y congruente con el respeto de los derechos fundamentales de la persona”.

- ▶ El Ministerio de Salud (MINSA)² constituyó una comisión encargada de elaborar y proponer la actualización de los “Lineamientos de política de atención a personas con exposición, así como las potencialmente afectadas por contaminación con metales pesados y otras sustancias químicas”.

Políticas internacionales:

- ▶ En la conferencia de Sundsvall³ sobre los ambientes favorables para la salud, se pidió a la población de todo el mundo que intervinieran activamente para lograr que el ambiente sea más favorable para la salud.

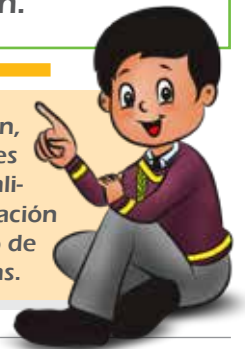
La conferencia llama a la Organización Mundial de la Salud y a los demás organismos internacionales a abogar en favor de la salud en todos los foros apropiados y a dar apoyo a los distintos países para que se establezcan programas y estrategias dirigidas a la promoción de la salud.

Por tanto, la promoción de la salud constituye un proceso político y social que incluye, por un lado, todas aquellas acciones dirigidas a desarrollar y fortalecer las habilidades y capacidades de las personas, de manera individual y colectiva, sobre el cuidado de su salud y la búsqueda de bienestar, y, por otro, aquellas dirigidas a actuar sobre las condiciones del entorno ambiental que determinan la salud de una población.



SABÍAS QUE...

Entre 1932 y 1968 hubo una catástrofe en la bahía de Minamata en Japón, donde una planta química de la Corporación Chisso estuvo arrojando grandes cantidades de mercurio en el mar. Este mercurio había entrado en la cadena alimentaria, contaminando a los peces, moluscos y otros animales que formaban parte de la alimentación de los habitantes de Minamata. Un gran número de personas resultaron intoxicadas, con un saldo de cerca de 1700 muertos y más de 3000 afectados; muchas sufrieron secuelas por el resto de sus vidas.



¹ Plan Nacional de Acción Ambiental. PLANAA-PERÚ 2011-2021 aprobado por D. S. n.º 014-2011-MINAM.

² Resolución Ministerial n.º 588-2015/MINSa de fecha 24.09.2015.

³ Declaración de Sundsvall sobre los ambientes favorables a la salud (Suecia, 1991).

ENTORNOS SALUDABLES EN ARMONÍA CON EL AMBIENTE



El ambiente

El ambiente es el conjunto de elementos físicos, químicos y biológicos, de origen natural o antropogénico (producidos por el hombre), que rodean a los seres vivos y determinan sus condiciones de existencia.⁴

Entre estas condiciones tenemos, por ejemplo, la calidad del aire que respiramos, la calidad del agua que tomamos, la disponibilidad de alimentos sanos, y la presencia de especies y de material genético, entre otras.



Ambientes saludables

El Ministerio de Salud contempla la siguiente definición: "Los ambientes saludables son espacios físicos y sociales adecuados para el trabajo, el juego, el aprendizaje, la interacción, etc. que favorecen el crecimiento y el desarrollo de las personas. Las niñas y los

niños son especialmente susceptibles a los riesgos, daños y enfermedades cuando nacen y se desarrollan en un ambiente inadecuado con hacinamiento, falta de higiene, carencia de espacio para jugar y estudiar".⁵



Estos ambientes corresponden al lugar donde viven las personas como su hogar, la escuela, la comunidad.

⁴ Ministerio del Ambiente. (2013). *Glosario de términos de uso frecuente en la gestión ambiental*. Lima: MINAM.

⁵ Ministerio de Salud. (2012). Dirección General de Promoción de la Salud. Documento Técnico Modelo de Abordaje de Promoción de la Salud en el Perú. Acciones para el desarrollo de la Promoción de Higiene y Ambiente Saludable. Disponible en <ftp://ftp2.minsa.gob.pe/descargas/dgpps/compendio/pdf/147.pdf>

Los ambientes también son el marco que permite identificar los factores protectores y de riesgo⁶; además de aplicar estrategias de promoción de la salud, mejorar la calidad de vida y contribuir al desarrollo

sostenible. Teniendo en cuenta que dos de los ambientes más importantes para la salud y la vida de las personas son la escuela y la vivienda, aquí brindamos a continuación una breve descripción:

Escuela saludable:

Cuando hablamos de escuela saludable, hacemos referencia a la estructura física de la escuela, a las relaciones interpersonales y de comunicación y al comportamiento ambientalmente responsable o no de todos los miembros de la comunidad.

Este ambiente favorecerá o restará eficacia a la labor formativa de la institución educativa, en tanto establece las condiciones básicas para el desarrollo del aprendizaje de las y los estudiantes.⁷

Para que un ambiente sea favorable a la salud y sea propicio para el aprendizaje, es necesario que la institución educativa cuente con instalaciones en buenas condiciones: aulas espaciosas y mejor si son climatizadas, áreas de recreación, mobiliario apropiado, instalaciones sanitarias completas y en funcionamiento, la provisión de agua potable o agua segura, manejo adecuado de residuos sólidos y protección de los rayos solares.



SABÍAS QUE...

El agua en las escuelas no es segura debido a la contaminación de las fuentes de agua por residuos sólidos domiciliarios, relaves mineros, entre otros.



⁶ Factores protectores y de riesgo. Son aspectos del ambiente o de la personalidad que hace más probable (factores de riesgo) o menos probable (factores protectores) que la persona pueda desarrollar un problema dado.

⁷ Adaptado de Ministerio de Salud. (2005). *Programa de Promoción de la salud en las Instituciones Educativas-Escuelas Saludables*. Lima: MINSA.

Vivienda saludable:

Es aquel espacio físico que propicia condiciones satisfactorias para la persona y la familia, reduciendo al máximo los factores de riesgo existentes en su contexto geográfico, económico y social; por ejemplo: garantiza seguridad y protección, facilita el descanso, presenta condiciones adecuadas para el almacenamiento, preparación y consumo de los alimentos, suministra los recursos para la higiene personal, doméstica y el saneamiento, entre otros.⁸

“Toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente”. (Ley General del Ambiente n° 28611. 2005).

Por lo tanto, una vivienda saludable favorece el desarrollo social de las personas y eleva la calidad de vida. Pero existen elementos que ponen en riesgo la vivienda saludable; entre ellos los contaminantes químicos como los metales.

SABÍAS QUE...

Los metales también ingresan a nuestros hogares a través del agua contaminada, la ropa de nuestros familiares que manipulan mercurio y minerales, entre otros.



A TENER EN CUENTA

Hay tres elementos importantes a considerar en una vivienda saludable:

- **Calidad de agua en la vivienda:** es un factor básico de la salud o enfermedad, especialmente cuando el agua que consumimos no es segura o de buena calidad.

- **Manejo de residuos sólidos** vía su separación, almacenamiento y disposición final adecuada.

- **Higiene en la vivienda y control de vectores** (moscas, cucarachas, mosquitos, etc.) como del polvo metálico que ingresa en los zapatos y ropa o por acción del viento.



⁸ Ministerio de Salud. (2005). *Guía de implementación del Programa de Familias y Viviendas Saludables*. Lima: MINSA.

Comunidad saludable:

La comunidad saludable es el conjunto de familias que viven en una misma localidad, donde todas sus autoridades, organizaciones, familias y ciudadanos trabajan unidos en favor de la salud, el bienestar y la calidad de vida de toda la comunidad. Una familia saludable que vive en una comunidad, conoce y hace respetar los derechos en salud de cada uno de sus integrantes.⁹

A una comunidad saludable la podemos comparar con el cuerpo humano; cuando todos los sistemas funcionan bien, el cuerpo humano está saludable; así en una comunidad, si todos sus integrantes trabajan juntos, sus organizaciones y autoridades funcionan bien; una comunidad es saludable.



Una comunidad es saludable cuando:



Fuente: Adaptado de Ministerio de Salud. (2009). Documento Técnico. "Manual del agente comunitario de salud"

⁹ Ministerio de Salud. (2009). Documento Técnico. *Manual del agente comunitario de salud*. Lima: MINSA.

Contaminación ambiental

Una de las razones por la que nuestro ambiente deja de ser saludable es por la contaminación ambiental.

Se denomina contaminación ambiental a la presencia en el ambiente de cualquier agente (físico, químico o biológico) o bien de una combinación de varios agentes en lugares, formas y concentraciones tales que sean o puedan ser nocivos para la salud, la seguridad o para el bienestar de la población, o a su vez, que puedan ser perjudiciales para la vida vegetal o animal, o impidan el uso normal de las propiedades y lugares de recreación y goce de los mismos.

La contaminación ambiental es también la acción y estado que resulta de la introducción por el hombre de contaminantes al ambiente por encima de las cantidades y/o concentraciones máximas permitidas, tomando en consideración el carácter acumulativo o sinérgico de los contaminantes en el ambiente.¹⁰

Contaminantes:

Físicos

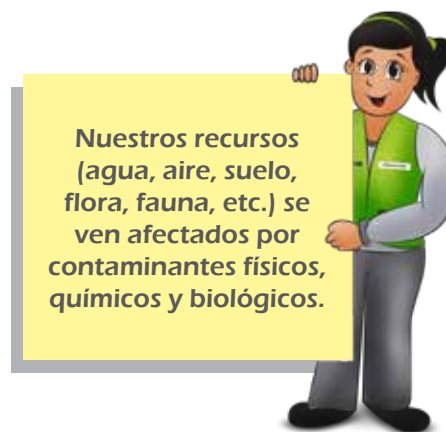
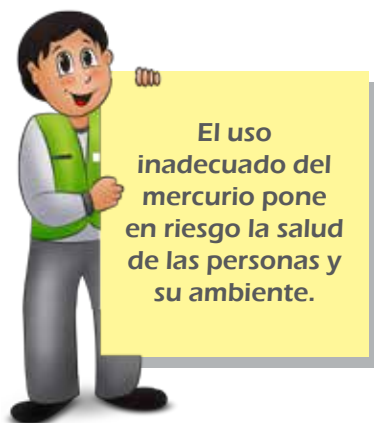
Radioactividad, ruido, iluminación artificial, generación artificial de temperaturas extremas, etc.

Químicos

Metales pesados, pesticidas, desinfectantes, detergentes, abonos artificiales, gases, etc.

Biológicos

Desechos orgánicos.



¹⁰ Ministerio del Ambiente. (2013). *Glosario de términos de uso frecuente en la gestión ambiental*. Lima: MINAM.



**EFECTOS
DE LOS
METALES
PESADOS
EN LA SALUD
DE LAS
PERSONAS
Y DEL
AMBIENTE**



Metales pesados

Los metales pesados son un grupo de elementos químicos que presentan una densidad relativamente alta y cierta toxicidad para los seres humanos. Contaminantes como los metales pesados tienen la capacidad de provocar cambios evolutivos debido a sus efectos dañinos en plantas. Ejemplos de metales pesados son el cobre (Cu), plomo (Pb), zinc (Zn), mercurio (Hg), arsénico (As), etc.¹¹

Características:

- ▶ Los metales pesados son componentes de la corteza terrestre.
- ▶ En un grado pequeño, se incorporan a nuestro cuerpo a través de los alimentos, agua, aire, entre otros.
- ▶ No pueden ser degradados o ser destruidos.
- ▶ Los mayores problemas asociados a la aparición de metales pesados son la bioacumulación y la biomagnificación.

A TENER EN CUENTA

Existen metales que resultan esenciales en nuestra dieta, como el sodio, potasio, calcio, cobre, zinc, entre otros. El uso de sustancias como el mercurio, pone en riesgo nuestra salud y el ambiente.

SABÍAS QUE...

Los metales pesados en concentraciones altas pueden conducir al envenenamiento.



BIOMAGNIFICACIÓN

Capacidad de los metales pesados de presentarse en bajas concentraciones en organismos al principio de la cadena trófica y en mayor proporción a medida que se asciende.



BIOACUMULACIÓN

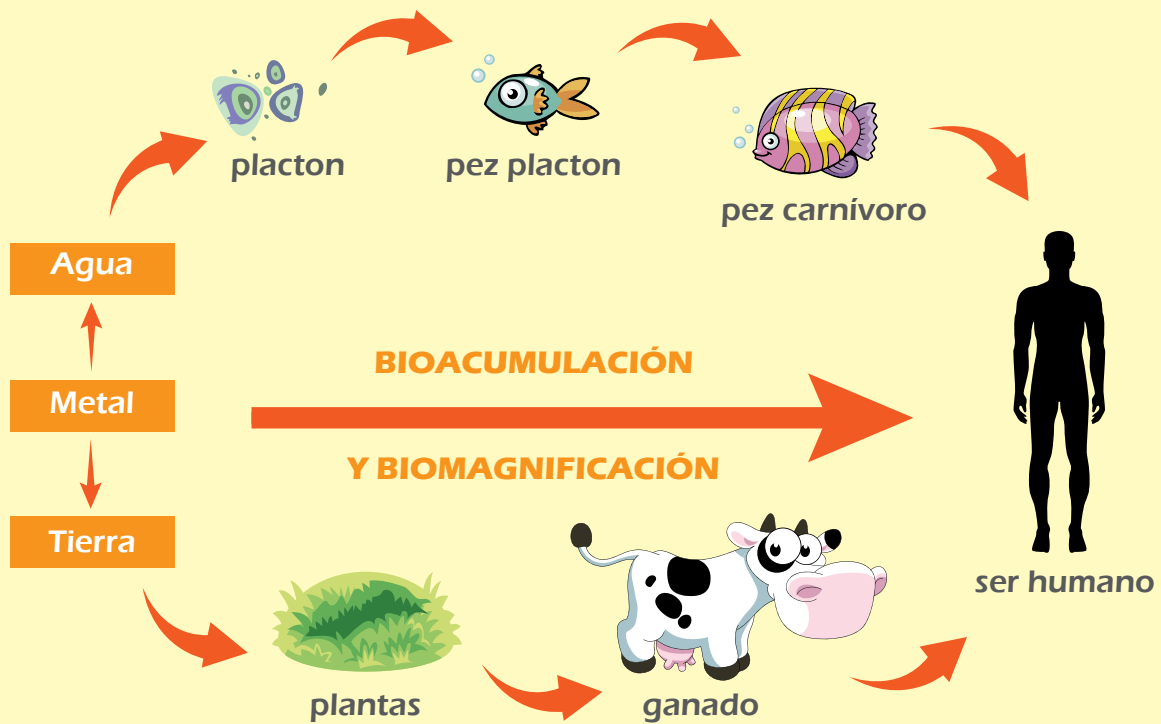
Proceso de incremento en la concentración de los metales pesados en un organismo vivo a través del tiempo.



¹¹ Ministerio del Ambiente. (2012). *Glosario de Términos para la Formulación de Proyectos Ambientales*. Lima: MINAM.



Los metales pesados se van acumulando desde el menor hasta el mayor nivel de la cadena alimenticia, llegando hasta el ser humano por agua o por tierra.



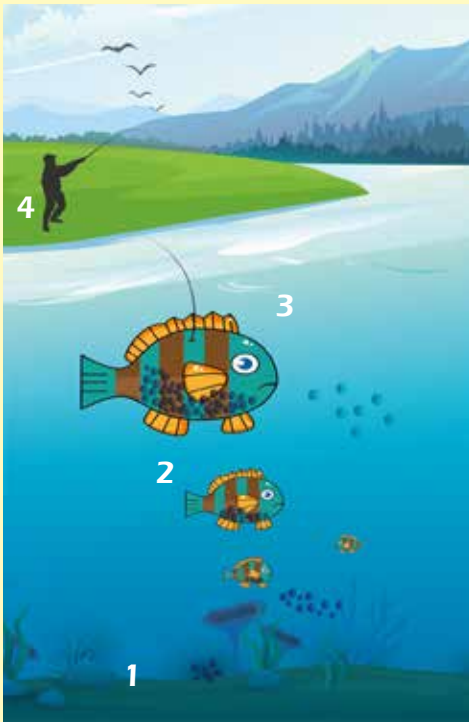
SABÍAS QUE...

Los peces más viejos tienen en sus tejidos concentraciones de mercurio más altas que los peces más jóvenes de la misma especie. Este caso es un ejemplo de bioacumulación.





OBSERVA



● Mercurio metálico

concentración
de mercurio

4. El ser humano captura y come los pescados contaminados y absorbe el 95% del mercurio contenido en los pescados. + + + +
3. Peces más grandes comen los peces pequeños contaminados.
Cada vez que un pez come otro se concentra más el mercurio. + + +
2. Peces pequeños comen las plantas contaminadas con Metil-mercurio. + +
1. Metil-mercurio es absorbido por algas y plantas acuáticas. +

En el fondo de lagos y ríos, el mercurio es absorbido por las bacterias, las cuales lo transforman en Metil-mercurio (MeHg)

Fuente: Adaptado de Carnegie Institution for Science. *Niveles de Mercurio en peces de Madre de Dios*. (2009). Recuperado de <http://www.minam.gob.pe/minerialegal/wpcontent/uploads/sites/43/2013/10/Carnegie-mercurio-Madre-de-Dios.pdf>

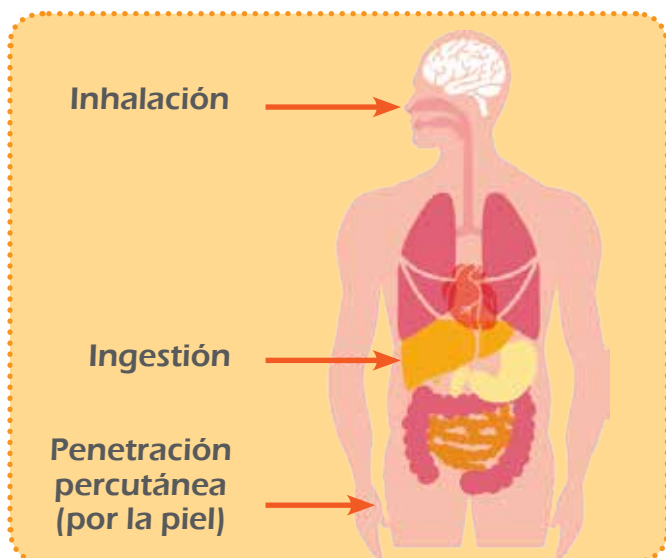


Efectos que producen los metales pesados en la salud y el ambiente

En la salud:

La exposición a los metales pesados constituye una preocupación importante en Salud Pública por sus efectos tóxicos en los seres humanos, los mismos que pueden ser intoxicaciones agudas por exposición a altos niveles de los mismos o intoxicaciones crónicas por exposiciones a bajos niveles durante periodos prolongados.¹²

En el caso de la exposición en el ambiente de trabajo, la principal vía de entrada de los metales pesados es la inhalación, seguida por la penetración percutánea (a través de la piel). En la población en general, la exposición se produce sobre todo por ingestión de comida y bebida contaminadas, seguida de la inhalación y, con menos frecuencia, de la penetración percutánea.



SABÍAS QUE...



Uno de los metales pesados de mayor riesgo de origen ambiental y ocupacional para la salud es el mercurio, ya que presenta efectos neurotóxicos (del sistema nervioso).

Efecto del mercurio en el Cuerpo humano



En el feto, el lactante y el niño, el principal efecto del metilmercurio es la alteración del desarrollo neurológico. La exposición al metilmercurio en el útero, que puede proceder del consumo materno de pescados, mariscos y agua contaminados, afecta negativamente el desarrollo del cerebro y del resto del sistema nervioso del niño.



Así como la función cognitiva, la memoria, la atención, el habla, la actividad motora fina y la percepción visual.

¹² Ministerio de Salud. (2012). Plan de trabajo de vigilancia y control de riesgos por exposición ocupacional a metales pesados. Lima: Dirección General de Salud Ambiental, MINSA.

En el ambiente:

La contaminación por metales pesados ocurre por actividades antropogénicas (humanas) como la extracción minera, el refinamiento de productos mineros, la minería de pequeña escala o por la liberación al ambiente de efluentes industriales y emisiones vehiculares.

El ambiente también es afectado por los metales pesados. Por ejemplo, la introducción del mercurio en el suelo altera su alcalinidad (suelos arcillosos); en el aire el mercurio es liberado por las actividades humanas, a través de la quema de productos fósiles, minería, fundiciones y combustión de residuos sólidos, lo cual deteriora la calidad del aire. En el agua, el mercurio puede depositarse en lagos y ríos, donde se acumulará en los tejidos de los peces. De este modo, ciertas especies de pescado han dejado de ser comestibles y el agua no es segura para el consumo humano.



Efectos del mercurio en el ambiente:

En concentraciones ambientales constantes, las concentraciones de mercurio en peces de determinada especie tienden a aumentar con la edad, como consecuencia de la lenta eliminación del metilmercurio y una mayor ingesta debido a los desplazamientos en los niveles tróficos que suele haber a medida que el pez va creciendo (come cada vez más peces, y las presas son más grandes). Por eso, es común que los peces más viejos tengan en sus tejidos concentraciones de mercurio más altas que los peces más jóvenes de la misma especie.

Las concentraciones más bajas de mercurio se encuentran en peces pequeños no depredadores y pueden aumentar varias veces conforme se asciende en la cadena alimentaria.

Fuente: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2005). *Evaluación mundial sobre el mercurio*. Ginebra: PNUMA.



SABÍAS QUE...

- ▶ Al afectarse el ambiente, no solo se perjudica el ser humano, sino también las plantas y los animales.
- ▶ Al romperse un fluorescente, desprende vapores de mercurio. Se debe ventilar la habitación por lo menos una hora antes de ingresar a esta.
- ▶ El hervir agua o cocinar alimentos no elimina el riesgo de contaminación por mercurio.

El mercurio

El mercurio es un metal pesado y, como todos ellos, es tóxico o venenoso a muy bajas concentraciones, y no puede ser degradado o destruido.

De hecho, es uno de los tóxicos más peligrosos que se conoce: la cantidad de mercurio contenida en un termómetro casero es suficiente para superar los niveles permisibles de mercurio en el aire dentro de una casa.

El mercurio existe en varias formas: elemental (o metálico), inorgánico (al que la gente se puede ver expuesta en ciertos trabajos) y orgánico (como el metilmercurio, que penetra en el cuerpo humano por vía alimentaria). Estas formas de mercurio difieren por su grado de toxicidad y sus efectos pueden ser sobre los sistemas nervioso e inmunitario, el aparato digestivo, la piel, los pulmones, los riñones y los ojos.



ELEMENTAL (O METÁLICO)

Forma pura del mercurio, no está combinado con otros elementos. De color blanco plateado en forma líquida a temperatura ambiente.



INORGÁNICO

Cuando el mercurio se combina con otros elementos. También se les llama sales de mercurio.



ORGÁNICO

Cuando las bacterias presentes en ríos, arroyos, lagos o mares convierten el mercurio en metilmercurio.



El ciclo del mercurio

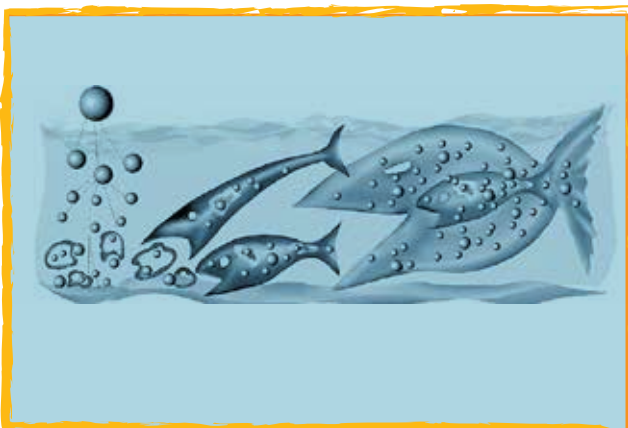
El mercurio se encuentra de forma natural en el suelo, pero sus concentraciones se incrementan por la acción del ser humano. El mercurio que se evapora al quemar las amalgamas de oro va a la atmósfera circundante y de allí se precipita en microgotitas, contaminando el suelo, el agua, animales, plantas, personas y cosas.

En el agua, por su elevada densidad, el mercurio se deposita y acumula en el barro del fondo.

Las bacterias y otros microorganismos transforman el mercurio metálico en metilmercu-

rio en el fondo de los cuerpos de agua y en zonas pantanosas. Los peces y otros pequeños organismos (caracoles, cangrejos, gusanos, etc.), que se alimentan de barro del fondo, ingieren el metilmercurio y lo van acumulando en sus tejidos a lo largo de su vida (bioacumulación).

A través de la cadena trófica, los peces, aves, reptiles o mamíferos, incluyendo el hombre, que consumen estos peces y organismos, lo van acumulando en sus músculos y tejidos durante su vida, y al ser comidos por otros, los depredadores finales acumulan más mercurio (biomagnificación).



Fuentes que producen contaminación por mercurio

La contaminación de mercurio puede provenir de diversas fuentes, siendo las principales:



• Residuos industriales



• Actividad volcánica



• Minería irresponsable e ilegal

Otros:



pilas



termómetros y barómetros



productos farmacéuticos



reles e interruptores eléctricos en diversos aparatos



fluorescentes y algunas bombillas, incluidos focos ahorradores



amalgamas dentales (para empastes)



productos para aclarar la piel y otros cosméticos

Aunque las personas pueden verse expuestas a cualquiera de las formas de mercurio en diversas circunstancias, las principales vías de exposición son el consumo de pescado y mariscos contaminados con metilmercurio y la inhalación de vapores de mercurio elemental desprendidos en procesos industriales.

Métodos de extracción del oro

Para la extracción del oro, que se encuentra en los suelos aluviales y en los lechos y orillas de los ríos, forzosamente se debe destruir el bosque, y alterar totalmente el lecho y las orillas de los ríos, porque se trata de placeres auríferos, es decir, de partículas de oro depositadas en los suelos y fangos, y no de vetas o zonas sin bosque como en otras partes del país. En la Amazonía no es posible extraer el oro aluvial sin destruir el bosque y el suelo.¹³



Artesanales: con carretillas e implementos muy simples.



Operación aurífera artesanal en la selva.
Método de Carretilla.



Extracción con motobombas y chupaderas en los suelos y dentro del bosque.



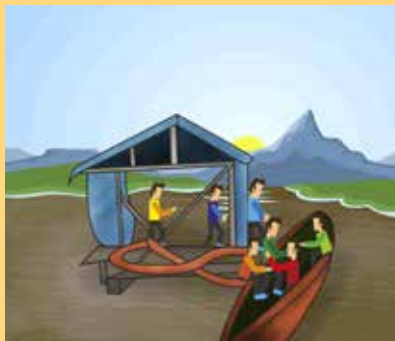
Operación aurífera artesanal en la selva.
Método de chupadera (monitores y bombas).



Extracción con diversos tipos de dragas en los lechos de los ríos.



Operación aurífera artesanal en la selva.
Método de Balsa (succión y bombeo).



Extracción con maquinaria pesada (cargadores frontales y volquetes).

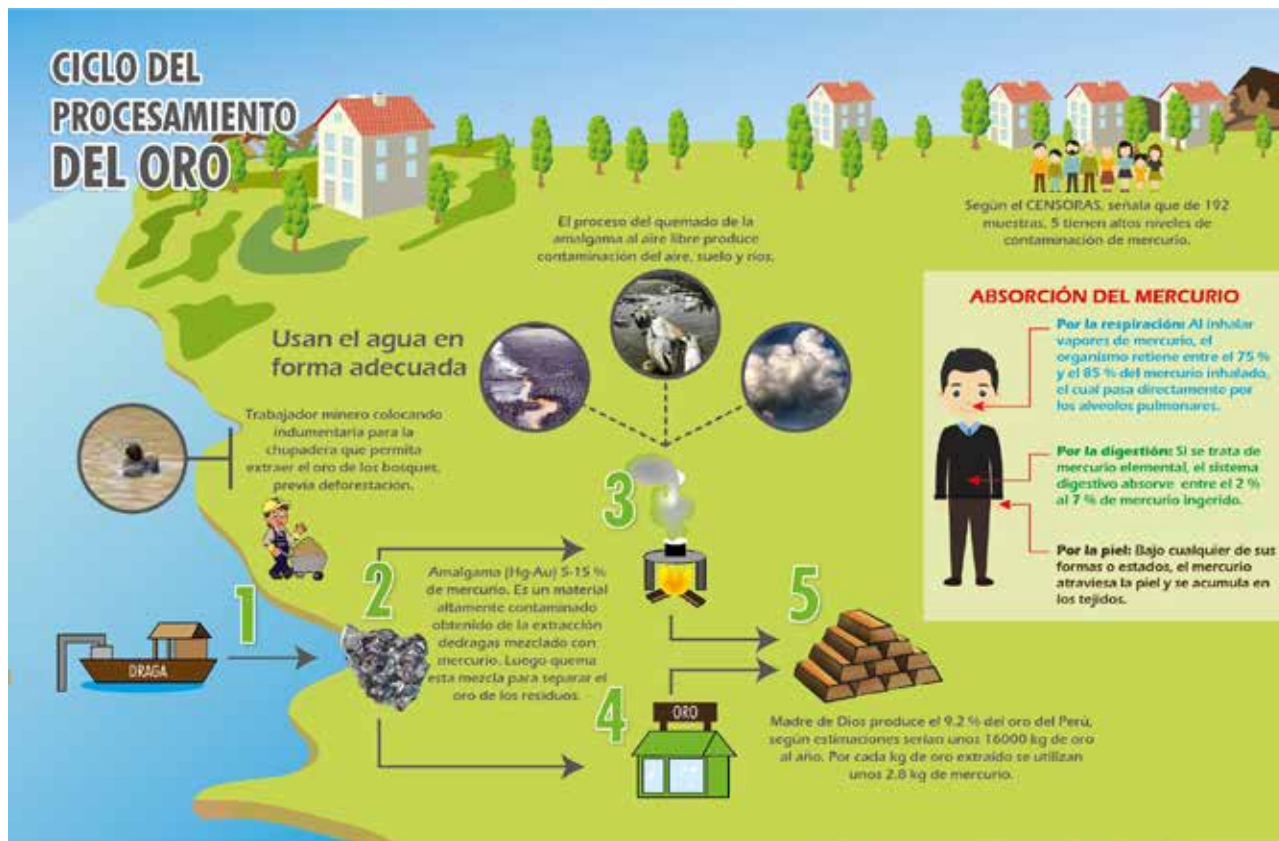


Operación aurífera artesanal en la selva.
Método de Carranchera (bomba en playa).



¹³ Ministerio del Ambiente. (2011). *Minerías auríferas en Madre de Dios y contaminación con mercurio*. Lima: MINAM.

Uso del mercurio en el ciclo del procesamiento del oro



Adaptado de: Ministerio del Ambiente. (2011). *Minería aurífera en Madre de Dios y contaminación con mercurio*. Lima: MINAM.

1 Las arenas y gravas son sacadas del lugar y transportadas a las instalaciones del lavado, en que el material al final pasa sobre una alfombra o lona de yute, debajo de la cual hay un plástico, donde se depositan las arenas finas con las partículas de oro.

2 La arenilla aurífera, que es un concentrado, se recoge en recipientes (baldes y similares) y se aplica mercurio para la amalgamación. Se utiliza 2,8 kg de mercurio por un kg de oro obtenido. Este proceso de amalgamación se hace a orillas del río o en el campamento.

3 La amalgama obtenida tiene una proporción del 60 % de mercurio y 40 % de oro, y se le da el nombre de perla o botón de amalgama.

4 Esta perla o botón se somete a calor con un soplete, se volatiliza el mercurio y funde el oro, obteniéndose el oro rehogado. el 76 % de los mineros realiza esta tarea en los campamentos y un 24 % al aire libre.

5 El mercurio vaporizado permanece en estado gaseoso entre un 50 % a 60 % y se dispersa, y el restante vuelve inmediatamente al estado líquido y cae alrededor del área donde se hace el rehogado. El uso de campanas para la recuperación del mercurio es prácticamente inexistente. En las dragas, que operan sobre los ríos, se volatiliza, por lo general, el mercurio en la misma draga y este al final termina en las aguas del río.

Uso del mercurio en la minería de pequeña escala

La minería de pequeña escala del oro es una fuente importante de ingresos para los mineros, especialmente en comunidades y regiones rurales donde las alternativas económicas son sumamente limitadas.¹⁴ La minería de pequeña escala del oro es, por sí sola, la mayor fuente de liberación intencional de mercurio del mundo, la cual:

- Somete a los trabajadores a una grave exposición; libera mercurio en el ambiente y crea riesgos para los habitantes de las comunidades cercanas, quienes comen pescado contaminado con mercurio. Las mujeres en edad de procrear y los niños son los más vulnerables.
- Tiene como resultado una extensa degradación del ambiente y la contaminación del ecosistema, efectos que pueden perdurar durante varias décadas después del cese de las actividades mineras.

Muchas veces, los mineros que usan mercurio para la extracción de oro proveniente de la minería de pequeña escala desconocen su peligro. Sus familias, comunidades y las personas que viven cerca de los ríos contaminados corren el riesgo de sufrir intoxicación por mercurio.

Asimismo el almacenamiento, el transporte y el manejo del mercurio crean oportunidades para que se produzcan derrames y para que las personas queden expuestas al vapor de mercurio.



¹⁴ Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2008). Módulo 3. *El uso del mercurio en la minerías del oro artesanal*. Ginebra: PNUMA.

¿Cómo se usa el mercurio en la minería del oro artesanal?

1. El mercurio se usa para separar y extraer el oro de las rocas o piedras en las que se encuentra.



Fuente: Wikicommons

3. El mercurio se adhiere al oro y forma una amalgama que facilita su separación de la roca, arena u otro material.



2. Se añade mercurio a todo el mineral durante la trituración, molienda y lavado. Este es el uso más contaminante del mercurio.



Extraído de <http://norma-ohsas18001.blogspot.pe/2014/12/el-mercurialismo-o-hidrargirismo.html>

4. Luego se calienta la amalgama para que se evapore el mercurio y quede el oro. Cuando esto ocurre aparecen altos niveles de mercurio que se propagan en el ambiente local y crean graves problemas de salud por exposición, tanto para los mineros como para otras personas. Estudios realizados muestran niveles más altos de mercurio en suelos, sedimentos y peces.





**PREVENCIÓN
PARA EVITAR
EL DAÑO
QUE PRODUCE
EL MERCURIO**



Manejo preventivo del mercurio

- ▶ Se debe evitar el contacto directo con la piel, protegiendo las manos con guantes de neopreno (caucho sintético), así como la impregnación en la ropa.
- ▶ El mercurio no se debe guardar cerca de alimentos y bebidas. Y no se deben consumir estos cuando se esté trabajando con mercurio.



Extraído de <http://importancia.biz/importancia-del-mercurio>



Extraído de http://www.lookfordiagnosis.com/mesh_info.php?term=Alimentos&lang=2

- ▶ Proteger las vías respiratorias usando mascarilla.
- ▶ Evitar el consumo del pescado Mota Punteada en el departamento de Madre de Dios¹⁵ y de alguna otra especie que la autoridad advierta su no consumo por contaminación con mercurio.



Extraído de <http://www.aerokyn.com/mascarillas-quirurgicas/mascarilla-aerokyn-publico.html>



El mercurio puede originar diversos cuadros de intoxicación. Si ingresa al organismo puede permanecer por mucho tiempo en el cerebro y riñones, y en casos extremos puede causar la muerte.

¹⁵ Comunicado n.º 5 (2016). SANIPES/DSNPA

Recomendaciones en el proceso de recuperación del oro

- ▶ Se debe reducir y eliminar gradualmente el uso del mercurio.



Extraído de <http://revistamadretierra.com>

- ▶ Para reducir las emisiones de mercurio y la exposición a este, pueden emplearse alternativas como el método gravimétrico o por gravedad.

La gravimetría es uno de los procesos más utilizados para la concentración del oro en la minería artesanal; es un sistema eficaz debido a que el oro es pesado, aproximadamente 7 veces más pesado que una roca del mismo tamaño. Existen varios métodos de concentración gravimétrica que van de los más básicos, como el bateo o las canaletas, hasta sistemas complejos como las centrifugas.¹⁶



- ▶ Aplicar la construcción de drenes y sistemas de reciclaje de aguas para disminuir el consumo de agua fresca y la contaminación que es producto de filtraciones (ejemplo: plantas de amalgamación).



Extraído de <http://www.tecnologiaminera.com/tm/biblioteca/articulo.php?id=197>

- ▶ El lavado de las amalgamas en recipientes abiertos como canaletas, artesas, baldes, platones y bateas debe suprimirse debido a las altas pérdidas de mercurio, y la seria contaminación que ocasiona.



¹⁶ Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2011). *Reducción del uso de mercurio en la minería de oro artesanal y de pequeña escala*. Ginebra: PNUMA.

- ▶ Usar las retortas cuando se quema la amalgama para extraer el oro.



SABÍAS QUE...

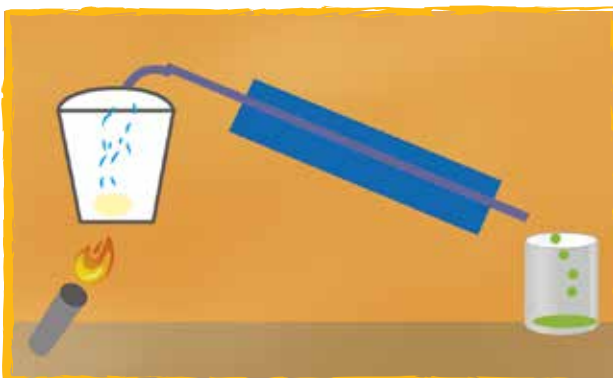
Existen otros métodos para recuperar el oro con mercurio, como el uso de un recipiente con tapa denominado "retorta". Pero toda exposición al mercurio genera un riesgo.



¿Qué es una retorta?

La retorta es un recipiente con tapa que se usa para quemar amalgama y en el que el vapor del mercurio queda atrapado y se condensa. Este instrumento permite conservar al mercurio y reutilizarlo, además de proteger la salud de las personas.

Al utilizar la retorta se debe hacer en lugares ventilados y si se transporta tomar las precauciones en su manipulación.



Alternativas al uso del mercurio

Los métodos de separación o concentración por gravedad (por ejemplo, las cajas concentradoras alfombradas por dentro, los métodos magnéticos, las centrifugas, métodos de fundición (con bórax) y uso de retortas) tienen grandes posibilidades de reducir el uso del mercurio y, en algunas situaciones concretas, de eliminarlo.

▶ Métodos magnéticos

Se utiliza un imán de mano para remover los minerales no deseados, teniendo cuidado de no perder el oro. Para esto se usa un imán debajo (o encima) de la batea para separar los minerales magnéticos de los no magnéticos, lo cual también incrementa la intensidad del magnetismo en algunos minerales. Un pedazo de papel o de plástico se puede utilizar para cubrir el imán para que los minerales se remuevan fácilmente.

También se utilizan imanes en el fondo de canaletas hasta formar una "carpetita de magnetita". En ciertos casos, las canaletas magnéticas pueden mejorar la eficiencia en la recuperación de oro fino en los concentrados.¹⁷



FUENTE: Artisanal Gold Council. GUÍA PRÁCTICA Reducción del uso de mercurio en la minería de oro artesanal y de pequeña escala. Pag.50



▶ Fundición directa

Es un proceso alternativo que no utiliza mercurio. Usa al bórax (borato de sodio o tetraborato de sodio). El bórax se caracteriza por ser un cristal blanco con una gran facilidad para disolverse en el agua. Tiene la capacidad de disolver óxidos metálicos al fusionarse con ellos.

Primero se produce una pequeña cantidad de concentrado de alto tenor (ya sea con una batea o una mesa concentradora), luego el concentrado se recoge y se mezcla en cantidades iguales con el bórax y, finalmente, se calienta y se obtiene el oro.

¹⁷ Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2012). *Reducción del uso de mercurio en la minería de oro artesanal y de pequeña escala - Guía práctica*. Ginebra: PNUMA.

1. La cantidad del concentrado se reduce con una batea hasta que haya más de 25 % de oro, teniendo cuidado de que el oro no se pierda. El proceso se realiza con varias bateas (abajo).



2. El concentrado se recoge y se mezclan cantidades iguales de bórax. Se vierten aproximadamente 50 gramos de la mezcla en una bolsa pequeña.



Extraído de <http://projects.inweh.unu.edu/inweh/display.php?ID=2478>



3. Se precalienta una pequeña cantidad de bórax (5 kg) en un crisol de cerámica con un soplete.



4. La bolsa plástica se ubica en el crisol y se calienta con carbón de leña y por 5 -15 minutos incrementando el calor con un ventilador. El resultado es oro doré sólido.



FUENTE: Artisanal Gold Council. GUÍA PRÁCTICA Reducción del uso de mercurio en la minería de oro artesanal y de pequeña escala. Pag.50

Adaptado de: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2011). *Reducción del uso de mercurio en la minería de oro artesanal y de pequeña escala*. Ginebra. PNUMA



SABÍAS QUE...



Una alternativa comúnmente usada para la extracción del oro, es el método de cianuración. El cianuro es un químico altamente tóxico que, al igual que el mercurio, pone en peligro la salud de las personas y del ambiente. El método de cianuración es mucho más complejo que el método de amalgamación con mercurio, y por lo tanto no se aplica tan frecuentemente en la minería artesanal.



RECUERDA

¡Cuidado con el mercurio!



¡No hervir!



¡No guardar!



¡No oler!



¡No tomar!



¡No tocar!



¡No mezclar
con agua!

... es peligroso
para tu salud.

BIBLIOGRAFÍA

- ▶ IPEN - Red Internacional de Eliminación de los Contaminantes Orgánicos Persistentes. (2010). *Introducción a la contaminación por mercurio para las ONG.*
- ▶ Fernández, E. y Gonzáles, V. H. (2009). *Niveles del Mercurio en Peces de Madre de Dios. Madre de Dios.* Carnegie Instituto de Ciencias, Perú.
- ▶ Korc, M. (2009). *Manual De Gestión Territorial-Estrategia de Entornos Saludables.* Bogotá, Colombia.
- ▶ Kuramoto, J. R. MMSD - Mining, Minerals and Sustainable Development. (2001). *La Minería Artesanal e Informal en el Perú.*
- ▶ MEM - Ministerio de energía y minas. (2005). *El Mercurio en la Actividad Minera - Avances en la gestión.*
- ▶ MEM - Ministerio de energía y minas. (2005). *Guía Minera de uso y manejo del mercurio.*
- ▶ MINAM – Ministerio del ambiente y IIAP – Instituto de la Amazonía Peruana. (2011). *Informe de la minería aurífera en Madre de Dios y contaminación con mercurio.*
- ▶ MINAM – Ministerio del ambiente. (2012). *Glosario de términos para la gestión ambiental peruana.*
- ▶ MINAM – Ministerio del ambiente. (2012). *Glosario de términos para la formulación de proyectos ambientales.*
- ▶ MINSAL- Ministerio de Salud. (2013). *Estrategia sanitaria nacional de vigilancia y control de riesgos de contaminación con metales pesados y otras sustancias químicas.*
- ▶ MINSAL - Ministerio de Salud. (2005). *Documento Técnico - Modelo de abordaje de promoción de la Salud en el Perú - Acciones para el desarrollo de la promoción de higiene y ambiente saludable.*
- ▶ MINSAL - Ministerio de Salud. (2005). *Programa de promoción de la salud en las Instituciones Educativas - Escuelas Saludables.*
- ▶ MINSAL - Ministerio de Salud. (2000). *Guía de implementación del programa de familias y viviendas saludables.*
- ▶ MINSAL - Ministerio de Salud. (2012). *Dirección General de Salud Ambiental: Plan de trabajo de vigilancia y control de riesgos por exposición ocupacional a metales pesados.*
- ▶ OMS – Organización Mundial de la salud. (1998). *Promoción de la salud-glosario.*
- ▶ PNUMA - Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2008). *El uso del Mercurio en la Minería Artesanal y en Pequeña Escala.*
- ▶ PLANA - Plan Nacional de Acción Ambiental - Perú. (2011 - 2021). *Aprobado por D.S n.°014-2011-MINAM.*
- ▶ PNUMA - Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2012). *Guía práctica sobre la reducción del uso de mercurio en la minería de oro artesanal y de pequeña escala.*

LÍNEA VERDE: 0800-00-660

Se trata de un canal de comunicación directa y gratuita en la cual los ciudadanos pueden denunciar y hacer consultas ambientales con solo llamar al teléfono 0800-00-660 desde cualquier parte del país, de lunes a viernes de 8:30 a.m a 5:30 p.m.

Es importante recordar que el MINAM no tiene competencias sancionadoras pero actúa como una especie de “Defensoría Ambiental”. En ese sentido, emite oficios a las autoridades ambientales recomendándoles y exhortándolas a dar solución y atender las denuncias. La Procuraduría Pública Especializada en Delitos Ambientales del MINAM está a cargo de este servicio.



MINISTERIO DEL AMBIENTE
www.minam.gob.pe
Sede central: Javier Prado Oeste 1440, San Isidro
Lima, Perú
Central telefónica: (+51 1) 611 6000



PERÚ

Ministerio
del Ambiente