



USO RESPONSABLE DEL
**CIANURO EN
LA MINERÍA**

EL NUEVO
ECUADOR 

Ministerio del Ambiente,
Agua y Transición
Ecológica

EL NUEVO
ECUADOR 

Ministerio de
Energía y Minas



Fotografía y diseño:

Manthra Comunicación
info@manthra.ec

1 ¿Qué es el cianuro?

El cianuro es un grupo químico que consiste en un átomo de carbono conectado a un átomo de nitrógeno por tres enlaces. Los compuestos que contienen el grupo cianuro, pueden ser de origen natural o manufacturados. La mayoría de compuestos cianurados son altamente tóxicos y presentan una acción rápida y potente. (ATSDR, 2006).

El cianuro puede presentarse como un gas incoloro, como el cianuro de hidrógeno (HCN) o el cloruro de cianógeno (CNCl), o encontrarse en forma de cristales como el cianuro de sodio (NaCN) o el cianuro de potasio (KCN) (Ramírez, 2010).




2 Propiedades del cianuro

El término cianuro, generalmente, se asocia con el cianuro de hidrógeno o ácido cianhídrico (HCN), así como con sus sales, como el cianuro de sodio (NaCN) o el cianuro de potasio (KCN) (Ramírez, 2010). En la tabla 1 se detallan las propiedades de cada uno de estos compuestos.

Propiedad	Cianuro de sodio	Cianuro de potasio	Cianuro de hidrógeno
aspecto	polvo blanco	sólido cristalino	líquido incoloro ¹
olor	débil a almendras amargas	débil a almendras amargas	característico a almendras amargas
peso molecular	49.02 g/mol	65.11 g/mol	27.03 g/mol
punto de ebullición	1496 °C	1625 °C	25.6 °C
punto de fusión	563 °C	634 °C	-13.24 °C

1. Líquido incoloro a temperaturas inferiores a 25.5 °C y gas incoloro a temperaturas más altas.

Características de peligrosidad

Cianuro de sodio	Cianuro de potasio	Cianuro de hidrógeno
 <p>Palabras de advertencia: Peligro</p>	 <p>Palabras de advertencia: Peligro</p>	 <p>Palabras de advertencia: Peligro</p>
<p>Peligros físicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> H290 Corrosivos para los metales – Categoría 1- Puede ser corrosiva para los metales 	<p>Peligros para la salud:</p> <ul style="list-style-type: none"> H290 Corrosivos para los metales – Categoría 1- Puede ser corrosiva para los metales 	<p>Peligros para la salud:</p> <ul style="list-style-type: none"> H372 Provoca daños en los órganos tras exposiciones prolongadas o repetidas. H314 Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares. H300 + H310 + H330 Mortal en caso de ingestión, contacto con la piel o inhalación.
<p>Peligros para la salud:</p> <ul style="list-style-type: none"> H300 Toxicidad aguda, Oral – Categoría 1 – Mortal en caso de ingestión H330 Toxicidad aguda, Inhalación – Categoría 1 – Mortal si se inhala. H310 Toxicidad aguda, Cutáneo – Categoría 1 – Mortal en contacto con la piel. H372 Toxicidad específica en determinados órganos – exposiciones repetidas – Categoría 1 – Puede provocar daño en órganos. 	<p>Peligros para el ambiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> H300 Toxicidad aguda, Oral – Categoría 1. H330 Toxicidad aguda, Inhalación – Categoría 1 – Mortal en caso de inhalación. H310 Toxicidad aguda, Cutáneo – Categoría 1 – Mortal en contacto con la piel H370 Toxicidad específica en determinados órganos – exposición única, Oral – Categoría 1 – Provoca daños en los órganos (corazón, testículos, cerebro) en caso de ingestión. H372 Toxicidad específica en determinados órganos – exposiciones repetidas – Categoría 1 – Perjudica a determinados órganos (tiroides) por exposición prolongada o repetida. 	<p>Debido a sus propiedades, la presencia de cianuro puede estar asociada a los siguientes riesgos:</p> <ul style="list-style-type: none"> irritación en la piel y los ojos, agrandamiento de la glándula tiroides, problemas respiratorios, daño al sistema nervioso muerte por exposición prolongada.
<p>Peligros para el ambiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> H410 Muy tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos 		

Las denominaciones H corresponden a las indicaciones de peligro establecidas en el Anexo III del Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos.

3 El cianuro y su uso en la minería

La cianuración es un proceso químico en el que se emplea cianuro, generalmente, en forma de soluciones acuosas diluidas de cianuro de sodio o cianuro de potasio con el propósito de disolver los metales valiosos presentes en el mineral.

Es crucial resaltar que cuando el pH cae por debajo de 9.81, el cianuro genera ácido cianhídrico, un gas tóxico para los seres humanos (Instituto de Investigación Geológico y Minero, 2019).



4 Manejo responsable del cianuro

Además de cumplir con las obligaciones establecidas en la normativa ambiental y las normas técnicas, es necesario tener en cuenta las siguientes recomendaciones para el manejo responsable del cianuro.

Durante de almacenamiento

- ▶ Todos los compuestos cianurados deben ser almacenados en contenedores herméticamente cerrados y protegidos contra la corrosión; dichos contenedores deben ser identificados claramente acorde a lo establecido en el Sistema Globalmente Armonizado.
- ▶ Las instalaciones de almacenamiento deben estar secas (suelos impermeables), ventiladas y contar con canales de drenaje.
- ▶ El cianuro siempre debe almacenarse evitando su contacto con ácidos o sales ácidas, debido a que podrían generar ácido cianhídrico gaseoso.
- ▶ No almacenar junto con productos inflamables, productos alimenticios, fuentes de agua o cualquier material utilizado para consumo humano.
- ▶ La descarga de los recipientes que contengan cianuro deberá estar supervisada por la persona responsable (Tovar, et.al, 2005).



Durante la carga

- ▶ Asegurarse de que el recipiente que almacena el cianuro esté cerrado herméticamente.
- ▶ Rechazar envases que no estén completamente sellados o que presenten signos externos de daño.
- ▶ Emplear en todo momento el equipo de protección personal (Pizzorni, 2021).



Durante el transporte

El transportista debe seguir las siguientes recomendaciones.

- ▶ Equipar al personal con un conjunto básico de protección personal y un botiquín de primeros auxilios que incluya ampollas de nitrito de amilo.
- ▶ Tener a disposición lámparas, escobillones, bolsas de plástico y toldos para cubrir el cianuro en caso de derrame.
- ▶ Disponer de un extintor de polvo químico seco.
- ▶ Capacitar al personal en los procedimientos adecuados para manejar el cianuro y proporcionarles entrenamiento en primeros auxilios.
- ▶ Limitar el transporte de cianuro a las horas diurnas, previa verificación de las condiciones climáticas (Pizzorni, 2021).



Durante el control y manipulación

- ▶ Proporcionar capacitación específica al personal que manipula cianuro, incluyendo su manejo seguro, uso adecuado y procedimientos de primeros auxilios en casos de emergencia. Siempre utilizar el equipo de protección personal correspondiente.
- ▶ Preparar el cianuro para su uso en soluciones concentradas al 10 %, utilizando tanques diseñados para este propósito.
- ▶ Disolver el cianuro con agua y lechada de cal o sosa cáustica, asegurándose de mantener un pH superior a 10 para evitar la formación de ácido cianhídrico (HCN).
- ▶ Mantener los recipientes de cianuro herméticamente cerrados en todo momento.
- ▶ Al limpiar los tanques de cianuro, verificar que no haya presencia de gases no deseados.



5 Seguridad de los trabajadores

- ▶ Proporcionar capacitaciones periódicas a los trabajadores sobre el manejo seguro del cianuro: fichas de datos de seguridad, etiquetas y planes de acción en caso de emergencia.
- ▶ Implementar señalización en áreas específicas para informar al personal acerca de la presencia de cianuro.

Disponer de duchas y estaciones de lavado de ojos en las áreas donde se utiliza cianuro.
- ▶ Es mandatorio el uso del equipo de protección personal.
- ▶ En caso de derrame de cianuro en estado sólido, proceder a retirarlo de inmediato con una escoba y recogedor, seguido de una limpieza exhaustiva del área con agua alcalina.
- ▶ Realizar verificaciones periódicas del pH y del nivel de HCN.



6 Medidas en caso de emergencia



En caso de inhalación

- ▶ Trasladar a la víctima a un lugar ventilado.
- ▶ Suministrar oxígeno y nitrito de amilo inmediatamente (Tovar, et.al, 2005).



En caso de ingesta

- ▶ Inducir el vómito si la persona se encuentra consciente.
- ▶ Suministrar oxígeno y nitrito de amilo inmediatamente (no suministrar nada por la boca a una persona inconsciente) (Tovar, et.al, 2005).



En caso de contacto con la piel

- ▶ Retirar la ropa contaminada y lavar la piel con abundante agua durante al menos 15-20 minutos.
- ▶ Si están afectados los ojos, lavarlos desde adentro hacia afuera.

Respecto a los tres casos explicados, siempre es necesario acudir de inmediato al centro de salud más cercano (Tovar, et.al, 2005).



En caso de derrames

- ▶ Alejarse de las corrientes de aire provenientes del lugar del derrame.
- ▶ Usar el equipo de protección personal de manera obligatoria.
- ▶ Cubrir el área del derrame con plástico para mantenerlo seco.
- ▶ Recoger el derrame con una pala y depositarlo en bolsas, cajas o cilindros.
- ▶ Descontaminar la zona con hipoclorito de sodio al 5 % (cloro común o lejía comercial) o peróxido de hidrógeno al 5 % (agua oxigenada). Los líquidos generados durante la descontaminación deben ser gestionados como desechos peligrosos (Tovar, et.al, 2005).



En caso de incendio

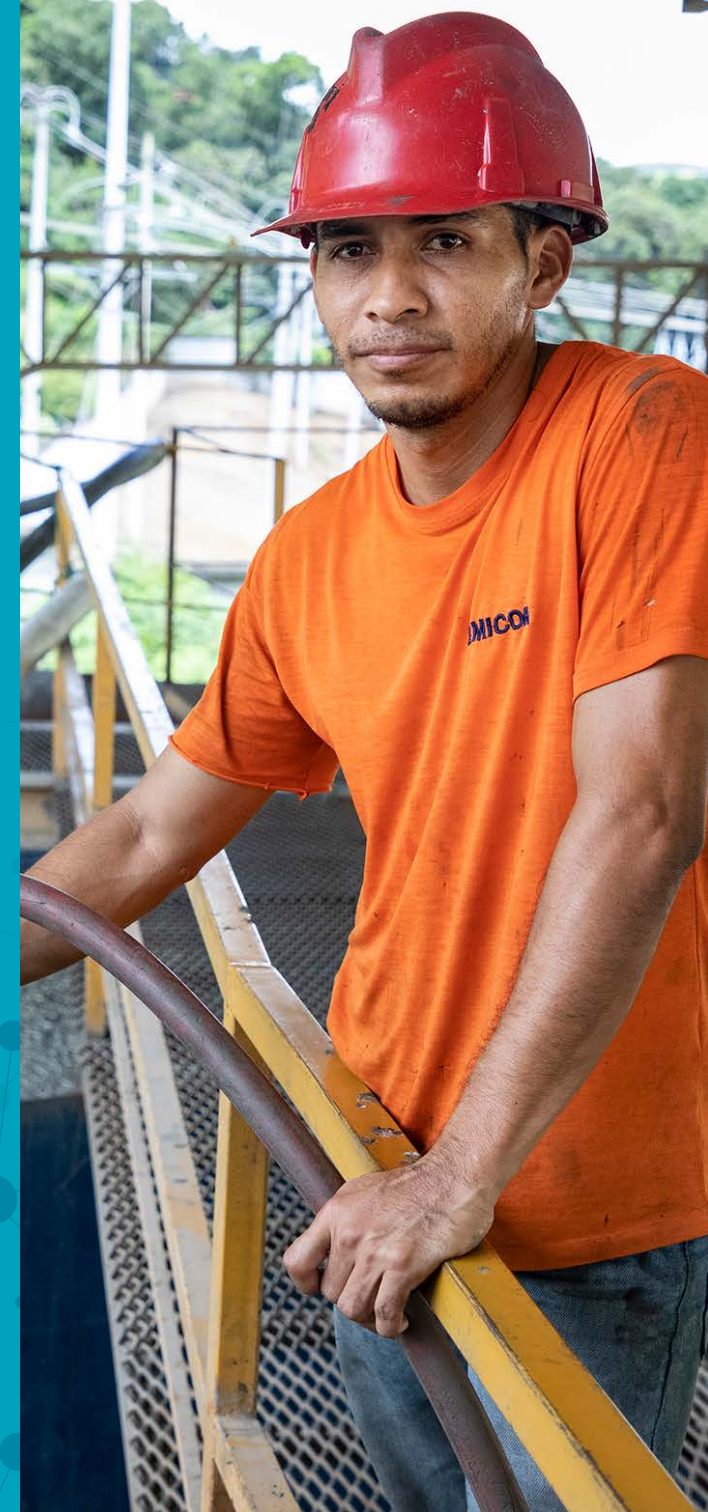
- ▶ El cianuro sólido no es inflamable, por lo cual es preferible esperar que el fuego se apague por sí solo.
- ▶ NO UTILIZAR AGUA para combatir un incendio. En su lugar, utilizar extintores con polvo químico seco (PQS) o arena.
- ▶ Evitar el uso de extintores de dióxido de carbono (CO₂), ya que pueden liberar ácido cianhídrico (New Jersey Department of health and senior services, 2006).

7 Responsabilidad extendida al productor

La responsabilidad extendida del productor es el principio por medio del cual los productores mantienen un grado de responsabilidad por todos los impactos ambientales de sus productos a lo largo de su ciclo de vida, desde la extracción de las materias primas, pasando por la producción y hasta la disposición final del producto como residuo en la etapa de posconsumo (Ministerio del Ambiente de Colombia, 2023).

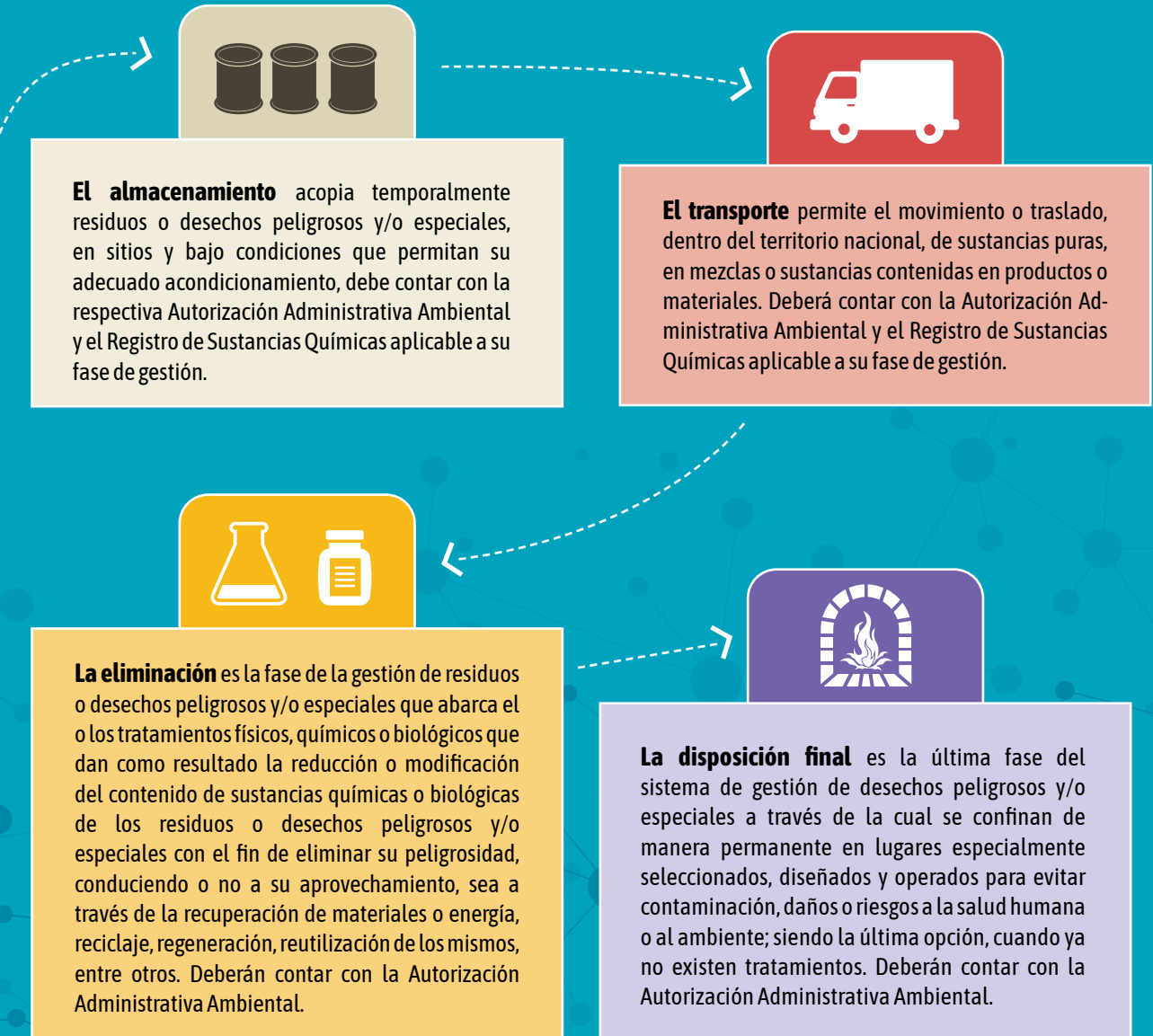
En Ecuador, desde el año 2013, se ha publicado normativas a fin de poder aplicar el principio de responsabilidad extendida del productor, mediante las cuales se busca dar una gestión ambientalmente adecuada de plásticos de uso agrícola, pilas, baterías, neumáticos, celulares, equipos eléctricos y electrónicos, lámparas de descarga y LED, medicamentos y productos farmacéuticos, sustancias químicas peligrosas, entre otros.

Mediante Acuerdo Ministerial nro. 099 «Instructivo para el Registro de Sustancias Químicas Peligrosas y las Obligaciones Ambientales», publicado en Registro Oficial 601 del 05 de octubre de 2015, se emiten lineamientos generales donde se menciona la obligatoriedad de los importadores o fabricantes de presentar un programa de gestión para desechos de sustancias químicas peligrosas, donde se contemple la devolución-recolección, sistemas de eliminación y disposición final de sustancias químicas peligrosas caducadas, fuera de especificación o sus envases vacíos.



En cumplimiento a lo establecido en la normativa ambiental, los importadores de cianuro de sodio y cianuro de potasio en el Ecuador han venido implementando estrategias que permitan cumplir con sus metas de gestión de sustancias químicas peligrosas caducadas, fuera de especificación o sus envases vacíos, actividad que se logra ejecutar debido a que todas las personas que participan en la transferencia de sustancias químicas peligrosas están obligadas a ejecutar los programas propuestos por los importadores o fabricantes, que hayan sido aprobados por la Autoridad Ambiental.

En el siguiente gráfico, se indica la interacción de todos los actores involucrados en el ciclo de vida de un producto bajo la responsabilidad extendida del productor:



Bibliografía

- Arjona, H. (2015). *Industria del oro Yanacocha*. <https://acortar.link/4aRxSD>
- ATSDR. (2006, julio). *Resumen de Salud Pública Cianuro*. https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs8.html
- Carbajal, W. (2012). *Optimización en la operación de una planta de precipitación de oro con polvo de zinc*. Universidad Nacional de Ingeniería.
- Delgado, C., y Arce, A. (2022). *Efecto de la cianuración intensiva en reactor IRL para tratar concentrados de flotación de minerales argentíferos de una mina ubicada en la región de Arequipa*. Universidad Nacional de San Agustín.
- Grimaldos, R. (2018). *Extracción de oro por cianuración*. Universidad Politécnica de Valencia.
- IIGE. (2016). *Prácticas en Procesos Metalúrgicos para la Pequeña Minería y Minería Artesanal. Guía de capacitación*.
- Instituto de Investigación Geológico y Minero. (2019). *Guía Técnica Mira para la pequeña minería y minería artesanal*.
- Ministerio del Ambiente de Colombia. (2023). *Responsabilidad Extendida del Productor*. <https://economicircular.minambiente.gov.co/index.php/transicion-a-la-economia-circular/responsabilidad-extendida-del-productor/#:~:text=La%20responsabilidad%20extendida%20del%20productor,hasta%20la%20disposici%C3%B3n%20final%20del>
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (2013, 14 de junio). *Uso de Cianuro, una alternativa ambiental viable para actividades mineras*. <https://www.ambiente.gob.ec/uso-de-cianuro-un-alternativa-ambiental-viable-para-actividades-mineras/#:~:text=Una%20alternativa%20ambientalmente%20viable%20es%20el%20cianuro%20que%2C%20si%20bien,aprobados%20para%20un%20mejor%20manejo>.
- Muñoz. (2015). *Instructivo de Selección de Procesos Metalúrgicos de Acuerdo al Tipo de Mineral*. INIGEMM.
- New Jersey Department of health and senior services. (2006, agosto). *Hoja Informativa sobre sustancias peligrosas: cianuro de sodio*.
- New Jersey Department of health and senior services. (s.f). *Hoja Informativa sobre sustancias peligrosas*.
- Olympus. (2022). *Portable XRF analyzers for gold measurement in activated carbon*. <https://www.olympus-ims.com/es/portable-xrf-analyzers-for-measuring-gold-in-activated-carbon/>
- Phillips, A. (2022, 27 de septiembre). *Los envenenamientos más importantes de la historia: desde Cleopatra a Sócrates*.
- Pizzorni, B. (2021). *Manual de buenas prácticas: Uso responsable del cianuro en la pequeña minería*. SBG Iniciativa Suiza Oro Responsable.
- Ramírez, A. (2010, marzo). *Toxicidad del cianuro. Investigación bibliográfica de sus efectos en animales y en el hombre*. Scielo.
- Rockwell, W. (2018). *A poor man's method of smelting gold*. <https://sciencing.com/poor-mans-method-smelting-gold-8649681.html>
- Stapper, D., Dales, K., Velasquez, P., & Keane, S. (2021, diciembre). *Mejores prácticas de manejo en el uso del cianuro en la minería aurífera artesanal y de pequeña escala*. Programa planetGOLD (Fondo para el Medio Ambiente Mundial y Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente).
- Tovar, O., Sánchez, W., y García, C. (2005, julio). *Guía Minera: uso y manejo de cianuro en la pequeña minería*. Ministerio de Energía y Minas.
- Zagury. (2004). *Characterization and availability of cyanide in solid mine tailings from gold extraction plants*, 211-224.





USO RESPONSABLE DEL
**CIANURO EN
LA MINERÍA**

VALORO
tu trabajo